BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Productos del proyecto

Plataforma Latinoamericana y del Caribe para la Intensificación Sostenible de la Ganadería:

una Estrategia Regional para la Adaptación al Cambio Climático y la Mitigación de sus Efectos

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 1
Agenda Regional de Investigación y Desarrollo

Actividad 1.1

Informe sobre el estado del arte sobre investigación y el desarrollo en las áreas de intensificación sostenible de los sistemas ganaderos en el marco del cambio climático, identificando vacíos en la investigación y desafíos para la innovación

Producto 1

Estado del arte de la investigación e innovación para la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos y de la adaptación / mitigación ante el cambio climático en América Latina y el Caribe

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

EN PROCESO
CON
BIBLIOTECA BID

Códigos JEL; Códigos JEL

[Palabras clave]

Copyright © 2018 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-No Comercial-Sin Obras Derivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. FONTAGRO es un fondo administrado por el banco pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

Esta publicación se realiza en el marco del proyecto "Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnologías de Cambio Climático en América Latina y el Caribe (ALC)". El proyecto, implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), promueve el desarrollo y transferencia de tecnologías para contribuir a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y de la vulnerabilidad al cambio climático en la región ALC, a través de la promoción y el apoyo de esfuerzos de colaboración a nivel regional; el respaldo a la planificación y los procesos de toma de decisiones a nivel nacional y sectorial; la demostración de políticas y mecanismos facilitadores, y la movilización de recursos financieros y humanos privados y públicos. El proyecto prioriza los temas de mitigación y adaptación al cambio climático en los sectores de eficiencia energética y energía renovable, transporte, monitoreo forestal y agricultura resiliente. Asimismo, incluye un componente transversal relacionado con el desarrollo de capacidades institucionales y de políticas nacionales de la región. Las actividades relacionadas con Agricultura han sido ejecutadas por Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria FONTAGRO entidad ejecutora y con el apoyo de las siguientes instituciones:

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria)

> Mecanismo de cooperación reconocido internacionalmente para fortalecer la innovación agroalimentaria y agroindustrial de manera sostenible entre sus países miembros. https://www.fontagro.org/es/

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)

> Centro que trabaja por el bienestar humano sostenible e inclusivo en América Latina y el Caribe, impulsando la educación, la investigación y la proyección externa para la gestión sostenible de la agricultura y la conservación de los recursos naturales. www.catie.ac.cr

GRA (Alianza Global para la Investigación de Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura)

> Reúne a 49 países y se centra en la investigación, el desarrollo y la extensión de tecnologías y prácticas que ayudarán a crear sistemas alimentarios más resilientes al clima, sin aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero. https://globalresearchalliance.org/about/

ASOCIADOS

MIP (Ministerio de Industrias Primarias del Gobierno de Nueva Zelanda)

> Está ayudando a maximizar las oportunidades de exportación para las industrias primarias, a mejorar la productividad del sector, a garantizar que los alimentos que se producen sean seguros, a aumentar el uso sostenible de los recursos y a proteger a Nueva Zelanda de los riesgos biológicos. http://www.mpi.govt.nz/about-mpi/

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay)

> Organismo público encargado de generar y adaptar conocimientos y tecnologías para contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario y del país, teniendo en cuenta las políticas de Estado, la inclusión social y las demandas de los mercados y de los consumidores. http://www.inia.uy/marco-institucional/

INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria de Costa Rica)

> El INTA Costa Rica es un órgano adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería que contribuye a la economía nacional, facilitando condiciones que permitan el aumento constante de la productividad por medio de productos y servicios tecnológicos, procurando un mayor valor agregado, diferenciación de productos, y reintroducción de nuevos productos, que permitan la participación del comercio exportador y del desarrollo rural, como elementos básicos de generación de empleo. http://www.inta.go.cr/

La Molina (Universidad Nacional Agraria La Molina de Perú)

Institución educativa universitaria especializada en la formación de profesionales competentes para los sectores agrosilvopecuario, pesquero, alimentario y económico, que se distinguen por ser líderes, proactivos, innovadores, competitivos, con capacidad de gestión y tener compromiso social. Genera y aplica conocimientos obtenidos de la investigación básica y aplicada para el desarrollo sostenible del país. http://www.lamolina.edu.pe/

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical)

Centro de investigación que trabaja con cientos de socios alrededor del mundo. Se dedica al desarrollo de tecnologías, métodos innovadores y nuevos conocimientos que permitan a los productores, principalmente a los pequeños agricultores, mejorar sus cultivos, sus ingresos y la gestión de los recursos naturales. http://www.cgiar.org/about-us/research-centers/international-center-for-tropical-agriculture-ciat/

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)

Organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano que apoya los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural. Su misión es estimular, promover y apoyar los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr su desarrollo agrícola y el bienestar rural por medio de la cooperación técnica internacional de excelencia. Más acerca del IICA: https://www.iica.int/es

Créditos y contribuciones:

El presente documento ha sido preparado por **Danilo Pezo Ph.D.** de la Unidad de Ganadería Ambiental -GAMMA- con la colaboración de

Eugenia Saini, Muhammad Ibrahim, Claudia Sepúlveda, Francisco Casasola, Gabriela Chaves, Cris Soto, Pedro Martel, Gonzalo Muños, Silvia Vera
Amin Amal Lee, Claudio Alatorre Frenk, Claudia Hernández, Catalina Aguilar, Ivette Fis de Melo
Hugo Li Pun, Julio Guzmán, Nicolás Mateo, Victor Mares,
Allen Blackman
Carina Carrasco, Juan Balbi, David Gómez, Karla Espinoza

Costa Rica, septiembre 2018

ÍNDICE DE TABLAS

Glosario....8
Resumen ejecutivo....9
Executive summary....12
1 Dinámica de la población humana y animal, y sus efectos en el uso de los recursos naturales....15
1.1 La "Revolución Ganadera"....15
1.2 Los cambios en el uso de la tierra....16
1.3 La degradación de pasturas....19
2 Los sistemas tradicionales de manejo ganadero y sus impactos sobre el ambiente....20
2.1 El recurso suelo....20
2.2 El recurso hídrico....20
2.3 La biodiversidad....21
2.4 La emisión de gases de efecto invernadero (GEI)....21
3 El cambio climático y la producción ganadera en América Latina....23
3.1 Tendencias y proyecciones de cambio climático en la región....23
3.2 Efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la producción ganadera....23
4 ¿Cómo evaluar las emisiones y captura de gases de efecto invernadero en sistemas ganaderos?....26
4.1 Métricas en la evaluación de las emisiones de GEI....26
4.2 Metodologías utilizadas para la evaluación de emisiones en laboratorio y campo....27
4.3 El modelaje como herramienta para la toma de decisiones....30
4.4 El análisis de ciclo de vida (ACV)....31
5 Innovaciones tecnológicas para la intensificación de sistemas ganaderos, su adaptación al cambio climático y la mitigación de la emisión de GEI....32
5.1 Manejo del recurso suelo en sistemas ganaderos....32
5.2 Rehabilitación de pasturas degradadas....33
5.3 Manejo racional intensivo de las pasturas....35
5.4 Implementación de opciones silvopastoriles....36
5.5 Manipulación de la fermentación ruminal para reducir emisiones de GEI de origen entérico....37
5.5.1 Manejo de los componentes de la dieta....37
5.5.2 Rol de los metabolitos secundarios....39
5.5.3 Utilización de enzimas exógenas....41
5.5.4 Uso de levaduras....42
5.5.5 Uso de ionóforos....43
5.5.6 Uso de otros aditivos en la dieta....43
5.5.7 Vacunación e inoculación....44
5.6 Selección genética para reducir las emisiones de metano entérico....45

5.7 Alimentación en períodos críticos....46
5.7.1 Uso de residuos de cultivo....46
5.7.2 Uso de forrajes conservados....47
5.8 Selección y utilización de genotipos animales adaptados....47
5.9 Aprovechamiento racional del recurso hídrico....48
5.10 Manejo integral de excretas y otros residuos....50
5.11 Uso de fertilizantes inorgánicos....55
5.12 Manejo animal y de salud del hato....56
6 Intervenciones institucionales y de políticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones....58
7 Los vacíos de información y los retos para la intensificación sostenible de la producción ganadera en ALC....61
Referencias....63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Impacto de la degradación de pasturas sobre la carga animal, la producción de leche por vaca y por hectárea, y el ingreso por hectárea (Adaptado de (Betancourt *et al.* 2007))....19
Cuadro 2. Efectos del cambio de una pastura naturalizada (Pasto ratana) a una mejorada (Pasto Caimán) manejada en pastoreo rotacional intensivo (PRI) sobre la densidad aparente del suelo, materia orgánica y carbono orgánico en el suelo, y la carga animal en el trópico húmedo de Costa Rica (Abarca *et al*, datos no publicados)....36
Cuadro 3. Algunas especies herbáceas y leñosas perennes de uso forrajero de zonas templadas y tropicales en las que se han detectado contenidos de taninos y saponinas.....41
Cuadro 4. Efecto relativo de los ionóforos (como % del control) en animales en crecimiento alimentados en confinamiento (Nicodemo 2001).....43
Cuadro 5. Contribución potencial de algunas innovaciones a la adaptación y mitigación del cambio climático en sistemas ganaderos y su potencial de aplicación en sistemas de agricultura familiar....57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambios de uso de la tierra en ALC entre los años 1770 y 2005 (Basado en datos presentados por UI-UC/ATMO, 2018)....16
Figura 2 Distribución de las áreas críticas de deforestación y reforestación en los principales biomas en ALC, entre el 2001 y el 2010 (Aide et al. 2013)....18
Figura 3. Emisión de metano y óxido nitroso por los sistemas de producción agropecuaria en América Central, para el período 1990 - 2000 (Pezo *et al.* 2012b)....22
Figura 4 Cambios relativos en las áreas potencialmente aptas para el crecimiento de forrajeras de zona templada y tropical, en función de cambios moderados (RCP 4,5) y extremos (RCP 8,5) en el clima entre el presente y el año 2050....24
Figura 5. Cambios en la distribución potencial de las áreas aptas para ryegrass (*Lolium perenne*) en América Latina y el Caribe, entre el presente y el año 2050, en función de dos escenarios de cambio climático (RCP 4,5 y 8,5).....25
Figura 6. Emisiones de GEI (TM de CO_{2equiv}) a nivel global, en función de especies animales (Gerber *at al.* 2013c).....26

Figura 7. Intensidad de emisiones de GEI (kg de CO_{2equiv} por kg de proteína) para diferentes rubros de origen animal (Gerber *at al.* 2013c). 27
Figura 8. Diagrama de una cámara respiratoria de circuito abierto para analizar gases (Storm et al, 2012). 28
Figura 9. Ilustración del uso de la técnica de marcador SF_6 bajo condiciones de pastoreo (Storm et al, 2012). 29
Figura 10. Diseño de una cámara de muestro de GEI en el suelo (Saldaña-Munive *et al.* 2014) 30
Figura 11. Diagrama conceptual de los componentes, almacenes y flujos de C y N en un sistema ganadero que incluye pastoreo (Del Prado *et al* 2013) 31
Figura 12. Límites del sistema para el ACV en el sector lechero (Gerber *et al.* 2011) 32
Figura 13. Oportunidades de mitigación de metano a partir de las excretas del ganado (Adaptado de: Montes et al. 2013) 52
Figura 14. Oportunidades para mitigar el óxido nitroso de las excretas del ganado (Adaptado de: Montes *et al.* 2013) 53
Figura 15. Sistema de gestión de excretas sólidas y liquidas con inclusión de un biodigestor (Fuente: Lombo *et al*. 2015) 55

GLOSARIO

ALC	América Latina y el Caribe
ACV	Análisis de ciclo de vida
ALPA	Asociación Latinoamericana de Producción Animal
BCM	Bromo-cloro-metano
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
C_4	Gramíneas tropicales con metabolismo fotosintético tipo C4
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CH_4	Metano
CO2	Dióxido de carbono
COS	Carbono orgánico
EVC	Análisis de Vulnerabilidad Climática y de Capacidad
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (*Food and Agriculture Organization*).
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
GEI	Gases de Efecto Invernadero.
GHG	*Greenhouse Gas (*término de inglés de Gases de Efecto Invernadero)
GRA	Alianza Global de Investigación (en inglés *Global Research Alliance)*
IBN	Inhibidores Biológicos de la Nitrificación
IFSM	*Integrated Farm System Model*
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)
LIFESIM	Modelo de Simulación de Alimentación del Ganado (en inglés *Livestock Feeding Simulation Model)*
NAMA	Acciones Apropiadas de Mitigación a Nivel Nacional
MO	Materia orgánica
N_2O	Óxido nitroso
NH3	Amonio
PRI	Pastoreo rotacional intensivo
OGM	Organismos genéticamente modificados
RCA	Residual de consumo de alimentos
RUSITEC	Técnica de Simulación de Rumen (en inglés *Rumen Simulation Technique)*
SSP	Sistemas silvopastoriles
TERRASTAT	Modelos y Bases de Datos sobre Recursos de Tierra a Nivel Global (en inglés Global Land Resource GIS Models and Databases (FAO, Land and Water Division)
TM	Toneladas métricas

ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE LOS SISTEMAS GANADEROS Y DE LA ADAPTACIÓN / MITIGACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos 50 años la demanda por proteínas de origen animal en América Latina y el Caribe (ALC) se ha incrementado como consecuencia del crecimiento de la población, la mejora en el nivel de ingreso per cápita y la movilización de parte de la población rural a las ciudades, y se sabe que estos dos últimos factores inciden en el incremento del consumo per cápita de leche, carne y otros alimentos de origen pecuario (Delgado *et al.* 1999). Adicionalmente, ALC es un exportador neto de productos pecuarios, y el crecimiento económico especialmente en los países emergentes (p.e. China, Rusia) ha tenido impacto en el incremento de las exportaciones a esos mercados. En el caso de la carne, ALC aporta un 30% de la demanda global, con los países suramericanos (p.e. Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Colombia) contribuyendo un 80%, y el 20% restante proviene de México y Centroamérica. Las exportaciones intrarregionales de carne son también importantes, en algunos casos de manera ilegal a través de puntos ciegos en las fronteras, con los consiguientes riesgos sanitarios. En el caso de la leche, Mesoamérica y el Caribe, todos los países con excepción de Costa Rica, son importadores netos de leche, mientras que Suramérica pasó de importador neto en 1993 a exportador neto en el 2013, siendo Argentina y Uruguay los principales exportadores.

Para responder a esos incrementos en demanda, en la mayoría de los casos ha primado la expansión de las áreas dedicadas a pasturas, generalmente a expensas del bosque, pues los incrementos en eficiencia productiva (i.e., kg de producto por animal) y en la capacidad de soporte de las pasturas (i.e., cabezas por hectárea) han sido limitados. Es más, en muchos casos estos se han visto fuertemente limitados por la degradación de las pasturas, como resultado de decisiones inadecuadas en el manejo. En otros casos la expansión de la ganadería a nuevas áreas ha sido el resultado del desplazamiento de esta por otras actividades agrícolas, como es el caso de la producción de soya y de palma aceitera en varios países de Suramérica y algunos de Mesoamérica. En consecuencia, hay urgencia para la intensificación de los sistemas ganaderos en ALC, pero al mismo tiempo reconociendo la necesidad de atenuar y mitigar los impactos del cambio climático.

Para que los sistemas de producción de rumiantes sean competitivos, es necesario rehabilitar las áreas con pasturas degradadas que tienen potencial para el uso ganadero intensivo, liberando aquellas que tienen mayor vocación para otros propósitos, como es la conservación y la producción de servicios ecosistémicos. En las áreas rehabilitadas, debe mejorarse el manejo y la eficiencia de uso intensivo de los recursos productivos (i.e., suelos, agua, animales, pastos, leñosas y cultivos) para incrementar la productividad de los sistemas pastoriles, mixtos (cultivos-animales) o silvopastoriles, pero al mismo tiempo mejorando la resiliencia al cambio climático, aumentando la captura de carbono y reduciendo las emisiones de GEI.

No hay una sola intervención que pueda conducir a la intensificación sostenible de la ganadería en el contexto del cambio climático; por el contrario, siempre hay que buscar sinergias entre diversas intervenciones, las cuales pueden ser de tipo normativo-institucional o tecnológico. Algunas de las intervenciones tienen aplicabilidad amplia, mientras otras sólo funcionarán en ciertos sistemas y bajo condiciones determinadas.

Hay muchos desafíos de orden institucional para lograr la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos bajos en emisiones en ALC, entre los que destacan:

- Fortalecer la temática de ganadería climáticamente-inteligente, los enfoques holísticos y el trabajo interdisciplinario al interior de las instituciones responsables de la educación e innovación tecnológica (investigación y transferencia de tecnología);

- Identificar las opciones de intensificación climáticamente inteligente que se adaptan mejor a las condiciones agroecológicas y las características de cada estrato de productores y de los sistemas de producción prevalentes;
- Desarrollar incentivos económicos y normativos, así como líneas de crédito específicas que contribuyan a promover la intensificación sostenible y la adaptación/mitigación del cambio climático en sistemas ganaderos.

Las intervenciones para la intensificación sostenible de la ganadería dentro del contexto del cambio climático pueden ser a nivel de las unidades de producción, de territorios, o de los diferentes nodos de las cadenas productivas. Entre las intervenciones a nivel de finca y de otros nodos de la cadena productiva se pueden mencionar:

- Prevención de pérdidas de suelo por erosión utilizando estrategias de agricultura de conservación, en el establecimiento de pasturas y en el manejo de pastos de corte.
- Utilización de genotipos de pastos y otros cultivos forrajeros adaptados a las restricciones bióticas y abióticas en cada finca particular.
- Manejo racional intensivo de las áreas de pastoreo para asegurar el uso eficiente del recurso forrajero y la persistencia de las pasturas, y así reducir la dependencia de insumos externos.
- Implementación de opciones silvopastoriles que se adapten a las condiciones de finca, tanto para mejorar la productividad animal a través de mejoras en la dieta o previniendo el estrés calórico. Adicionalmente, como alternativa para diversificar y mejorar el ingreso, reducir las emisiones de GEI incrementando la captura de carbono, así como la generación de otros servicios ecosistémicos en las empresas ganaderas.
- Mejora en el manejo y utilización de los recursos alimenticios disponibles como complemento del pasto, en especial durante los períodos críticos.
- Selección y utilización de genotipos animales adaptados a las condiciones agroecológicas y de manejo prevalentes en las unidades de explotación.
- Monitoreo de enfermedades emergentes y manejo de la salud del hato
- Mejoras en infraestructura productiva que contribuyan a mejorar el bienestar de los animales, faciliten el manejo y aseguren la higiene del proceso de producción y la inocuidad de los productos animales.
- Aprovechamiento racional del recurso hídrico, lo que en muchos casos puede incluir la cosecha de agua.
- Manejo integral de excretas y otros residuos, para incrementar el reciclaje de nutrimentos, mejorar la eficiencia de estos procesos, y reducir los impactos de la contaminación especialmente en los sistemas más intensivos. Además, estas estrategias pueden ayudar a reducir la dependencia de insumos externos y de energía fósil.
- Decisiones sobre el manejo del hato para incrementar la eficiencia productiva

Entre las de aplicación a nivel territorial se citan:

- Reducción de las tasas de deforestación y el incremento de la cobertura arbórea a través de planes de reforestación o de promoción de la regeneración natural en áreas que dejan el uso agrícola.
- Rehabilitación de pasturas degradadas en áreas con potencial para la producción intensiva y cambio de uso en aquellas que no muestran un potencial adecuado.

- Protección de suelos en zonas vulnerables, como son los terrenos de pendiente con riesgos de deslizamientos.
- Diseño y promoción de políticas e incentivos financieros y de mercado que contribuyan a la intensificación sostenible de la producción ganadera.
- Reforzamiento de los sistemas de investigación y extensión pecuaria con miras al desarrollo y puesta en marcha de innovaciones que contribuyan a incrementar la productividad en forma sostenible, a mejorar la resiliencia al cambio climático y a reducir las emisiones de GEI.
- Mejora en los sistemas de información (climáticos, de mercados, etc.) y de previsión de riesgos.
- Empoderamiento de los actores a través de acciones colectivas para la experimentación y el aprendizaje participativo, así como para mejorar el acceso a mercados.

Detalles de cada una de las intervenciones propuestas, las limitaciones para su implementación y los posibles beneficios de su aplicación se discuten en el documento.

Algunas áreas donde se requiere mayor investigación/difusión con relación a las emisiones de GEI son:

- La generación y uso de metodologías prácticas para la estimación de las emisiones potenciales de GEI por métodos in vitro y mediciones directas en campo, así como la captura de carbono en el suelo, la biomasa radicular y aérea.
- La evaluación de especies forrajeras locales que contienen compuestos bioactivos (p.e., polifenoles, saponinas) y provocan cambios en el ecosistema ruminal, contribuyen a reducir la actividad metanogénica y la degradación de la proteína dietética, o que ayudan a incrementar el uso del amonio liberado en la fermentación de alimentos.
- La identificación y el manejo de recursos alimenticios de diferente calidad nutritiva para mejorar la digestibilidad de la dieta, y por ende reducir las emisiones de CH_4.
- El uso de genotipos animales adaptados y que muestren potencial para reducir la intensidad de emisiones de GEI.
- El manejo de las excretas para reducir las emisiones de GEI (en especial N_2O), incluyendo el uso de inhibidores de ureasa, digestores anaeróbicos, la frecuencia y oportunidad de distribución de purines.
- La evaluación del impacto sobre el suelo de las aplicaciones continúas de estiércol y cuantificación del impacto económico de los efectos de la polución existente y sus medidas de mitigación, especialmente en las unidades de producción intensiva.
- El desarrollo y adaptación de modelos para los Análisis de Ciclo de Vida de las emisiones de GHI, bajo diferentes opciones de producción y niveles de intensificación, y bajo diferentes condiciones agroecológicas.

EXECUTIVE SUMMARY

In the last 50 years, the demand for proteins of animal origin in Latin America and the Caribbean has increased in response to population growth, improvement in per capita income and the growth of the urban population. It is known that the last two factors result in increases on the per capita consumption of milk, meat and other sources of animal proteins. In addition, LAC is a net exporter of animal products, and the economic growth in the emergent countries (i.e., China, Russia) has resulted in increased exports to those countries. In the case of beef, LAC contributes with 30% to the global demand, with South America countries such as Brazil, Argentina, Uruguay, Paraguay and Colombia contributing 80% of total exports, whereas the rest comes from Mexico and Central America. Intraregional beef exports are also important, and in some cases, there is illegal trading with the associated health risks. In the case of milk, Central America, Mexico and the Caribbean countries are net importers, whereas South America became net exporter in 2013, being Argentina and Uruguay the main milk exporters in the region.

As increases in productive efficiency (i.e., production per animal) and pastures´ carrying capacity (i.e., animals per hectare) in most LAC countries were very limited, pasturelands expanded into mostly forested areas, to respond to the growth in beef and milk demand. Moreover, productivity has been strongly limited by pasture degradation and poor grassland management. In some South American countries and Central America, livestock production was displaced by crops such as soybean and oil palm. Consequently, there is a need for the intensification of livestock production in LAC but considering the need for interventions that could contribute to climate change mitigation and adaptation.

The rehabilitation of degraded pastures in areas with potential for intensive livestock production is a must before implementing competitive ruminant systems or releasing areas adequate to other uses such as conservation and production of ecosystem services. In rehabilitated areas covered by pastures, management need to be improved aiming at a more intensive and sustainable use of resources (i.e., soil, water, animal, pastures, annual crops and woody perennials) to enhance productivity in pastoral, mixed (crop-livestock) and silvopastoral systems. At the same time there is a need to improve resilience to climate change, reduce GHG emissions and increase carbon stocks.

There is no a single innovation capable to achieve sustainable intensification in the context of climate change when applied alone; by the contrary, there is a need for finding synergies between several interventions, which could be either technological, institutional or regulatory. Some interventions might be widely applicable, whereas others will be specific to certain livestock systems and conditions.

There are also a number of institutional challenges to achieve the sustainable intensification of low-C emission livestock systems in LAC, such as:

- The need to strengthen climate-smart livestock production approaches promoting holistic and inter-disciplinary work within education and technology innovation (research and technology transfer institutions).
- The need to identify climate-smart intensification options that fit agroecological conditions and farmers and farming typologies prevalent in LAC.
- The opportunity to design economic and regulatory incentives, as well as specific credit lines for promoting the sustainable intensification and climate change adaptation/mitigation of the prevalent livestock systems in LAC.

Proposed interventions for sustainable intensification of livestock production in the context of climate change could be applicable at the farm level, at a given territory (i.e., watershed), or at any link or node in the value chains. Among those interventions applicable at the farm level or other nodes of the value chains, the following are probably the most relevant:

- To prevent soil erosion using agricultural conservation strategies in pasture establishment and management, either under grazing or cut and carry systems.
- To use pasture and forage crops genotypes adapted to the prevalent biotic and abiotic constraints in a given agroecology.
- To apply rational intensive grazing systems leading to the efficient use of forage resources and reducing dependence on external inputs.
- To implement silvopastoral options better adapted to farm conditions aimed at enhancing animal productivity by improving diet quality and reducing animal heat stress. In addition, diversify and improve income, reduce GHG emissions increasing carbon sinks and generating other ecosystem services.
- To improve the management and utilization of other feed resources that are complementary to pastures, especially in critical periods of forage scarcity.
- To select and utilize animal breeds or crosses adapted to prevalent agroecological and management conditions.
- To monitor emergent diseases related to climate change, and to establish a preventive herd health program.
- To improve the productive infrastructure needed for proper animal management, and welfare, as well as assuring hygiene and food safety of animal products.
- To facilitate the rational utilization of water, including harvesting techniques.
- To promote the integrated management of animal excreta and other residues to increase and enhance the efficiency of nutrient cycling and reduce pollution. These interventions could also help to reduce dependence on external inputs and fossil energy in livestock farms.
- To implement herd management decisions for enhancing animal productivity.

Among territorial interventions, the following could be considered:

- To control deforestation rates and enhance forest cover through reforestation with planted species or natural tree regeneration in agricultural areas.
- To rehabilitate degraded pastures in those areas with potential for intensive livestock production, and to change land use in those not appropriate for intensification.
- To protect soils in vulnerable areas, such as in steep slopes prone to landslides.
- To design and promote financial and market incentives that contribute to the adoption of innovations leading to sustainable intensification of livestock production.
- To strengthen innovation geared to intensive livestock production systems less vulnerable to climate change and capable to reduce GHG emissions.
- To improve climate, market and risk management information systems.
- To empower value chain actors through collective actions and better access to knowledge and markets.

Later in this report, details related to each one of the proposed interventions are presented, including potential limitations for and benefits of their application.

Some areas that need further research and extension efforts, particularly in relation to GHG emissions are:

- To develop and make available the use of practical methodologies for the estimation of GHG emissions using either in vitro or field techniques, as well as carbon sequestration in soils, roots and aerial biomass.

- To evaluate local forage species containing bioactive compounds (i.e., phenolic compounds, saponins) that affects the rumen ecosystem and could reduce the methanogenic activity and dietary protein degradation or help to improve the use of ammonia released during feed fermentation in the rumen.
- To promote the management of feed resources differing in nutritive value for improving fiber digestibility, reducing methane emissions.
- To evaluate the use of adapted animal breeds and their impact in reducing methane emissions intensity.
- To promote excreta management interventions aimed at reducing GHG emissions (especially nitrous oxide), including the use of urease inhibitors, anaerobic digestors, as well as the proper use and distribution of purines.
- To assess the impact of continuous excreta applications in the soil, and the economic impact of pollution and mitigation measures, especially in industrial livestock systems.
- To develop/adapt simulation models for life cycle analysis of GHG emissions under different production and intensification options and different agroecological conditions.

1 DINÁMICA DE LA POBLACIÓN HUMANA Y ANIMAL, Y SUS EFECTOS EN EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES

1.1 LA "REVOLUCIÓN GANADERA"

A finales de la década de los 90s, se acuñó el término "Revolución Ganadera" para referirse al incremento continuo en la demanda de alimentos de origen pecuario como consecuencia del crecimiento de la población, la mejora en el nivel de ingreso per cápita y la movilización de parte de la población rural a las ciudades. Se sabe que estos dos últimos factores inciden sobre el aumento en el consumo per cápita de proteínas de origen animal (Delgado *et al.* 1999; Delgado 2003).

Los datos de los últimos 50 años evidencian que la demanda por proteínas de origen animal ha aumentado significativamente en la mayoría de países en desarrollo (Van Zanten *et al.* 2016; Godfray *et al.* 2018; Van Zanten 2018), y América Latina y el Caribe (ALC) no han sido la excepción. De hecho en ese período, la población humana se incrementó 2,5 veces (de 260 a 639 millones) y la población rural disminuyó de 45,9 al 19,9% (FAOSTAT 2017). No fue posible conseguir información para ese período respecto al ingreso per cápita, pero entre 1990 y el 2016 el ingreso promedio per cápita en ALC se incrementó de US$ 6.185 a US$ 8.872 (CEPAL Comisión Económica para América Latina 2016). Este incremento en ingreso se ha reflejado en aumentos en el consumo per cápita de alimentos de origen animal, pero con algunas diferencias entre regiones. Así, el incremento en el consumo per cápita de carne fue mayor en Suramérica que en Centroamérica (2,4 vs. 0,36 veces, respectivamente); en contraste, el incremento en el consumo de leche fue mayor en Centroamérica que en América del Sur (0,87 vs. 0,69 veces). Pero en todas las regiones en el mismo período hubo un incremento extremadamente alto en el consumo de carne de ave (7,9, 5,2 y 14,1 veces para Centroamérica, el Caribe y Sur América, respectivamente), mayormente debido a políticas que favorecieron el crecimiento del sector de monogástricos al facilitar el acceso a granos más baratos, pese a que estos son importados en la mayoría de los países en ALC.

La población de bovinos en ALC prácticamente se duplicó en los últimos 50 años, de 201 a 418 millones de cabezas, pero el área en pasturas solo cambió de 461 a 560 millones (FAOSTAT 2017); por lo que la carga animal creció de 0,44 a 0,75 animales ha^{-1}, valores que están muy por debajo de lo que sería una carga óptima para la mayoría de pasturas tropicales y de zona templada, excepto para los ecosistemas semiáridos.

Otro aspecto para tomar en cuenta es que ALC es un exportador neto de productos agrícolas en general; consecuentemente el incremento en la demanda de productos animales fuera de la región también ha tenido un impacto en el crecimiento del sector ganadero. En el caso de la carne bovina, ALC cubre aproximadamente el 30% del comercio mundial, con Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Colombia como los principales exportadores (80% del total) y el 20% restante aportado por México y América Central (Chaherli y Nash 2013). Sin embargo, algunas restricciones para la exportación de carne han llevado a países tales como Argentina y Brasil a reducir el tamaño del hato nacional, pero ese no ha sido el caso de Uruguay (McConnell y Mathews Jr 2008; Chaherli y Nash 2013).

Las exportaciones/importaciones intrarregionales son importantes, a menudo parte del comercio legal, pero en otros es ilegal a través de puntos sin control en las fronteras. Por ejemplo, en América Central -con excepción de Costa Rica y Panamá- hay un movimiento de animales en pie hacia México, en muchos casos de manera ilegal con los riesgos asociados a la transmisión de enfermedades en ausencia de controles sanitarios.

En cuanto a la leche, América Central y el Caribe excepto Costa Rica, son importadores netos de leche, mientras Suramérica pasó de importador en 1993 a exportador neto en el 2013, siendo Argentina y Uruguay los principales exportadores (FAOSTAT 2017). Otro aspecto a considerar es que el sector lechero en ALC está altamente fragmentado, pero hay una tendencia a la consolidación de unos pocos actores grandes, así como el cambio de los centros de toma de decisiones hacia las áreas urbanas, donde están las oficinas centrales de las grandes empresas multinacionales y locales (Dirven 1999). Una gran proporción de la

producción lechera está en manos de pequeños productores, existe entonces una gran variabilidad en cuanto a escala, sofisticación de los sistemas y su contribución a la economía (Duff y Padilla 2015).

Cuando se ha comparado la contribución en emisiones de GEI a nivel global se ha visto que ALC aporta el 23,8% del CH_4 entérico, siendo solo superado por Asia, además contribuye un 7,2% del CH_4 y el 5,2% del N_2O provenientes de excretas. Ahora bien, cuando se relacionó la emisión de CH_4 entérico con la producción de productos pecuarios, ALC fue de las *regiones* menos eficientes, superando solo a África (O'Mara 2011). Esto sugiere que la región tiene un reto importante en la búsqueda y aplicación de opciones de mitigación para reducir la intensidad de las emisiones (kg de GEI/kg de producto animal), más aún cuanto se prevé que la población ganadera va a seguir creciendo en la región.

1.2 LOS CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA

Los cambios de uso de la tierra ha sido un proceso continuo como resultado del crecimiento de la población y la colonización de nuevas áreas, entre otros factores. Los análisis históricos de estos cambios muestran que después de la independencia de la mayoría de los países -antes de 1850- comenzó a crecer el área destinada a pasturas (Figura 1), mayormente a expensas de los bosques tropicales caducifolios de hoja ancha, y los cambios se hicieron bastante más importantes a inicios del Siglo XX, cuando también se empezó a disturbar el bosque tropical siempre verde de hoja ancha. A inicios de los 60s, la disminución de estos bosques se hizo más importante, con el consiguiente incremento en las áreas dedicadas a cultivos y pasturas (UI-UC/ATMO 2018). En cambio, en todo este período prácticamente no cambió el área dedicada a pastizales naturales.

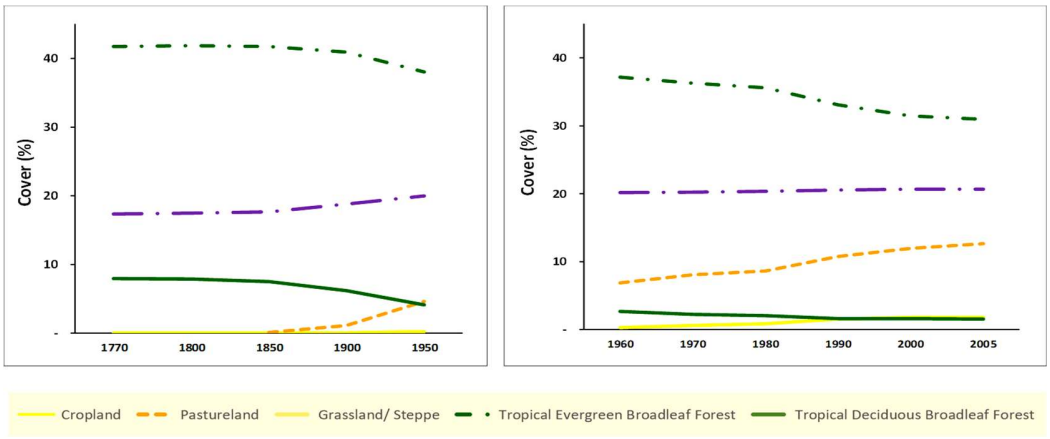


Figura 1. Cambios de uso de la tierra en ALC entre los años 1770 y 2005 (Basado en datos presentados por UI-UC/ATMO, 2018)

Varios estudios han documentado la deforestación que ha ocurrido en ALC en diferentes épocas, pero con frecuencia estos se presentan a nivel local o nacional, enfatizando las áreas críticas[1], y las posibles causas de esos cambios. Por ejemplo, en Costa Rica la deforestación se inició en los 40s y siguió a una tasa relativamente alta entre 1960 y 1990 (Ibrahim *et al.* 2010b). A principios de los 80s se puso atención a la conexión entre la expansión del área en pasturas en América Central y la pérdida de bosques tropicales a través de la denominada "conexión de la hamburguesa", lo cual resultó eventualmente en la prohibición de las importaciones de carne de Costa Rica por una de las cadenas de restaurantes más grandes en Estados Unidos (Szott 2000). Sin embargo, la expansión del sector cárnico en América Central se detuvo en la segunda mitad de la década de los 80, debido a la disminución de los precios de la carne en el mercado mundial, la presión de los grupos ambientalistas que provocó se detuvieran los subsidios y créditos blandos

[1] "*Hot-spots*" en la literatura en inglés.

para el sector, el incremento de la competencia internacional, la violencia rural debida a las guerras internas, así como a cambios en las preferencias dietéticas, entre otros factores (Kaimowitz 1996).

En contraste, Brasil ha sido el líder en deforestación, eliminando en promedio 19,500 km^2 $año^{-1}$ entre 1996 y el 2005 (Nepstad *et al.* 2009), con el 92% de esa deforestación en la región Amazónica (Ibrahim *et al.* 2010b). Inicialmente la expansión de las áreas dedicadas a la ganadería en Brasil fue para responder a la demanda interna de carne (Hoelle 2017), pero luego la presencia de la enfermedad de la "Vaca Loca" en Europa, acompañado de los avances para controlar la fiebre aftosa en Brasil, les permitió abrir el mercado europeo. Sin embargo, esfuerzos posteriores para conectar la detención de la deforestación en la Amazonía con los programas para reducir las emisiones de GEI a nivel global, ha llevado a reducir las tasas de deforestación (Nepstad *et al.* 2009).

Lo cierto es que, entre el 2001 y el 2010, en ALC se ha presentado tanto deforestación como reforestación a niveles importantes (Figura 2). En el Caribe (Cuba, Puerto Rico y Haití), en México y América Central (mayormente en Honduras, Costa Rica y El Salvador) ha habido una ganancia neta de áreas en bosques; en cambio, en el este de Nicaragua, el Noreste de Honduras y el Petén en Guatemala ha habido una importante deforestación (Austin 2010). La deforestación neta también ha prevalecido en Suramérica, donde Argentina, Brasil, Paraguay y Bolivia son responsables del 80% del total regional; mientras que Colombia y Venezuela fueron los países con las mayores ganancias netas de áreas de bosques (Aide *et al.* 2013).

La expansión de las áreas en pastos sacrificando bosques para la producción ganadera extensiva ya no es una opción en ALC; sino que esta debe cambiar de la ruta de degradación de los capitales natural y social, hacia una que genera productos (leche, carne, madera) a la vez que se mantienen los atributos de los ecosistemas para proveer servicios ecosistémicos, incluyendo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de la vulnerabilidad al cambio climático (Murgueitio *et al.* 2011). Cabe anotar sin embargo, que además en algunos casos este problema se agudiza porque la ganadería es desplazada por cultivos hacia tierras marginales (Graesser *et al.* 2015). Entre los pilares para ese cambio de paradigmas en los procesos de producción se citan:

i. El incremento en la disponibilidad, calidad, diversidad y persistencia de la biomasa forrajera,

ii. El control de la degradación de suelos y la promoción de su recuperación,

iii. La protección y el uso racional del recurso hídrico,

iv. El uso de genotipos animales adaptados a las condiciones agroecológicas y de manejo dominantes,

v. La aplicación de principios agroecológicos y económicos en la toma de decisiones sobre la gestión de los recursos a los que tienen acceso el productor y su familia, y

vi. El establecer metas en cuanto a la mejora de la productividad animal (en kg ha^{-1}), antes que la producción por animal.

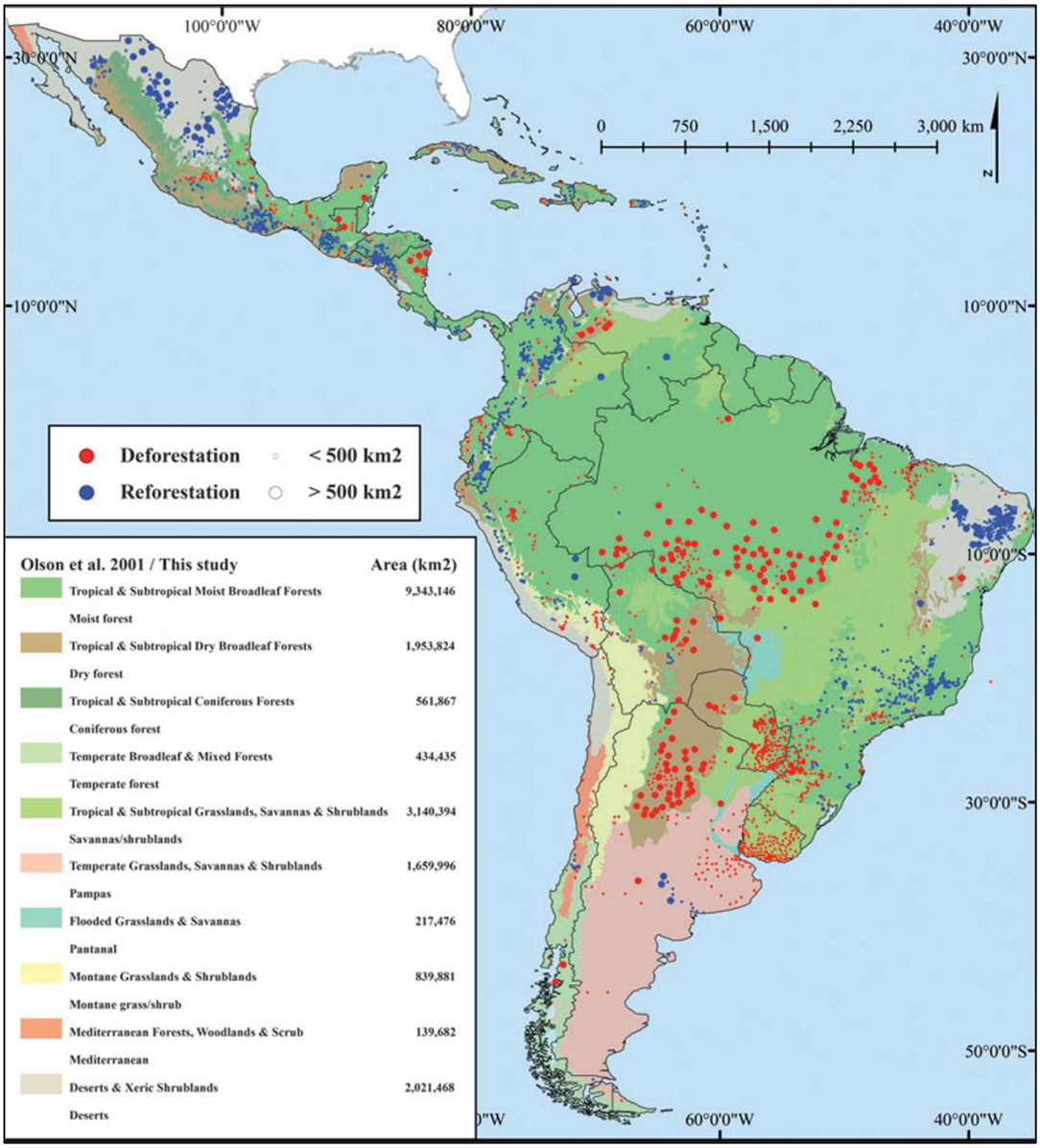


Figura 2 Distribución de las áreas críticas de deforestación y reforestación en los principales biomas en ALC, entre el 2001 y el 2010 (Aide et al. 2013)

La mejora del componente forrajero (i) es un requisito para que se den (ii) y (iii), especialmente si la cobertura vegetal incluye una combinación de herbáceas y leñosas, las cuales contribuyen a incrementar la fotosíntesis, mejorar el reciclaje de nutrimentos, recuperar la biota y fertilidad del suelo, y aumentar la biodiversidad (Solorio *et al.* 2017). Sin embargo, para el logro de la intensificación sostenible debe considerarse no solo el componente forrajero, sino la gestión holística de todos los otros componentes del sistema pecuario, no solo a nivel de la unidad de producción sino también en los otros nodos de las cadenas de producción.

1.3 LA DEGRADACIÓN DE PASTURAS

La degradación de pasturas es un problema que enfrenta la ganadería en toda la región, pues se estima que un 50-80% de las áreas en pasturas presentan algún grado de degradación (Szott et al. 2000; Días-Filho 2007), lo cual no es exclusivo de las pasturas sembradas, sino también en los pastizales naturales y naturalizados. Es más, en el caso de las pasturas mejoradas a menudo se acepta como un fenómeno natural que éstas se deben degradar unos 5 a 7 años después de establecidas (Holmann et al. 2004). El problema de la degradación de pasturas se ha venido agudizando cada año (Pezo *et al.* 1999), pues -al menos en el caso de América Central- se estima que la tasa anual de degradación de las pasturas sembradas supera ampliamente a la de renovación de pasturas (12 vs. 5% año^{-1}, respectivamente).

Las causas de la degradación de pasturas son muchas y muy complejas. Estas se han agrupado en: (a) fallas en la selección de especies y en el establecimiento de pasturas; (b) manejo inadecuado de las pasturas, p.e., la falta de fertilización, el uso inadecuado del fuego; (c) fallas en el manejo del pastoreo, p.e., sobrepastoreo, falta de períodos adecuados de descanso; (d) factores bióticos, p.e., presencia de plagas y enfermedades; y (e) factores abióticos, p.e., exceso o déficit de lluvias, fallas en drenaje y baja fertilidad de los suelos (Dias-Filho 2007). Este problema se puede hacer más agudo cuando se moviliza la producción ganadera hacia zonas marginales con suelos más pobres y con mayor fragilidad ambiental (Szott 2000).

La degradación de pasturas no sólo tiene implicaciones importantes desde el punto de vista productivo y económico, sino también ecológico, pues resulta en una reducción en la captura de carbono, mayor intensidad de emisión de CH_4, pérdida de biodiversidad, erosión y compactación de suelos (Ibrahim *et al.* 2005; Pezo 2017). Es más, al reducirse la capacidad de soporte de las pasturas como consecuencia de la degradación, los productores tienden a deforestar nuevas áreas para establecer pasturas y así mantener los animales existentes, más las demandas resultantes del crecimiento natural del hato (Pezo *et al.* 1999; Acosta *et al.* 2013; Pezo 2016).

Para cuantificar el impacto de la degradación de pasturas sobre la productividad y la economía del productor en el caso de las pasturas de *Brachiaria brizantha* en El Petén, Guatemala, (Betancourt *et al.* 2007) estimaron cuánta leche podía obtenerse de vacas de doble propósito que tenían acceso a pasturas bien manejadas y de aquellas que pastoreaban potreros con diferentes niveles de degradación. En el caso de pasturas muy severamente degradadas el animal reducía su producción por lactancia en un 34 ± 19% (Cuadro 1), pero dado que la disponibilidad de pasto también se reduce con la degradación, entonces la capacidad de soporte de las pasturas también se ve fuertemente afectada reduciendo la carga animal de 2,0 hasta 0,5 vacas ha^{-1}, y todo esto resultó en una disminución en el ingreso de US$ 737 ha^{-1} año^{-1}.

Cuadro 1. Impacto de la degradación de pasturas sobre la carga animal, la producción de leche por vaca y por hectárea, y el ingreso por hectárea (Adaptado de (Betancourt *et al.* 2007)).

Nivel de Degradación	Carga animal UA/ha	Producción de leche (l/vaca/año)	Reducción en producción de leche (%/vaca)	Reducción ingreso US$/ha/año[1]
Ninguna	2,0	1582 ± 78	--	--
Leve	1,7	1474 ± 27	7 ± 3	184,30
Moderada	1,3	1395 ± 90	12 ± 8	378,14
Severa	1,0	1245 ± 118	21 ± 8	537,32
Muy severa	0,5	1060 ± 300	34 ± 19	737.52

[1]Precio de leche pagado al productor US$ 0,28/kg

Cuando se aplicó el mismo enfoque para analizar el impacto de la degradación de pasturas sobre el comportamiento de novillos en crecimiento, la reducción en ganancia de peso por animal bajo la condición de pasturas muy degradadas *versus* pasturas de buena condición fue del 43 ± 9%, y la reducción en el ingreso fue de US$ 579 ha^{-1} año^{-1}. En otro estudio (Holmann *et al.* 2004) solicitaron a productores y técnicos

en Honduras que indicaran cuánto podrían dejar de producir sus animales como consecuencia de la degradación de pasturas, y ellos estimaron niveles de reducción del 48 y 37% en la producción de leche y carne por hectárea, respectivamente. En el caso de Honduras solamente se ha estimado que a nivel de país se dejaba de percibir anualmente US$ 94 millones de ingresos por leche y US$ 66 millones por carne, como consecuencia de la degradación de pasturas (Holmann *et al.* 2004), y esas cifras no consideran la valoración de las externalidades negativas relacionadas con la degradación de pasturas. En contraste, el costo de la renovación de las pasturas degradadas a nivel de país era de US$ 57 a 84 millones, es decir sólo con la mejora en producción de un año se cubrían los costos de renovación de pasturas degradadas en Honduras.

Hay una diversidad de especies forrajeras para las zonas tropicales y templadas en ALC que pueden usarse para la rehabilitación de áreas degradadas (Peters *et al.* 2012); sin embargo, los problemas de degradación de pasturas se volverán a presentar si se siembran especies y variedades no adaptadas a las condiciones de sitio, hay fallas durante la fase de establecimiento o se hace un manejo inadecuado del pastoreo, entre otros factores (Pezo 2017).

2 LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE MANEJO GANADERO Y SUS IMPACTOS SOBRE EL AMBIENTE

2.1 EL RECURSO SUELO

La degradación de tierras provocada por la deforestación, el sobrepastoreo y las prácticas inapropiadas de irrigación afecta aproximadamente un 16% de las tierras en América Latina y el Caribe (UNEP 2007). El problema es más severo en América Central y México, donde afecta el 26% del territorio, mientras que en Suramérica apenas un 14% (Metternicht *et al.* 2010). Estos valores están bastante por debajo de los citados en TERRASTAT donde se dice que más del 81% de los suelos en América Central están degradados o muy degradados (FAO 2010), pero obviamente eso depende de los parámetros utilizados para la valoración de la degradación.

En las zonas áridas y semiáridas de Suramérica el problema es la desertificación resultante de la combinación de limitantes de suelo y clima, el sobrepastoreo, la extracción de madera para leña y las quemas (Klink y Machado 2005; Colón *et al.* 2009), entre otros factores. En las zonas irrigadas de Argentina, Cuba, México y Perú el problema es de salinización, mientras que en las zonas de pendiente el problema es básicamente erosión hídrica y eólica por pérdida de cobertura vegetal (Metternicht *et al.* 2010), y en aquellas zonas con potencial para un uso más intensivo, los problemas son de pérdida de fertilidad por la no reposición de nutrientes extraídos (Pezo 2017), la erosión resultante de la pérdida de cobertura del suelo cuando se hace un uso inadecuado de la quema como parte del manejo de pasturas (Colón *et al.* 2009) y la compactación resultante del sobrepastoreo, problema que se hace más crítico bajo condiciones de alta saturación de humedad en el suelo y en pendiente pronunciada (Blanco-Sepúlveda y Nieuwenhuyse 2011). Todos estos factores inciden en la degradación de las pasturas.

2.2 EL RECURSO HÍDRICO

El agua es un elemento básico para el funcionamiento de los ecosistemas y para la sobrevivencia de los animales. En los sistemas ganaderos el agua se usa como fuente para la bebida de los animales, el lavado y la eliminación de excretas de las instalaciones, el procesamiento de los productos pecuarios y en la producción de alimentos consumidos por los animales (Steinfeld *et al.* 2006). A menudo cuando se analiza el rol del agua en los sistemas ganaderos sólo se refieren al agua que fluye o se mantiene en reservorios; sin embargo, el mayor uso posiblemente sea el del agua que se infiltra en el suelo, la cual eventualmente es absorbida por las pasturas y cultivos, y parte de ella puede ser transferida a la atmósfera por evapotranspiración, y otra puede ser ingerida por los animales, como componente de los forrajes y otros alimentos consumidos (Deutsch *et al.* 2010).

Sin embargo, los sistemas ganaderos contribuyen en alguna medida a la contaminación de las fuentes de agua con excretas, residuos de drogas –incluyendo antibióticos- que no son metabolizados por los animales, residuos del procesamiento de productos pecuarios y los nutrientes aplicados como fertilizantes que no han sido absorbidos por los forrajes (Steinfeld *et al.* 2006). También el agua puede ser un mecanismo de dispersión de patógenos responsables de zoonosis (p.e. fasciolasis, leptospirosis). Por otro lado, la mayoría de fincas con manejo tradicional no poseen bebederos en los potreros, por lo que los animales ingresan a las quebradas, arroyos y "aguadas" para obtener agua de bebida, con los consiguientes problemas de contaminación y enlodamiento (Palma *et al.* 2011). Adicionalmente, cuando los animales ingresan a las fuentes de agua, pueden ejercer daños en la vegetación y el suelo de los terrenos circundantes (Chará y Murgueitio 2005).

En los sistemas basados en pasturas mal manejadas, la degradación frecuentemente ejerce impactos negativos sobre el balance hídrico, pues se reduce la infiltración de agua por la compactación, se incrementa la erosión y disminuye la capacidad de retención de humedad en el suelo (Ríos *et al.* 2007). Además, la mayor presencia de malezas en pasturas degradadas puede influenciar el patrón de infiltración y la competencia entre especies por el agua disponible en la época seca.

2.3 LA BIODIVERSIDAD

En aquellas áreas donde las pasturas no son la vegetación nativa, el establecimiento de éstas reemplazando el bosque, resulta no solo en la pérdida de una gran diversidad de especies leñosas y herbáceas, sino que se altera además el hábitat para muchas especies animales, así como los procesos de dispersión de semillas y la polinización relevantes para la conservación de la vegetación nativa (Harvey *et al.* 2005). Solo para el caso de Mesoamérica se ha estimado que hasta el año 2002 la pérdida de especies como consecuencia de la deforestación fue de 1.656 especies de plantas y 384 especies de vertebrados endémicos para la región y que estas cifras seguirán incrementándose a medida avance la frontera agrícola, reduciendo el hábitat y los recursos disponibles, así como la conectividad del paisaje. Un comportamiento similar ha sido detectado en el caso de los Cerrados en Brasil (Klink y Machado 2005). Este problema es mucho más marcado en aquellos sistemas ganaderos basados en pasturas con solo una especie dominante, más aún cuando están degradadas (Tobar-López y Ibrahim 2008). La degradación no solo resulta en la pérdida de especies, sino también en cambios substantivos en la dinámica de diversos procesos ecológicos que son claves en el funcionamiento de los ecosistemas, tales como la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y la regulación de las poblaciones de plagas, entre otros (Giraldo *et al.* 2011).

2.4 LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

Los gases que contribuyen al denominado "efecto invernadero" son: el anhídrido carbónico (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los fluorocarbonos; de ellos, los tres primeros son generados en alguna medida por la actividad ganadera (Steinfeld *et al.* 2006; Pérez Espejo 2008). Cabe anotar que, desde el punto de vista del calentamiento global, el CH_4 y el N_2O son 34 y 298 veces más potentes que el CO_2. El CH_4 es producto de la fermentación ruminal (Carmona *et al.* 2005), el NO_2 proviene fundamentalmente de la descomposición de las excretas animales (Saggar *et al.* 2004b; Chapuis-Lardy *et al.* 2007) y del uso de fertilizantes; y el CO_2 es producto del cambio de uso de la tierra de bosques –que son excelentes sumideros de carbono- a pasturas (Messa 2009). Además, hay contribuciones colaterales de la actividad ganadera a la emisión de CO_2, como pueden ser las quemas practicadas como parte de la deforestación, pero también para eliminar pastos muy lignificados, el uso de energía fósil para la producción, procesamiento y transporte de los productos animales y de algunos insumos usados en la ganadería, tales como los fertilizantes y alimentos concentrados (Mora Calvo 2001; Steinfeld *et al.* 2006).

Hay discrepancia en los estimados de la contribución real de la actividad ganadera a la emisión de GEI a nivel global, pues los valores en la literatura varían entre el 8 y 51%, sin embargo, reportes más recientes

lo sitúan en el rango del 12.0- 14.5% del total de emisiones (Herrero et al. 2011). De estos, el 44% proviene de la producción y procesamiento de alimentos, el 38% de la fermentación entérica, el 9% de la descomposición de excretas y el 9% de la sustitución de bosques por pasturas.

Hay muchos factores que inciden en esos estimados, pero se debe considerar que el nivel de contribución de la ganadería a la emisión de GEI va a variar con los países, dependiendo de la importancia relativa de la actividad, y de los sistemas de alimentación animal practicados. Así, la contribución relativa del sector ganadero será mayor en países con mayor actividad agropecuaria que en los países industrializados, en aquellos donde hay mayor deforestación para el establecimiento de pasturas (Pérez Espejo 2008); así mismo, la intensidad de las emisiones de CH_4 es mayor en los países tropicales donde la actividad ganadera depende más del uso de forrajes y los niveles de producción de leche o carne son más bajos (Iñamagua-Uyaguari *et al.* 2016; Wattiaux *et al.* 2016).

En el caso de América Central se dispone de estimados de las emisiones de CH_4 y NO_2 provenientes del sector agrícola, las cuales tendieron a incrementarse en la década 1990 - 2000 (Figura 3), llegando a superar los 278 millones de toneladas de CO_2 equivalente en el año 2000 (Pezo *et al.* 2012a), y si no se toman decisiones para la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera, es posible que en las próximas décadas aumente la tasa incremental de las emisiones, pues es bien reconocido que en caso no se intensifique la producción agropecuaria seguirá la expansión a expensas de bosques, con el consiguiente impacto negativo sobre las reservas de carbono (Williams *et al.* 2018).

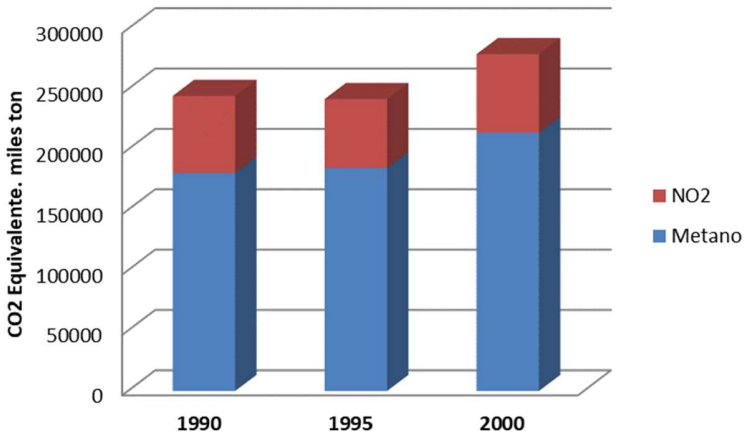


Figura 3. Emisión de metano y óxido nitroso por los sistemas de producción agropecuaria en América Central, para el período 1990 - 2000 (Pezo *et al.* 2012b)

Una de las medidas urgentes en los sistemas tradicionales de producción ganadera es la rehabilitación de pasturas degradadas, pues éstas poseen una capacidad muy pobre para almacenar carbono (Ruiz *et al.* 2004; Herrero *et al.* 2011), en cambio las pasturas mejoradas poseen un potencial de almacenamiento de CO_2 mayor que el de los cultivos, no sólo por las características de temporalidad al ser la mayoría de especies perennes, sino también por la cantidad de biomasa presente en su sistema radicular (Montenegro 2012). Igualmente, la incorporación de leñosas en los sistemas ganaderos mediante opciones silvopastoriles también contribuye a reducir las emisiones por la capacidad que tienen las leñosas para almacenar carbono (Ibrahim *et al.* 2007; Alonso 2011; Murgueitio *et al.* 2015).

3 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN GANADERA EN AMÉRICA LATINA

3.1 TENDENCIAS Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN

La temperatura y la precipitación son las variables con las que se puede evaluar los efectos del cambio climático sobre los diferentes sistemas naturales y sociales. Entre 1880 – 2012 a nivel global la temperatura se ha incrementado en promedio en 0,85°C, y se plantea que para el 2050 el incremento de la temperatura en Latinoamérica, con respecto a la línea de base de 1880, será de 1,5 a 2,1 °C, y de 3,0 a 3,7 °C en el año 2100, para los escenarios conservador y extremo, respectivamente (Samaniego 2009). Se espera que estos cambios sean mucho más marcados en las regiones polares, seguido por las regiones tropicales y de menor magnitud en el Cono Sur y se plantea que los países más afectados por ese incremento en temperatura serían los centroamericanos -principalmente en sus zonas costeras- y los países del norte de Suramérica, i.e., Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador y Perú (Pezo *et al.* 2018). En cuanto a la precipitación, se estima que para finales de este siglo no habrá cambios substanciales en los totales anuales, pero sí una alta probabilidad de mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos de precipitación extrema en la mayoría de las áreas de latitud media y en las regiones tropicales húmedas, conforme vaya aumentando la temperatura media global en superficie (IPCC 2013). En términos reales aumentará el número de días secos, pero se compensará con mayores niveles e intensidad de precipitación en los días con lluvia, incrementando así los riesgos de erosión, inundaciones y derrumbes (Samaniego 2009).

3.2 EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA PRODUCCIÓN GANADERA

El efecto directo más importante del cambio climático sobre el ganado en América Tropical está asociado al estrés de calor, por el incremento en la temperatura ambiental, pero también puede darse la reducción en la disponibilidad de agua, lo cual acrecienta el impacto negativo del estrés de calor. Estos ejercen un impacto económico significativo para los productores por sus efectos en producción y calidad de leche, ganancia de peso, eficiencia reproductiva, salud animal y en casos extremos sobre la mortalidad animal (Gaughan y Cawsell-Smith 2015), pero además inciden negativamente sobre el bienestar de los animales. También en las zonas alto-andinas se ha detectado una mayor frecuencia de las heladas, con las cuales la intensidad de las bajas temperaturas resulta en mayores problemas en los cultivos, y la mortalidad de animales jóvenes por neumonías (Pezo *et al.* 2018).

El cambio climático puede ejercer además efectos indirectos sobre el ganado, es decir aquellos mediados por otros componentes del sistema de producción animal, como son el caso de los forrajes, la aparición de enfermedades y la competencia por recursos con otros sectores (Thornton *et al.* 2007; Thornton *et al.* 2009). En el caso de los pastos y cultivos forrajeros, como consecuencia del cambio climático, estos estarán expuestos a mayores temperaturas, a una mayor concentración de CO_2, a una mayor demanda de agua por incrementos en la evapotranspiración, pero además enfrentarán variaciones importantes en la disponibilidad de agua como consecuencia de patrones de lluvia más erráticos, lluvias más fuertes e incluso eventos catastróficos como las inundaciones. Todos ellos tendrán incidencia directa o indirecta sobre la distribución, disponibilidad y calidad de los forrajes (Pezo 2017), a menos que se tomen medidas de adaptación para incrementar la resiliencia a estos cambios .

En un estudio reciente se evaluó el impacto de dos escenarios de cambio climático, uno moderado y otro extremo (RCP 4,5, y 8,5, respectivamente) sobre la distribución potencial de cinco especies forrajeras (dos gramíneas y tres leguminosas) de uso común en América Latina y el Caribe (Pezo *et al.* 2018), a saber: *Brachiaria brizantha* fue seleccionada como representativa de las gramíneas tropicales (C_4), el *Lolium perenne* -conocido comúnmente como ryegrass o ballica- como gramínea de zona templada o clima frío (C_3), el trébol blanco (*Trifolium repens*) como leguminosa de zona templada, el maní forrajero (*Arachis*

pintoi) como leguminosa tropical, y la alfalfa (*Medicago sativa*) como una leguminosa forrajera de gran relevancia por su calidad y facilidad para la producción de heno, especialmente en las zonas templadas. Los resultados obtenidos indicaron que tres especies (*Brachiaria brizantha, Medicago sativa* y *Trifolium repens*) sufrirán cambios muy pequeños en el área total potencialmente apta para su crecimiento: (Figura 4). En cambio, para el *Lolium perenne* y el *Arachis pintoi*, el modelaje indica cambios sustanciales (Figura 4), en el primer caso reducciones de un 16 y 27% del área total para los escenarios RCP 4,5 y 8,5, respectivamente, mientras que para el *Arachis pintoi* las reducciones son de 7% y 15% para los mismos escenarios.

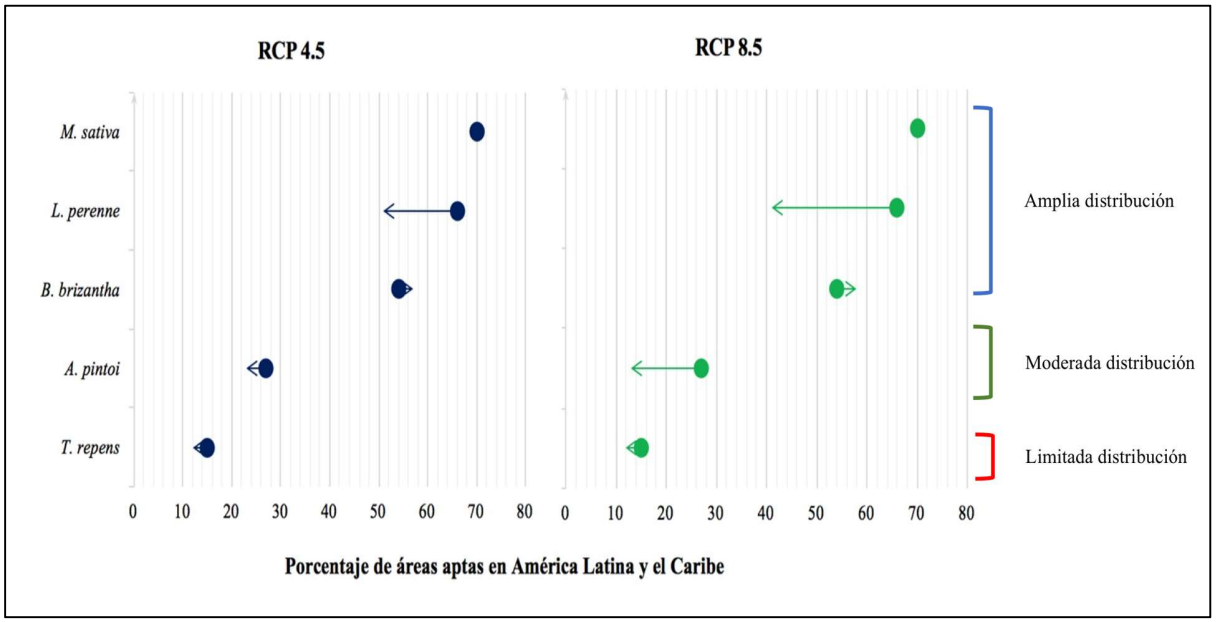


Figura 4 Cambios relativos en las áreas potencialmente aptas para el crecimiento de forrajeras de zona templada y tropical, en función de cambios moderados (RCP 4,5) y extremos (RCP 8,5) en el clima entre el presente y el año 2050.

En el mismo estudio (Pezo *et al.* 2018) se analizaron los cambios esperados en la distribución espacial de las especies forrajeras estudiadas y por ejemplo en el caso del *Lolium perenne* (Figura 5), se puede observar que son muy limitadas las áreas nuevas donde el cambio climático favorecería el establecimiento de las especies, que como sería de esperar las pérdidas son mayores en el escenario de cambio climático más extremo (RCP 8,5). Adicionalmente se notó que la mayor pérdida de áreas aptas para su cultivo ocurrirá en las zonas de altura media de América Central y el norte de Suramérica; en el Cono Sur, prácticamente no se esperan cambios.

En aquellas áreas o períodos en que se presente escasez de agua de bebida, se afectará la homeostasis fisiológica de los animales, lo cual redundará en pérdida de peso, fallas en las tasas reproductivas y menor resistencia a enfermedades (Naqvi *et al.* 2015).

Los impactos del cambio climático sobre parámetros asociados con la productividad animal son más dramáticos en los animales expuestos al estrés de calor dado que reducen el consumo, e incrementan la demanda de agua, se producen cambios en el estatus endocrino que incrementan los requerimientos de mantenimiento (Gaughan y Cawsell-Smith 2015), y por ende se reduce la disponibilidad de nutrientes para propósitos productivos. Más aún los animales tratan de mantener la homeostasis en condiciones de estrés de calor incrementando algunos parámetros fisiológicos, como son la tasa respiratoria, el pulso y la temperatura rectal, pero todos esos cambios tienen un costo energético, y por ende afectan la productividad. Lo anterior explica por qué animales sometidos a estrés calórico pierden peso, muestran menores ganancias

y pierden condición corporal; además en vacas lactantes se observa una baja en la producción de leche, pero también en la calidad de leche, incluyendo un menor contenido de grasa y de sólidos no grasos. Generalmente, todos estos efectos son más marcados en animales con mayor potencial productivo (Pezo 2016).

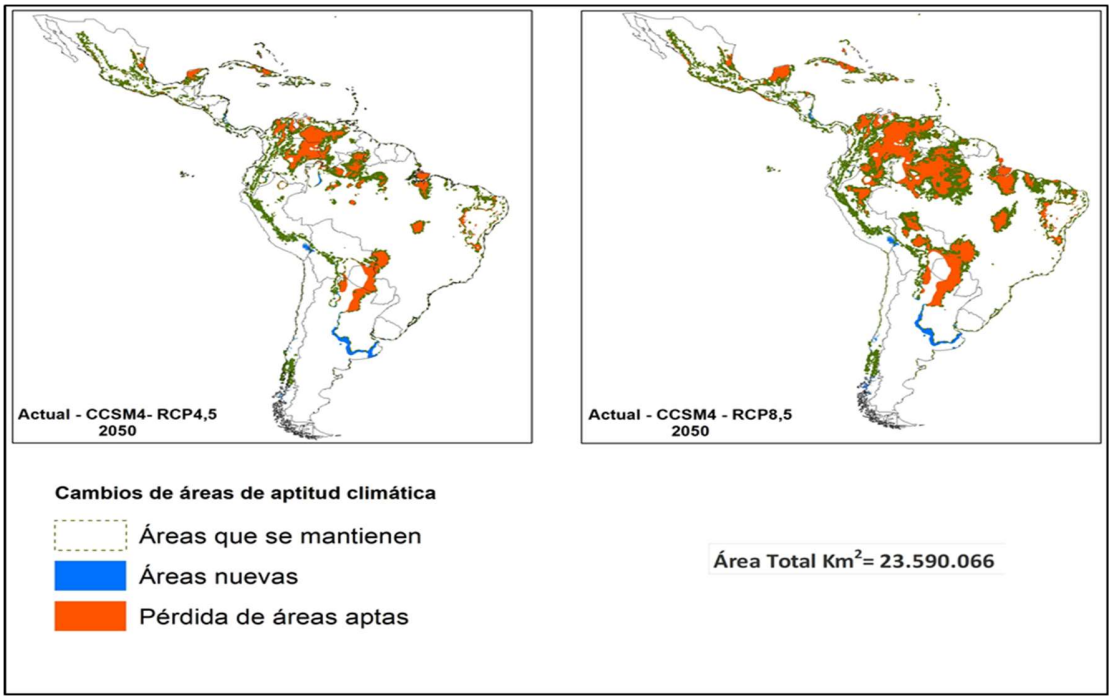


Figura 5. Cambios en la distribución potencial de las áreas aptas para ryegrass (*Lolium perenne*) en América Latina y el Caribe, entre el presente y el año 2050, en función de dos escenarios de cambio climático (RCP 4,5 y 8,5).

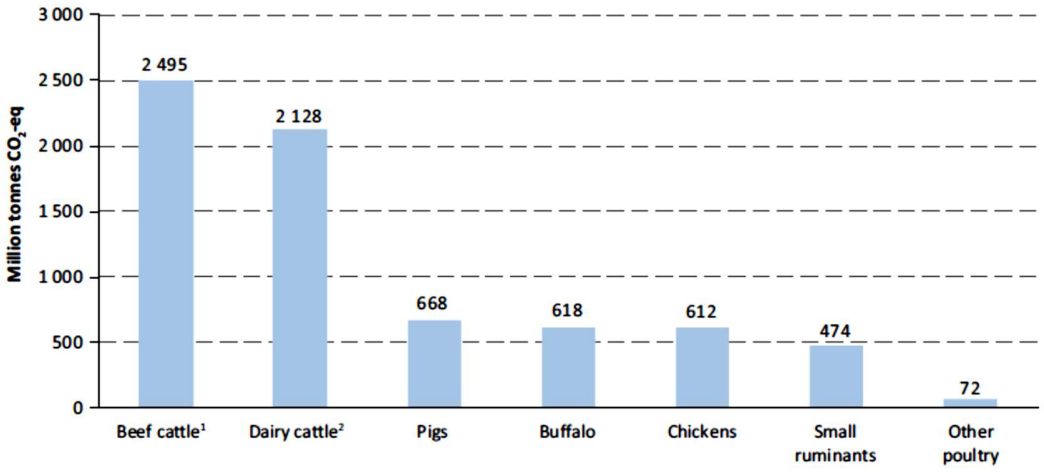
Así, vacas bajo estrés de calor presentan menores tasas de concepción, atribuidas a una pobre manifestación del celo, menor producción de óvulos, mayor mortalidad embrionaria, pobre desarrollo del feto, e incluso incrementos en pérdidas fetales (De Rensis y Scaramuzzi 2003). Por otro lado, en el caso de los machos se observa una menor espermatogénesis y reducción en la libido (Hansen 2009), lo cual también incide en la eficiencia reproductiva del hato. En cuanto a enfermedades, las variaciones en temperatura y patrones de lluvias son los factores climatológicos claves en su presencia y diseminación. El aumento en temperatura asociado al cambio climático va a favorecer la presencia de vectores de enfermedades como son los mosquitos y garrapatas en áreas anteriormente libres o con menor presencia de ellos, como las zonas intermedias y altas de la región tropical y las zonas templadas, incrementando el riesgo y presencia de enfermedades emergentes, en especial aquellas transmitidas por vectores, tales como babesiosis, anaplasmosis y teileriasis (Githeko *et al.* 2000; Pinto *et al.* 2008). Los excesos de humedad debido a lluvias intensas y drenaje pobre pueden favorecer la diseminación de enfermedades parasitarias, si no se dispone de estrategias efectivas para el control de parasitosis (Hoste y Torres-Acosta 2011). Adicionalmente, hay que tener presente que en el escenario de cambio climático los animales van a enfrentar más de un factor estresante al mismo tiempo -p.e. alta temperatura y baja disponibilidad de alimentos-, y bajo esas circunstancias los efectos negativos sobre la productividad animal y sobre la tolerancia a las enfermedades son aditivos (Sejian *et al.* 2016).

4 ¿CÓMO EVALUAR LAS EMISIONES Y CAPTURA DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN SISTEMAS GANADEROS?

4.1 MÉTRICAS EN LA EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI

Todas las especies animales emiten anhídrido carbónico (CO_2) como producto de la respiración, metano (CH_4) como resultado de la fermentación de compuestos fibrosos en el tracto gastrointestinal, con una mayor producción en el caso de los rumiantes, aunque también ocurre en monogástricos en una menor proporción. Además las excretas animales también son fuente de emisión de CH4, amonio (NH_4^+) y CO_2, dependiendo de la forma en que son producidas (sólidos, líquidos) y del manejo de las mismas (colecta, almacenamiento y distribución (Steinfeld *et al.* 2006). En términos globales, de las emisiones totales del sector un 44, 29 y 26% corresponden a CO_2, CH_4, y NO_2 respectivamente (Gerber *et al.* 2013b). Para propósitos de integración de resultados en forma cuantitativa se utiliza el CO_2 equivalente (CO_{2equiv}), el mismo que utiliza el potencial de calentamiento global de estos gases, el cual es 1, 23 y 296, respectivamente (Steinfeld *et al.* 2006).

Existen diferentes formas de expresión de la emisión de GEI, *i.* como emisión total por animal, hato, país o a nivel global; ii. por unidad de alimento consumido, a lo cual se refiere como rendimiento o proporción; y iii. por kilogramo de producto animal, que se conoce como la intensidad de emisiones. Las emisiones a nivel global para las diferentes especies que se muestran en la Figura 6 evidencian que los bovinos son los principales emisores de GEI (65%), con una emisión ligeramente mayor en el caso del ganado de carne que en el de leche, mientras que los cerdos, búfalos, rumiantes menores y aves producen de un 7 a 10% cada uno (Gerber *et al.* 2013c). Cuando se consideran las especies individualmente, llama la atención que cerdos y aves emitan casi tantos GEI como los búfalos y rumiantes menores, pero es el resultado del gran número de cerdos y aves existentes, ya que las emisiones totales de GEI por animal son mayores en los rumiantes, y en especial los de mayor tamaño como los búfalos.



*Includes emissions attributed to edible products and to other goods and services, such as draught power and wool.
[1] Producing meat and non-edible outputs.
[2] Producing milk and meat as well as non-edible outputs.
Source: GLEAM.

Figura 6. Emisiones de GEI (TM de CO_{2equiv}) a nivel global, en función de especies animales (Gerber *at al.* 2013c).

En cuanto a la intensidad de emisiones (Figura 7), esta es mayor por kilo de carne de rumiantes que de monogástricos, y también mayor a la cantidad de GEI emitida por kilo de leche. También es evidente que la intensidad de emisión es mayor por kilo de producto en rumiantes que en monogástricos, pero debe recordarse que los primeros tienen una proporción importante de forrajes en la dieta, y la proporción o el rendimiento de GEI es mayor en forrajes que en alimentos concentrados (Aguerre *et al.* 2011; Wilkinson 2012; Muñoz *et al.* 2015; Iñamagua-Uyaguari *et al.* 2016).

Otra forma de expresión de resultados de emisión de GEI es en TM por región o país en un período determinado, que constituyen los denominados inventarios de emisiones de GEI, los mismos que son de reporte obligatorio bajo la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC) y constituyen una herramienta clave para comprobar si se alcanzan las metas del Protocolo de Kioto. Estos inventarios se pueden desglosar por sector, y en el caso particular de este estudio es relevante la definición de la contribución del sector agropecuario y forestal en general, y del subsector pecuario en específico (Baethgen y Martino 2001). Los inventarios de carbono han servido en muchos casos para la obtención de fondos multilaterales o de cooperación bilateral orientados a la promoción de las Acciones Apropiadas de Mitigación a Nivel Nacional (NAMA´s), para la negociación en los mercados de carbono, y para certificaciones que permitan el logro de precios premium en el mercado, créditos subsidiados o pago por servicios ambientales, entre otros (Ibrahim *et al.* 2010a; Pezo *et al.* 2018).

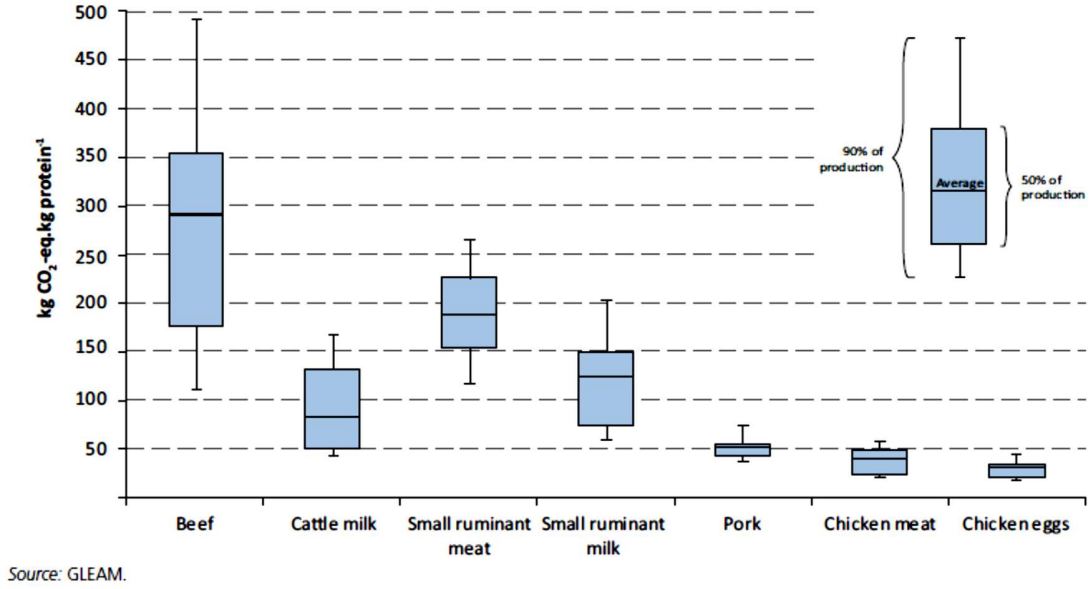


Figura 7. Intensidad de emisiones de GEI (kg de CO_{2equiv} por kg de proteína) para diferentes rubros de origen animal (Gerber *at al.* 2013c).

4.2 METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN DE EMISIONES EN LABORATORIO Y CAMPO

Diversos métodos se han usado para la estimación del CH_4 emitido por los animales. En las primeras etapas se utilizó la técnica de cámaras de calorimetría respiratoria, y se desarrollaron ecuaciones para predecir emisiones de CH_4 en función de componentes de la dieta (Blaxter y Clapperton 1965; Moe y Tyrrell 1979; Holter y Young 1992). Posteriormente, analizando resultados de diversos estudios con diferentes tipos de dieta se determinó que el uso de modelos mecanísticos (Dijkstra *et al.* 1992; Dijkstra *et al.* 2011) trabajaba mejor que las ecuaciones de predicción (Benchaar *et al.* 1998). También se ha propuesto el uso de técnicas

in vitro (Czerkawski y Breckenridge 1977) y de isótopos estables de carbono (Johnson y Johnson 1995; Boadi *et al.* 2004) para la estimación de emisiones de CH_4.

Para la medición directa de la emisión de metano se han utilizado cámaras de respiración de circuito abierto cuyo diseño simple se ilustra en la Figura 8 (Storm *et al.* 2012). Este método se considera como el estándar debido a que se puede controlar el ambiente, y se puede medir la estabilidad y confiabilidad de las mediciones (Johnson y Johnson 1995), pero por otro lado en las cámaras se crean condiciones artificiales que pueden afectar el comportamiento de los animales, especialmente el consumo -quizás el parámetro más determinante en las emisiones de CH_4-, pero se alteran también las tasas de digestión y de pasaje, las cuales tienen efectos en la emisión de CH_4 (Boadi y Wittenberg 2002). Además, el comportamiento de los animales en las cámaras y las condiciones que ahí se dan están bastante lejos de las que enfrentan los animales en pastoreo.

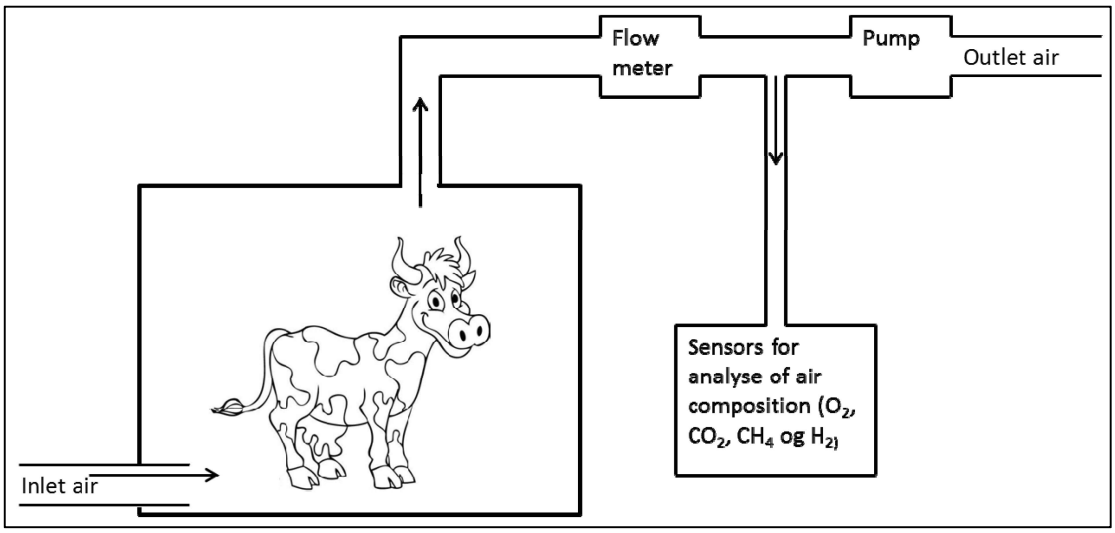


Figura 8. Diagrama de una cámara respiratoria de circuito abierto para analizar gases (Storm et al, 2012).

Una alternativa para las mediciones de la emisión del CH_4 entérico en animales manejados bajo pastoreo es el uso del marcador inerte SF_6 que se coloca en el rumen del animal, el cual se mezcla con el aire presente en el espacio libre del rumen, conjuntamente con el CH_4, los cuales se capturan cuando son emitidos a través de la boca y la nariz (Johnson y Johnson 1995; Boadi y Wittenberg 2002; Pinares-Patiño *et al.* 2011a; Pinares-Patiño *et al.* 2011b), tal como se ilustra en la Figura 9. Esta técnica permite medir hasta un 95% del CH_4 emitido, pues no es capaz de capturar el producido en el tracto posterior (Storm *et al.* 2012). El uso de la técnica requiere de animales mansos y entrenados para llevar el arnés tipo jáquima que sostiene un tubo capilar y la cápsula colectora (Boadi y Wittenberg 2002). Las muestras colectadas en la cápsula son luego llevadas al laboratorio, donde se inyectan a un cromatógrafo de gases que permite detectar las concentraciones de CH_4 y SF_6 (Pinares-Patiño y Clark 2008). A pesar de que se reconoce el valor de la técnica del SF_6 por su precisión, sus detractores señalan que una limitante para su uso es el costo alto, además que se trata de un GEI potentísimo, con un potencial de calentamiento global 23.900 veces superior al CO_2, y con una vida media de 3.200 años (Berra *et al.* 2009).

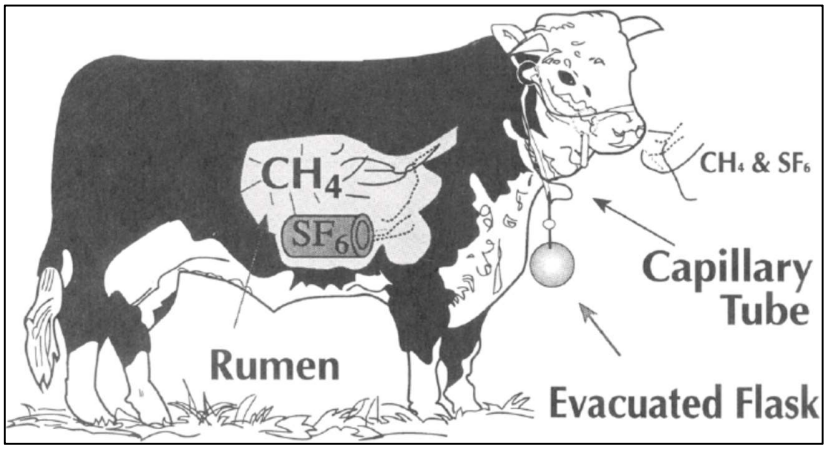


Figura 9. Ilustración del uso de la técnica de marcador SF_6 bajo condiciones de pastoreo (Storm et al, 2012).

Una opción utilizada en el laboratorio es la técnica tradicional de digestibilidad *in vitro*, la cual ha sido modificada para medir la emisión total de gases, y luego se determina el CH_4 presente en esa mezcla de gases (Araujo *et al.* 2011; Navarro-Villa *et al.* 2011). Hay diferentes sistemas disponibles para efectuar estas determinaciones, desde el uso de jeringas, el RUSITEC y los sistemas completamente automatizados (Soliva y Hess 2007; Sejian *et al.* 2011; Storm *et al.* 2012). Otra alternativa que se ha usado es el conectar una bolsa de recolección de gases a una manguera con válvula unidireccional que se conecta a una cánula ruminal colocada en un animal fistulado. A través de esta se mide el volumen total de gases producidos y se determina el CH_4 presente por medio de un detector comercial calibrado por un sistema de dilución con controladores de flujo de masa (Berra *et al.* 2009).

Para la determinación del óxido nitroso (N_2O) en el suelo se han propuesto diversos métodos. En algunos casos estos se han estimado usando factores de emisión propuestos por IPCC, pero estos llevan a estimados poco precisos (Chadwick *et al*. 2014), lo cual ha llevado al desarrollo de métodos experimentales de medición, pero los mismos requieren de la toma de muchas muestras para lograr estimados confiables, debido a la variabilidad espacial y temporal en las mediciones (Longoria-Ramirez *et al.* 2003; Chadwick *et al.* 2014), con los consiguientes costos asociados. Para tal fin se usan cámaras estáticas, que cubren un área muy pequeña de muestreo en el potrero o parcela. Estas constan de un tubo enterrado a unos 2 cm de profundidad, en el cual se inserta una tapa que funciona como cámara donde se acumula el N_2O y otros gases. En la tapa hay unos tubos reductores, donde se instala una septa a la que se conectan viales adecuadamente sellados para la toma de muestras en períodos determinados y a intervalos de muestreo establecidos en un protocolo (Mora Ravelo *et al.* 2005; Saldaña-Munive *et al.* 2014). Las muestras colectadas se llevan a un cromatógrafo de gases para conseguir los estimados de N_2O producidos. Un detalle de cámara de muestreo se presenta en la Figura 10. Más detalles metodológicos para optimizar la técnica se encuentran en Chadwick *et al*. (2014).

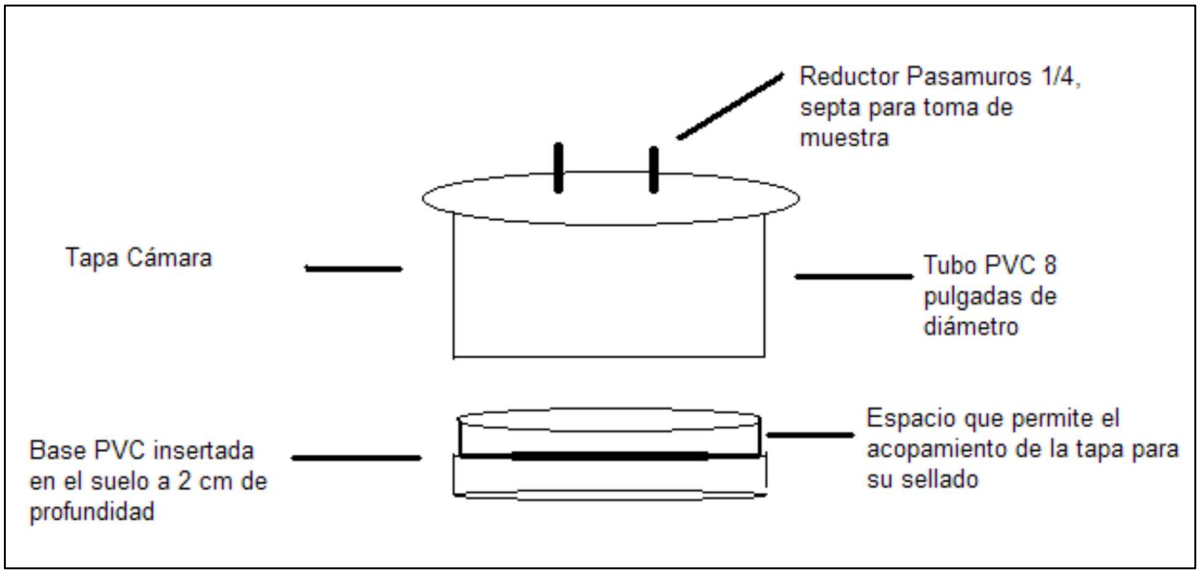


Figura 10. Diseño de una cámara de muestro de GEI en el suelo (Saldaña-Munive *et al.* 2014)

4.3 EL MODELAJE COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES

El Panel Inter-Gubernamental de Cambio Climático (IPCC 2006) ha propuesto un conjunto de métodos que permiten estimar las emisiones de GEI como producto de la fermentación entérica (CH_4) y del manejo de las excretas (CH_4 y N_2O). Sin embargo, pese a que estas son las aceptadas para los estimados oficiales, son genéricas y a menudo no aplican a todas las condiciones, por lo que ha habido inconformidad con los resultados obtenidos (Kebreab *et al.* 2008; Ricci *et al.* 2013; Escobar-Bahamondes *et al.* 2017). Para la estimación de las emisiones de CH_4 hay ecuaciones simples basadas en el nivel de consumo y la indigestibilidad de la dieta, como las que se incluyen en el modelo LIFESIM (León Velarde *et al.* 2006), y modelos mecanísticos más complejos que consideran la estoiquiometría de la fermentación y la producción de ácidos grasos volátiles, como en el modelo propuesto por Dijkstra *et al.* (1992). Estos modelos tienen valor en la toma de decisiones sobre cambios en la dieta que conlleven a la reducción de CH_4, el gas que hace la mayor contribución a las emisiones totales (IPCC 2006).

Muchas veces el foco de interés va más allá del animal, y en tal caso con frecuencia se considera que la unidad apropiada para tal fin es la finca, tomando en cuenta no solo el CH_4 sino los otros GEI (Del Prado *et al.* 2013). Para tal propósito se han propuesto modelos de simulación de hatos o fincas que ayudan a representar los flujos y la transformación de carbono y nitrógeno a través de modelos mecanísticos, los cuales permiten predecir las emisiones en respuesta a una intervención o un conjunto de intervenciones a nivel de la unidad de producción. Estos modelos se han usado para evaluar el impacto de una estrategia de mitigación determinada sobre las emisiones, o cómo diferentes escenarios de cambio climático las afectarán, y en qué medida una estrategia de adaptación dada puede ayudar a mejorar la resiliencia del sistema (Cullen y Eckard 2011; Bell *et al.* 2012; de Oliveira Silva *et al.* 2015).

Los modelos de finca incluyen subrutinas para evaluar los flujos y pérdidas en los ciclos de C y N en los diferentes componentes de la finca: los animales, el manejo de las excretas, la producción de alimentos para el ganado con especial énfasis en el caso de los forrajes -sean estos de pastoreo, corte y acarreo o conservados-, el almacenamiento de carbono en el suelo, y otros componentes del sistema finca (Figura 11) (Del Prado *et al.* 2013). La mayoría de los modelos de hato o finca propuestos se han desarrollado de manera modular integrando modelos existentes o nuevos (Schils *et al.* 2007). Obviamente, esto tiene la limitación de la complejidad en la estructura del modelo y la necesidad de calibrar muchos parámetros, además que a menudo requieren de información más detallada del ambiente (suelo y clima), el manejo y la estructura de

la unidad productiva. El problema es aún más complejo cuando se pasa del sistema de hato o rebaño, a un sistema integrado de cultivos-animales, como en el modelo Integrated Farm System Model - IFSM Rotz *et al.* (2018).

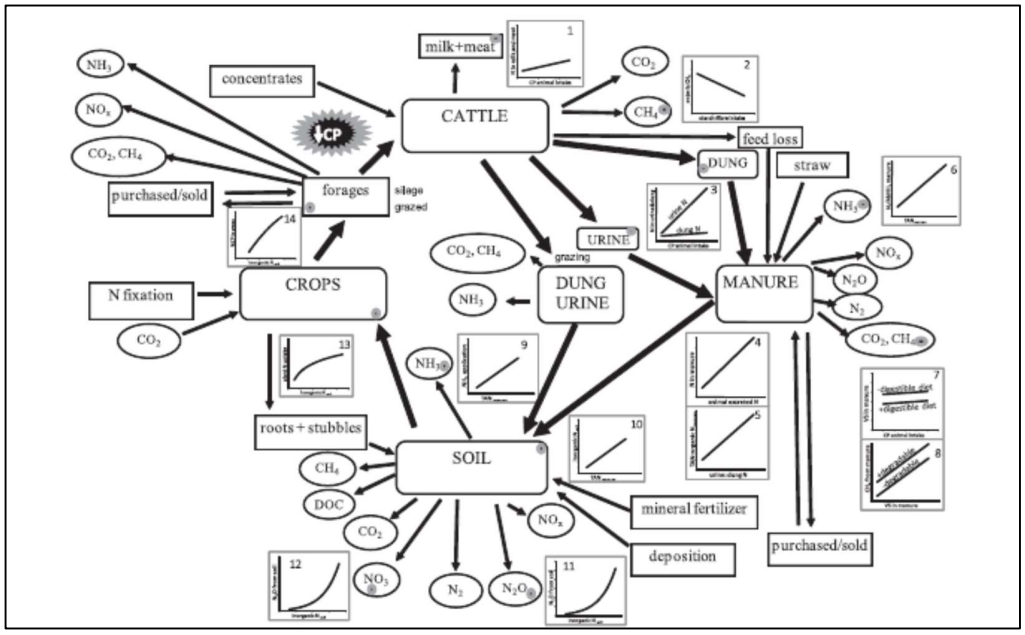


Figura 11. Diagrama conceptual de los componentes, almacenes y flujos de C y N en un sistema ganadero que incluye pastoreo (Del Prado *et al* 2013)

4.4 EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)

El análisis de ciclo de vida (ACV) es un método aceptado globalmente para evaluar el impacto de los sistemas agrícolas sobre el ambiente, para lo cual toma el enfoque de sistemas para estimar las consecuencias ambientales de producir un bien a lo largo del ciclo de vida completo. Estos se han aplicado tanto a la producción de leche (Thomassen *et al.* 2008; Gerber *et al.* 2011; O'Brien *et al.* 2012) como de carne (Asem-Hiablie *et al.* 2018). En un artículo de Gerber *et al.* (2011) se ilustran los límites establecidos para el ACV en un estudio sobre las cadenas de valor de leche, por un lado internamente en la unidad de producción y luego de la finca hasta el comerciante detallista (Figura 12).

En el ACV se toman en cuenta todos los GEI (CH_4, N_2O y CO_2) generados en los diferentes nodos de la cadena de valor, pero en general regularmente el CH_4 que es el mayor contribuyente, seguido por el N_2O, y en menor grado el CO_2. Los ACV son herramientas valiosas para la toma de decisiones en la definición de políticas, pues permiten comparar las contribuciones de GEI de diferentes formas de producción tales como sistemas tradicionales vs. producción orgánica o vs. el uso de organismos genéticamente modificados (OGM), así como diferentes formas de procesamiento de alimentos (Roy *et al*. 2009), también entre alimentos, como en el caso de los productos de origen animal (de Vries y de Boer 2010). En este marco se ha visto que la producción de carne de res tiene un mayor potencial de calentamiento global que la producción de leche, y dentro de las carnes, la de res tiene un mayor impacto que la de monogástricos. La producción de leche y huevos tuvo un menor impacto (de Vries y de Boer 2010). Por otro lado, las mejoras en productividad resultan en una disminución en la intensidad de emisión, no solo por las mejoras que puedan ocurrir a nivel de producción, sino también por mejoras en la eficiencia de uso de los recursos involucrados en los procesos productivos, tales como los alimentos, fertilizantes, material genético, medicinas y energía fósil (Gerber *et al.* 2011). Así mismo, esos autores identificaron que las estrategias más

efectivas de mitigación son la reducción en la emisión de CH_4 y N_2O en sistemas de baja productividad y la reducción de CO_2 en los sistemas de productividad más alta.

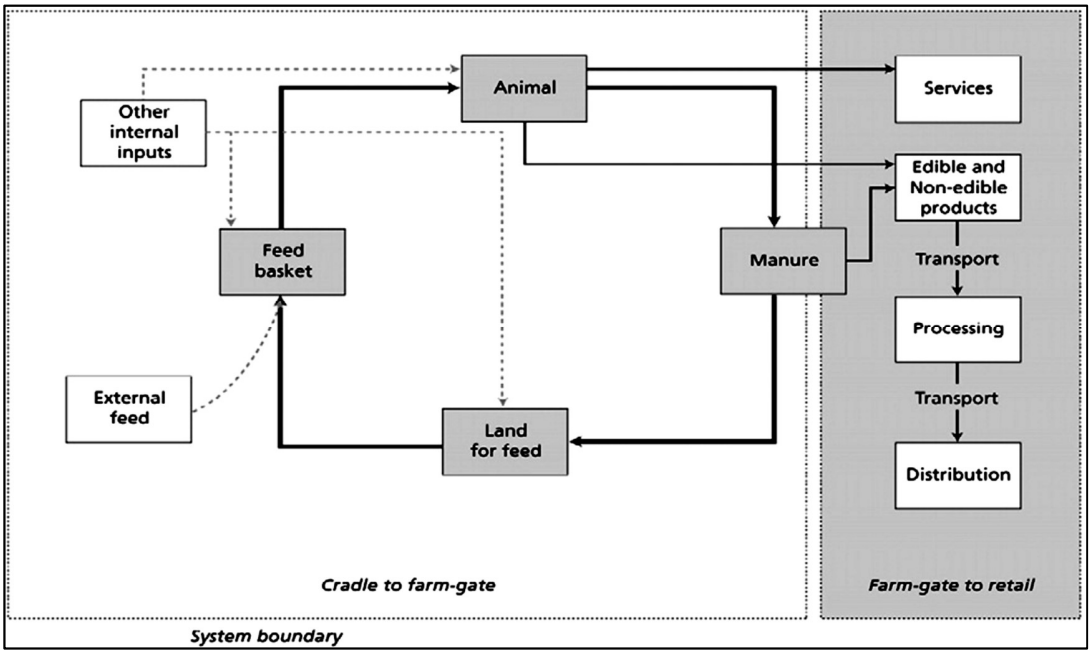


Figura 12. Límites del sistema para el ACV en el sector lechero (Gerber *et al.* 2011)

Definitivamente, se requieren más estudios utilizando el enfoque de ACV no sólo en los países de ALC y otros países en desarrollo, sino también incluso en los países desarrollados, dada la variación mostrada en las diferentes regiones en cuanto a los niveles de productividad (Gerber *et al.* 2011). Incluso en los países desarrollados donde se cuenta con más estudios, el tamaño de las muestras utilizadas es relativamente pequeño, comparado con la gran variabilidad de prácticas de manejo utilizadas (Thomassen *et al.* 2008; Gerber *et al.* 2011).

5 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA INTENSIFICACIÓN DE SISTEMAS GANADEROS, SU ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MITIGACIÓN DE LA EMISIÓN DE GEI

En los párrafos siguientes se describen diferentes opciones tecnológicas con potencial para la intensificación de sistemas ganaderos en el contexto del cambio climático, y al final de esta sección se resumen estas en el Cuadro 5, calificando su contribución potencial a la adaptación y mitigación del cambio climático, así como la factibilidad de su implementación en sistemas de agricultura familiar.

5.1 MANEJO DEL RECURSO SUELO EN SISTEMAS GANADEROS

Muchas fincas están localizadas o poseen pasturas –mayormente degradadas- en áreas donde cualquier proceso de planificación de tierras no recomendaría su presencia. Es frecuente encontrar fincas de pequeños productores en áreas de ladera, en las que se practica el pastoreo en potreros con pendientes mayores al 50%, con los consiguientes problemas de erosión y baja productividad animal (Blanco-Sepúlveda y Nieuwenhuyse, 2011). La erosión resulta en pérdidas de materia orgánica del suelo, y por ende la capacidad de fijar carbono (Reicosky *et al.* 2005), un elemento importante en la **mitigación** del cambio climático; pero además se acelera el proceso de mineralización de la materia orgánica remanente, con la consiguiente

liberación de N_2O, el cual se pierde si no hay cultivos de cobertura que los absorban (Sandoval Estrada *et al.* 2003; de Faccio Carvalho *et al.* 2010).

Por ello, las prácticas de agricultura de conservación como el no-laboreo o la labranza mínima (Castro *et al.* 2009), el uso de abonos verdes y cultivos de cobertura (Ogle *et al.* 2014), establecimiento de barreras vivas con leñosas forrajeras, pastos de corte o aquellos de crecimiento rastrero, la eliminación de las quemas y la implementación de cualquier otra práctica que ayude a prevenir la erosión y a optimizar la captura e infiltración de agua, son estrategias que ayudan en la **adaptación** y **mitigación** del cambio climático en sistemas agrícolas y ganaderos (Castro *et al.* 2009; Faurès *et al.* 2013; Pezo 2017; FAO 2018). Estos no solo acarrean los beneficios descritos anteriormente, sino que además traen otros efectos sinergísticos como son la mejora de la macrofauna del suelo, el control de plagas y enfermedades y el incremento sostenido de la productividad (Kearney *et al.* 2017).

Las prácticas de conservación descritas son mucho más necesarias en terrenos de ladera con pendientes pronunciadas. Aunque lo ideal en muchos casos sería el excluir esas áreas del proceso productivo, dadas sus características de vulnerabilidad y los eventuales riesgos de desastres; una decisión de ese tipo no es siempre posible de implementar, a menos que el productor cuente con otros terrenos y decida rehabilitar aquellos más aptos para el uso intensivo del suelo, como fue el caso de Hojancha en Costa Rica (Rivera-Céspedes *et al.* 2016). Si solo se dispone de terrenos con pendiente pronunciada y el productor no tiene otra opción que la ganadería, se debe considerar la estabulación –temporal o total- del ganado, usando forrajes de corte; sin embargo, una opción de ese tipo requiere de inversiones a corto plazo, y su factibilidad económica será dependiente del costo de la mano de obra y equipo, pues los sistemas de "corte y acarreo" los requieren. Además, en esos sistemas se requieren de inversiones para manejar las excretas a fin de reducir la contaminación de fuentes de agua y hacer un uso más eficiente de los nutrientes reciclados (Faurès *et al.* 2013).

5.2 REHABILITACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS

La degradación de pasturas constituye una amenaza para el bienestar de los productores y los pobres del medio rural, pues al degradarse las pasturas éstas pierden su capacidad de soporte, la producción por animal se reduce y consecuentemente disminuye el potencial de productividad animal. Además tiene impactos de tipo ecológico, pues se reduce la capacidad para capturar y acumular C, aumenta la emisión de CH_4 por kilo de producto animal, hay pérdida de biodiversidad, y se incrementa la erosión y la compactación de suelos (Pezo 2017). Es por todas estas razones que la rehabilitación o renovación de pasturas degradadas, con los consiguientes cambios en la cobertura del suelo y la recuperación del potencial productivo del ecosistema pastura es una condición fundamental para la intensificación sostenible de la producción animal basada en pasturas y la reducción de las emisiones de GEI, pues las pasturas rehabilitadas poseen una mayor capacidad para acumular carbono en el suelo que las pasturas degradadas (Lal 2002), lo cual se ha observado tanto con forrajes de zona templada (Soussana *et al.* 2004) como con forrajes tropicales (Veldkamp 1994; Soussana *et al.* 2004; Amézquita *et al.* 2008; Maia *et al.* 2009). Además, la rehabilitación de pasturas, permite prevenir la deforestación para el establecimiento de nuevas áreas de pasturas, e incluso ayuda a liberar áreas para la regeneración natural de bosques o para establecer plantaciones forestales, todo lo cual resultará en una disminución de la huella de carbono en los sistemas ganaderos (Pezo *et al.* 2012a).

Los productores que enfrentan problemas de degradación de pasturas pueden optar por la rehabilitación si todavía hay una población suficiente de especies deseables que ameritan ser conservadas, estimuladas o complementadas con otras especies deseables. Pero, si la presencia de especies deseables es poca o nula, entonces es mejor establecer una nueva pastura, lo que se conoce como renovación (Dias-Filho 2007). El proceso de rehabilitar o renovar pasturas puede tener diferentes objetivos, tales como: restaurar el vigor, controlar las malezas presentes, aumentar la cobertura para proteger el suelo entre otros; todo ello con el propósito de lograr una producción de forraje más estable que resulte en la intensificación sostenible de la producción basada en el uso de pasturas.

En muchos casos la rehabilitación, y por supuesto la renovación de pasturas requiere de la introducción de nuevo germoplasma forrajero. En ese sentido, los esfuerzos de muchos investigadores y productores innovadores, así como los nuevos desarrollos en la industria de semillas de forrajeras, abren nuevas oportunidades para enfrentar los retos del cambio climático y la intensificación sostenible de la producción ganadera. Por ejemplo, el incremento en temperatura ambiente debido al cambio climático -mientras no sobrepase los límites de tolerancia de las especies- va a favorecer el crecimiento, especialmente en el caso de las gramíneas tropicales (C_4), e incluso se prevé que cada vez más éstas encontrarán condiciones para su crecimiento en las zonas subtropicales y templadas, así como a pisos altitudinales más altos (arriba de los 1,800 msnm) en las zonas tropicales. También, las temperaturas más altas van a promover la mayor incidencia de plagas, por lo que germoplasma resistente a ellas tendrá mayor potencial de éxito (White *et al.* 2013). A manera de ejemplo, en condiciones tropicales donde hay prevalencia de *Cercópidos* (p.e. *Aeneolamia spp. Zulia spp*.)[2] tendrán mayores posibilidades de persistir la *B. brizantha* cv. Marandú, y los híbridos Mulato, Mulato 2 y Caimán, por su resistencia/tolerancia a esas plagas. Por otro lado, las lluvias más intensas en períodos cortos acarrean mayores riesgos de pérdidas de suelos por erosión, por lo que las especies de crecimiento rastrero ayudarán a prevenir la erosión. Esto aplica también al asocio de especies de crecimiento rastrero en áreas de corte o pastoreo cubiertas por especies de crecimiento erecto. También esas lluvias intensas -en presencia de suelos con drenaje pobre- resultarán en encharcamiento, por lo que para esas condiciones habrá que considerar especies que crecen bajo ese tipo de condiciones. Entre las especies de gramíneas tropicales tolerantes a esas condiciones se citan la *B. humidicola*, el hibrido Caimán de brachiaria (Rao *et al.* 2015) y los pastos tanner, alemán y pará, entre otros (Pezo 2017).

Por otro lado, si se acepta que la extensión del período de lluvias se está acortando como consecuencia del cambio climático, entonces las forrajeras con sistemas radiculares más profundos que poseen mayor tolerancia a sequía, como es el caso de la *B. brizantha* cv. Marandú y el híbrido Caimán, así como varias leguminosas herbáceas y leñosas, tendrán mayor potencial de adaptación (Pezo 2017). Por otro lado, cada vez será más frecuente la sustitución de maíz por sorgo como especie productora de grano y de forraje para corte y ensilaje, dados los menores requerimientos de agua en este último (Tambo y Abdoulaye 2012). Así mismo, será más frecuente la liberación al mercado de variedades de maíz más tolerantes a la sequía (Campos *et al.* 2004).

Para la rehabilitación o renovación de potreros se debe buscar germoplasma que además ayude a reducir las emisiones de GEI, lo cual se puede lograr por medio de tres mecanismos (Peters *et al.* 2013):

a. **Secuestro del CO_2 atmosférico**. Las raíces de forrajeras altamente productivas y bien manejadas son excelentes almacenes de carbono (Fisher *et al.* 1994), sólo superadas por las raíces de leñosas propias del bosque húmedo tropical (Ramírez *et al.* 2009; Céspedes Flores *et al.* 2012).

b. **Reducción de las emisiones de CH_4.** Forrajes de buena calidad nutritiva (alta digestibilidad, altos contenidos de energía y proteína) emiten una menor cantidad de CH_4 por kilo de producto animal comparado con pastos de menor calidad, y además contribuyen a reducir la emisión neta, pues se requerirán menos animales para producir la misma cantidad de leche o de carne (Dini *et al.* 2017). Así mismo, cuando se incluyen leguminosas en las pasturas, éstas ayudan a mejorar la digestibilidad de la dieta y disminuir las emisiones de CH_4, en especial si las gramíneas acompañantes son de baja calidad nutritiva (Archimède *et al.* 2011; Vargas *et al.* 2011; Dini *et al.* 2012). Adicionalmente, los taninos condensados presentes en varias leguminosas también pueden contribuir a reducir las emisiones de CH_4, al disminuir la degradación de los forrajes en el rumen (Flores Ruano 1998; Vélez-Terranova *et al.* 2014).

2 Insectos que provocan el daño conocido comúnmente como “salivazo”

c. *Disminución de las emisiones de N_2O.* Algunas especies de Brachiaria (*B. humidicola, B. decumbens*) producen inhibidores biológicos de la nitrificación (IBN) y de esta manera ayudan a reducir las emisiones de N_2O, y a mejorar la eficiencia de uso del N cuando se aplican fertilizantes (Subbarao *et al.* 2009). Este es un tema relevante porque el Panel Inter-Gubernamental de Cambio Climático (IPCC) no considera los IBN cuando estima las emisiones de N_2O de pasturas, y se sabe que hay grandes extensiones sembradas de estas especies en América Tropical (Peters *et al.* 2012). Sin embargo, un estudio reciente indica que el efecto de mitigación de los IBN no sería tan alto considerando que se liberaría NH_3, el cual eventualmente resultará en N_2O (Lam *et al.* 2017).

5.3 MANEJO RACIONAL INTENSIVO DE LAS PASTURAS

El manejo racional intensivo de pasturas, entendido como aquella práctica en la que se asegura que las pasturas estén sometidas a una intensidad de defoliación tal que permita una buena capacidad de rebrote después de la defoliación, y que el intervalo de descanso entre pastoreos sea suficiente para que la pastura se recupere y pueda persistir en el largo plazo (Pezo 2018), es un requisito fundamental para la intensificación de la producción animal, así como para la mitigación y adaptación al cambio climático en sistemas ganaderos basados en el uso de pasturas.

La intensidad de defoliación está determinada por la oferta o disponibilidad de forraje por animal o por kilo, pero en términos prácticos es controlado por la carga animal (número de animales o peso vivo por unidad de área). Se acepta que a menor intensidad de defoliación los animales pueden ejercer una mayor selectividad, consumiendo las partes más digeribles del forraje, y por ende habrá una menor emisión de CH_4 entérico por kilo de forraje consumido, así como por kilogramo de producto animal (Primavesi *et al.* 2004; Buddle *et al.* 2011; Legesse *et al.* 2011; Purcell *et al.* 2011; Salomon y Rodhe 2011; Dini *et al.* 2017). Además, al aumentar la carga animal se pueden incrementar las emisiones de GEI por unidad de área en pasturas, pero esto puede atenuarse si se liberan áreas para uso forestal, como puede ser el establecimiento de plantaciones o la regeneración natural, con la consiguiente disminución de las emisiones totales (Ibrahim *et al.* 2007; Ibrahim *et al.* 2010a; Torres-Rivera *et al.* 2011; Murgueitio *et al.* 2015; Solorio *et al.* 2017).

Por otro lado, a menor intensidad de defoliación resultante de la aplicación de una carga animal más baja, quedará un mayor residuo senescente post-pastoreo, lo cual va a favorecer una mayor actividad biológica y la acumulación de más carbono en el suelo (Fisher *et al.* 2007). Bajo condiciones particulares como pastoreo en terrenos con fuerte pendiente o cuando se presentan condiciones de déficit hídrico, el mayor residuo post-pastoreo puede favorecer la protección del suelo contra la erosión y una mayor retención de humedad. Pero bajo condiciones normales el manejo intensivo de las pasturas resulta en una mayor deposición de C orgánico en el suelo (Conant *et al.* 2003) como resultado de un buen desarrollo radicular y suficiente actividad biológica en el suelo (Rolfe 2010).

En cambio cuando se supera la intensidad óptima, el sobrepastoreo resultará en la pérdida de las especies deseables y eventualmente de la cobertura, con la consiguiente menor deposición de C orgánico en el suelo, así como la menor productividad en el largo plazo y la pérdida del potencial de resiliencia al cambio climático (Conant y Paustian 2002; Fisher *et al.* 2007).

En cuanto al período de descanso, este no puede ser demasiado largo pues ello redundará en menor calidad nutritiva del forraje ofrecido, y por tanto una mayor emisión de CH_4 por fermentación entérica, pero tampoco tan corto como para comprometer la persistencia de la pastura si esta es usada con intensidad alta, lo que afectaría no solo la productividad animal en el largo plazo, sino también la capacidad de adaptación al cambio climático.

En el Cuadro 2 se presentan datos recientes de como el cambio de una pastura degradada (dominada por pasto ratana) a una mejorada (pasto Caimán) y manejada bajo pastoreo rotacional intensivo, favorece la deposición de materia orgánica (MO) y carbono orgánico (COS), así como el incremento de la capacidad

de soporte de pasturas. Adicionalmente, el buen manejo del pastoreo asegura que los animales puedan seleccionar forraje de mejor calidad, lo que redundará en una mayor producción de leche o ganancia de peso por animal.

Cuadro 2. Efectos del cambio de una pastura naturalizada (Pasto ratana) a una mejorada (Pasto Caimán) manejada en pastoreo rotacional intensivo (PRI) sobre la densidad aparente del suelo, materia orgánica y carbono orgánico en el suelo, y la carga animal en el trópico húmedo de Costa Rica (Abarca *et al*, datos no publicados)

Variable	Unidad	2012	2014	2015	2016
		Pasto Ratana[2] Extensivo	Pasto Caimán[3] - PRI		
MO[1]		2,0	2,57	3,46	3,80
DA	g/cm3	1,10	1,09	0,78	0,79
COS[1]	Mg/ha	13,0	16,4	15,8	17,5
Carga Animal	UA/ha	1,1 a	1,9	2,3	2,5

[1] Materia Orgánica corregida por Densidad Aparente (DA) [2] *Ischaemun indicum* [3] Híbrido de *Brachiarias*

Bajo algunas condiciones de manejo extensivo de las pasturas, la quema es una práctica común para eliminar el material remanente de muy baja calidad nutritiva y favorecer el rebrote; sin embargo, esta debe evitarse o usarse muy esporádicamente, por los efectos negativos sobre el carbono orgánico en el suelo (Scheiter *et al.* 2015), además de sus efectos colaterales como es la emisión de CO_2.

5.4 IMPLEMENTACIÓN DE OPCIONES SILVOPASTORILES

Las opciones silvopastoriles (SP) en sistemas ganaderos son importantes para la mitigación (reciclaje de nutrimentos, secuestro de carbono, mejora en la calidad de la dieta y por ende reducción en la emisión de GEI) y para la adaptación, ya que estos contribuyen a mejorar la resiliencia de los sistemas a la variabilidad climática, usando los árboles y otras leñosas perennes para intensificar y diversificar la producción y como amortiguador ("*buffer*") de los sistemas contra los riesgos asociados al cambio climático (Faurès *et al.* 2013). En ese contexto, los SSP contribuyen a mejorar la dinámica del recurso hídrico en los sistemas ganaderos, pues las leñosas actúan como barreras para prevenir la escorrentía, su follaje reduce la fuerza de impacto de las gotas de lluvia y sus sistemas radiculares y la acumulación de material senescente ayudan a incrementar la infiltración y retención de agua en el suelo (Ríos *et al.* 2007; Ibrahim *et al.* 2010a; Chará *et al.* 2013).

En cuanto al reciclaje de nutrimentos, en los sistemas silvopastoriles (SSP) hay una transferencia dinámica continua de nutrientes, en la cual las plantas (pasturas y árboles) usan los nutrientes para su metabolismo y los retornan como material senescente de la biomasa aérea y radicular (Martínez *et al.* 2014; Solorio *et al.* 2017). En muchos casos los árboles presentes en los SSP son fijadores de N (Sotelo *et al.* 2017), los cuales ayudan a enriquecer el contenido de este elemento en el suelo, a aumentar la productividad de la pastura y a mejorar la dieta de los animales en pastoreo. Algunos autores (Avendaño-Yáñez *et al.* 2018) mencionan el efecto "islas de fertilidad" que crean los árboles en SSP no solo por el aporte de estos, sino porque además los animales tienden a concentrarse bajo su copa y por ende hay mayor deposición de excretas, pero en general hay una distribución dispersa en los potreros por el movimiento de los animales. Además, cuando hay una alta proporción de leguminosas en las dietas de animales que pastorean en SSP, puede haber un exceso de N en la dieta y en las heces, y por consiguiente una mayor emisión de N_2O (Herrero *et al.* 2011). En cambio la emisión de CH_4 puede reducirse si el follaje de las leñosas es consumido por los animales y éstas contienen algunos metabolitos secundarios que interfieren con la actividad metanogénica en el rumen (Berndt y Tomkins 2013).

Adicionalmente los SSP tienen una gran capacidad de secuestro de C en los tallos, ramas y raíces, lo cual incide en reducir el flujo neto de C del sistema, y por ende en la mitigación del cambio climático (Villanueva *et al.* 2018). Además, si los SSP ayudan a mejorar la productividad también pueden contribuir a prevenir la expansión de las áreas de pasturas a expensas del bosque o a permitir la liberación de áreas en uso ganadero hacia uso forestal, tal como se señaló también en el caso de las pasturas mejoradas.

5.5 MANIPULACIÓN DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL PARA REDUCIR EMISIONES DE GEI DE ORIGEN ENTÉRICO

El CH_4 y el CO_2 se generan por acción de la fermentación microbiana de los carbohidratos y, en menor medida, de los aminoácidos, tanto en el retículo-rumen como en el intestino grueso de los animales (Hristov *et al.* 2013b), pero en el caso de los rumiantes la mayor producción ocurre en el primer compartimento (Gerber *et al.* 2013a). Como las condiciones en el rumen son anaeróbicas, una buena parte del CH_4 se produce a partir del CO_2, pero también hay alguna producción a partir de los ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico) generados en el proceso de fermentación. Los cambios en los patrones de fermentación en el rumen son producto de acciones que afectan la composición del microbiota, conformada por diferentes comunidades de bacterias y arqueas que tienen preferencia por diferentes substratos y generan diferentes productos, así como de protozoos e incluso hongos, y de las interacciones entre ellos (Van Soest 1994; Janssen 2010).

Dada la diversidad del microbiota ruminal podría pensarse que los resultados obtenidos bajo determinadas condiciones y lugares no sean replicables, sin embargo estudios recientes muestran que hay similitud en las poblaciones de bacterias y arqueas dominantes presentes en más de 742 muestras provenientes de 35 países y 32 especies de animales, pero si hubo mayor diversidad en el caso de los protozoos (Henderson *et al.* 2015). En el mismo estudio se observó que las especies dominantes de bacterias están pobremente caracterizadas, pero las arqueas generadoras de CH_4 son mejor conocidas y se repiten bajo diversas condiciones, de manera que será posible mitigar las emisiones de CH_4 con estrategias que ataquen las pocas especies dominantes de microorganismos que lo producen.

La reducción de la producción de CH_4 entérico se puede lograr a través de diferentes mecanismos, unos directamente relacionados con el manejo de la dieta, sus componentes y las relaciones entre ellos, y otros con el uso de aditivos en la dieta tales como los inhibidores de metanogénesis, aceptores de electrones, ionóforos, compuestos bioactivos de las plantas, lípidos dietéticos, enzimas exógenas, agentes microbianos, defaunación y manipulación de las arqueas y bacterias del rumen, entre otros (Hristov *et al.* 2013b). Adicionalmente, hay otros mecanismos que han recibido atención recientemente como es el uso de vacunas, los inhibidores de las enzimas en microorganismos metanogénicos y la selección de animales con menores emisiones de metano (Eckard *et al.* 2010; Kobayashi 2010; Patra 2012). Debe tenerse presente que la factibilidad de aplicación de cada una de ellas debe ser el resultado de una evaluación cuidadosa primero a nivel del animal -más específicamente a nivel del tracto gastrointestinal- y luego a nivel del hato, en términos de sus efectos sobre la productividad, la utilización de nutrientes, los costos y beneficios esperados, los que al final son los que determinarán su aceptación por los productores (Monteny *et al.* 2006; Martin *et al.* 2010).

5.5.1 Manejo de los componentes de la dieta

La composición de la dieta consumida por los animales, las características nutricionales de cada uno de los componentes y las interacciones entre ellos son determinantes de los patrones de fermentación ruminal y por ende de la emisión de CH_4 (Makkar 2016). Sin embargo, al analizar la información disponible sobre los efectos de la dieta, su composición y el nivel de consumo, hay que prestar atención a la forma en que están expresadas las emisiones, sean estas por animal, por kilo de alimento consumido (rendimiento o proporción) o por kilo de producto animal (intensidad de emisión).

- **Nivel de consumo y digestibilidad de los alimentos**

En términos generales se acepta que a mayor digestibilidad hay una menor emisión de CH_4 por kilo de alimento consumido, y que la emisión total de CH_4 se incrementa a medida aumenta el consumo de materia seca total y de energía orgánica digerible (Del Prado *et al.* 2010; Del Prado *et al.* 2013; Hristov *et al.* 2013a); esto debe resultar en un aumento en la producción por animal (Coleman y Moore 2003), de manera que se reduce la intensidad de emisión (Smith *et al.* 2008; Hristov *et al.* 2013b). Sin embargo, las relaciones entre digestibilidad, consumo y emisiones de metano son bastante más complejas (Herrero *et al.* 2013), pues el incremento en consumo se relaciona con un aumento en la tasa de pasaje del alimento, y por ende un menor tiempo de retención en el rumen, lo cual resultará en una menor degradabilidad ruminal y menor emisión de CH_4 entérico (Vargas *et al.* 2011).

- **Procesamiento de los alimentos**

La reducción del tamaño de partículas a través del picado o el molido es un mecanismo importante para mejorar su digestibilidad, favorecer el acceso de los microorganismos ruminales al sustrato, reducir el gasto energético, aumentar la tasa de pasaje, con los consiguientes efectos positivos sobre el consumo de alimento, la reducción de las emisiones de CH_4 (Boadi *et al.* 2004) y la productividad animal (Hristov *et al.* 2013b). En el procesamiento de los forrajes se debe encontrar un equilibrio entre el mejoramiento en la tasa de pasaje para aumentar el consumo y la utilización de nutrientes fácilmente digestibles, lo cual no es fácil de lograr cuando los alimentos son de baja calidad, y además debe tenerse en cuenta el costo económico y de uso de energía fósil asociado con esas formas de procesamiento, especialmente cuando se considera el molido (Hironaka *et al.* 1996). En el caso de los granos, el molido y eventual peletización ayuda a mejorar la digestibilidad y la eficiencia de uso de estos, con los consiguientes efectos positivos sobre la emisión de CH_4 y la producción animal (Hales *et al.* 2012). Este efecto es mayor en aquellos granos que tienen un tegumento duro como es el caso de la cebada y avena (Hristov *et al.* 2013b), los cuales no pueden ser digeridos adecuadamente cuando se ofrecen enteros.

- **Relación Forraje: concentrado**

Los concentrados son alimentos ricos en carbohidratos y proteínas, con menores contenidos de fibra y mayor contenido de materia orgánica fermentable en comparación con los forrajes, por lo que podrían resultar en una menor emisión de CH_4 por kilo de alimento consumido y de producto animal (Garg 2012). Sin embargo, al evaluar sus efectos hay que considerar los ingredientes que se usan en la formulación de los concentrados (Moate *et al.* 2011), el tipo de microrganismos que actúan preferentemente sobre los almidones y azúcares que son componentes importantes en ese tipo de alimentos (Popova *et al.* 2011; Wright y Klieve 2011), el tipo de ácidos grasos volátiles que se producen y el potencial de estos para generar CH_4 (Lana *et al.* 1998) y la eficiencia de síntesis microbiana en el rumen (Monteny *et al.* 2006).

Desde el punto de vista práctico, en muchos sistemas de producción intensiva se considera la proporción forraje: concentrado en la dieta como determinante de la respuesta animal potencial. En los países desarrollados, con frecuencia se usan proporciones 40:60 en dietas para vacas lactantes (Lovett *et al.* 2005; Aguerre *et al.* 2011; Garg *et al.* 2013; Muñoz *et al.* 2015) y niveles incluso más altos de concentrados (relaciones de hasta 20:80) en el caso de raciones de acabado para animales en engorde (Berchielli *et al.* 2003; Freetly y Brown-Brandl 2013). En términos generales, debido a la concentración más alta de materia orgánica digerible en los concentrados, estos suelen tener un efecto positivo sobre la productividad de los rumiantes, y eventualmente reducen la intensidad de las emisiones (Hristov *et al.* 2013b).

En el caso de los países en desarrollo hay que ser bastante más cuidadoso al definir las estrategias de suplementación con concentrados, en la medida de lo posible haciendo uso de recursos locales, y limitando hasta donde sea posible el uso de concentrados comerciales por el alto costo de las fuentes de energía y proteína que se incluyen en estos, y su impacto sobre los costos de producción y la competitividad de los sistemas, además de la reducción de la huella de C y la disminución de la dependencia del uso de insumos externos (Makkar 2016).

- **Otras prácticas de manejo de la alimentación**

La forma como se ofrecen los forrajes y concentrados ya sea separados o como parte de las denominadas "raciones completas" y la frecuencia de alimentación son otras prácticas de manejo de la alimentación a tomar en cuenta, especialmente en los sistemas intensivos de estabulación. Con frecuencia se ha atribuido a la opción de ración completa la ventaja de que los forrajes y concentrados se ofrecen mezclados y se pueden incorporar incluso los micronutrientes. Hay muy pocos datos sobre la posible ventaja de uno u otro sistema sobre la reducción de emisiones y estos son contradictorios (Hristov et al. 2013b), pues hay algunos que muestran ventaja en el uso de "raciones completas" (Makkar 2016).

Por otro lado, hay muy pocos estudios sobre el efecto de la frecuencia de alimentación sobre la emisión de CH_4. Aunque se ha postulado que la sincronización en la disponibilidad de diferentes nutrientes es una herramienta para optimizar la función del rumen y la población de microrganismos, no hay datos que sustenten ventajas de alimentación más frecuente sobre las emisiones. Por el contrario, los pocos estudios disponibles sugieren que a menor frecuencia de alimentación hay un incremento en la variabilidad del pH ruminal a lo largo del día, lo cual reduce la metanogénesis; pero, la alimentación más frecuente favorece el consumo y la producción (Boadi et al. 2004), por lo que la mayor frecuencia de alimentación sería la práctica recomendada, a menos que el aumento en el costo de mano de obra no se pague con el aumento en producción.

5.5.2 Rol de los metabolitos secundarios

Muchas especies forrajeras, particularmente leguminosas, poseen metabolitos secundarios (p.e. taninos, saponinas, aceites esenciales), los que al ser liberados en el rumen de animales que las consumen afectan la población de bacterias celulolíticas y protozoos, y de esa manera resultan en una menor degradabilidad ruminal de la dieta y una menor producción de CH_4 entérico (Bodas *et al.* 2008; Vargas *et al.* 2011; Bodas *et al.* 2012; Hristov *et al.* 2013b; Vélez-Terranova *et al.* 2014).

- **Taninos**

Cuando se analiza el efecto de los taninos, hay que considerar el tipo de taninos presentes en los forrajes. Goel y Makkar (2012) sostienen que los taninos hidrolizables tienden a actuar directamente sobre las bacterias metanogénicas, pues son capaces de disminuir la actividad de las enzimas producidas por ellas al formar complejos más estables (Vargas *et al.* 2011); en cambio los taninos condensados inhiben la digestibilidad de la fibra al reaccionar con los componentes de la dieta (Huang *et al.* 2011). De hecho, los taninos condensados han resultado consistentemente en una disminución en la producción de CH_4 ruminal bajo condiciones in vitro (Bhatta *et al*. 2009), pero no siempre se han detectado los mismos resultados in vivo (Beauchemin *et al.* 2007). Jayanegara *et al.* (2012) sugieren que las discrepancias mayores se presentan con forrajes que tienen bajos contenidos de taninos condensados, y que los esfuerzos deberían concentrarse en aquellos forrajes cuyos contenidos de taninos no afectan el consumo y la producción animal (Hristov *et al.* 2013a).

Cualquiera sea el caso, y el mecanismo que esté operando, lo cierto es que regularmente se ha observado una reducción en la emisión de CH_4 cuando los animales consumen forrajes ricos en taninos (Bodas *et al.* 2012). Estos se han encontrado tanto en leguminosas tropicales (Flores Ruano 1998; Carulla *et al.* 2005; Beauchemin *et al.* 2008; Possenti *et al.* 2008; Tiemann *et al.* 2008; Grainger *et al.* 2009; Huang *et al.* 2011; Vargas *et al.* 2014; Vélez-Terranova *et al.* 2014; Salazar *et al.* 2018), como en leguminosas de zona templada (Goplen *et al.* 1980; Waghorn *et al.* 2002; Pinares-Patiño *et al.* 2003; Beauchemin *et al.* 2007; Beauchemin *et al.* 2008; Theodoridou *et al.* 2011; Williams *et al.* 2011; Piñeiro-Vázquez *et al.* 2018).

Además, hay que tener presente que los taninos establecen enlaces con las proteínas presentes en la dieta (Goel y Makkar 2012), lo cual en algunos casos puede ser beneficioso pues se crea la condición de "sobrepaso" de las proteínas evitando su fermentación en el rumen, y promoviendo su degradación en el tracto posterior por acción enzimática. Esto va a resultar en una menor excreción de nitrógeno en la orina, y más en las heces (Hristov *et al.* 2013a) lo cual puede ser beneficioso desde el punto de vista de la emisión de N_2O, pues el nitrógeno presente en la orina es de liberación más rápida que el presente en heces (Gerber

et al. 2013a; Hristov *et al.* 2013b). Sin embargo, hay que ser cautos con el nivel de forrajes ricos en taninos usados, pues su exceso puede resultar en una disminución importante en el consumo y por ende en la productividad animal. Igualmente puede ser contraproducente su uso cuando el contenido de proteína de la dieta es muy bajo, porque se reducirá la absorción de aminoácidos (Waghorn 2008). Adicionalmente, los taninos también se han mostrado efectivos en la prevención del timpanismo que con frecuencia ocurre cuando se con sumen leguminosas de zona templada (Ramírez-Restrepo y Barry 2005), así como en el control de helmintos gastrointestinales , otra razón por la que en años recientes se ha prestado más atención a las especies forrajeras que los contienen (Sandoval-Castro *et al.* 2012), en particular para los sistemas de producción orgánica.

- **Saponinas**

Las saponinas son glucósidos que actúan como detergentes naturales, cuyos azúcares son capaces de ligarse a esteroles de la membrana de protozoarios presentes en el rumen, causando su muerte o defaunación (Goel y Makkar 2012). En varios trabajos la defaunación se ha asociado con la reducción entre un 6 y 27% de la producción de metano sobre la base de consumo de materia seca (Hristov *et al.* 2013b). Se ha sugerido que dicho efecto es producto de la disminución en la trasferencia de hidrógenos desde los protozoarios a los microrganismos metanogénicos que se establecen en la superficie de éstos, de la reducción en la digestión de la fibra, además de aumentos en la concentración de ácido propiónico y en la biomasa microbiana (Vargas *et al.* 2011).

Hay varios trabajos en que se han evaluado forrajes que contienen saponinas sobre la concentración de protozoos en el rumen y las emisiones de CH_4, en muchos de ellos se han evaluado forrajeras que contienen estos compuestos en hojas o frutos (Galindo *et al.* 2000; Galindo *et al.* 2001a; Galindo *et al.* 2001b; Abreu *et al.* 2003; Hess *et al.* 2003; Hess *et al.* 2004; Kamra *et al.* 2008; Galindo *et al.* 2011; Galindo *et al.* 2012; Ku Vera *et al.* 2014; Salazar *et al.* 2018), en otros se ha evaluado la adición de extractos de saponinas (Zhou *et al.* 2011; Galindo *et al.* 2016).

En el Cuadro 3 se listan algunas especies tropicales y de zona templada que contienen taninos o saponinas. Si bien en la lista se incluye sólo las especies, hay evidencia de variaciones en el contenido de estos metabolitos secundarios entre cultivares dentro de una misma especie, como en el caso de *Tithonia diversifolia* (Galindo *et al.* 2018). Pero debe anotarse que en general, al comparar los efectos de las saponinas y de los taninos sobre la producción de CH_4 (Navas-Camacho *et al.* 2001; Hu *et al.* 2006; Zhou *et al.* 2011; Bodas *et al.* 2012; Goel y Makkar 2012), los resultados sugieren que el riesgo de deterioro de la función del rumen y de la productividad animal es mayor con los taninos que con las saponinas, y que para disminuir la producción de CH_4 entérico, el rango de concentración es menor para los taninos que para las saponinas (Gerber *et al.* 2013a; Hristov *et al.* 2013a).

- **Aceites esenciales**

Se han identificado más de 240 aceites esenciales con actividad antimicrobiana por muchos años, pero sólo recientemente se ha estudiado su potencial para inhibir selectivamente a los microorganismos ruminales (Beauchemin *et al.* 2009), utilizando especies de zona templada. De las 450 especies de zona templada evaluadas, sólo tres se mostraron promisorias para inhibir la metanogénesis. Los aceites esenciales de algunas especies, como ajo, cebolla, jengibre mostraron ser efectivas para inhibir la producción de CH_4 *in vitro*, pero no hay información que pruebe su efectividad *in vivo* (Hristov *et al.* 2013b), y que esta sea duradera, porque en estudios in vitro se ha visto que puede ocurrir adaptación de los microrganismos más aún con efectos de largo plazo (Beauchemin *et al.* 2008). Otro problema por considerar es que las concentraciones de aceites esenciales que han tenido efectos antimetanogénicos a nivel *in vitro* son muy altos, y es posible que cuando se usen *in vivo* pueden afectar la palatabilidad o incluso pueden llegar a ser tóxicos (Beauchemin *et al.* 2009).

Cuadro 3. Algunas especies herbáceas y leñosas perennes de uso forrajero de zonas templadas y tropicales en las que se han detectado contenidos de taninos y saponinas.

Zona Templada	Compuesto	Zona Tropical	Compuesto
Herbáceas		***Herbáceas***	
Lotus corniculatus	T	*Desmodium ovalifolium*	T
Lotus pedunculatus	T	*Desmodium intortum*	T
Hedysarum coronarium (Sulla)	T	*Desmodium uncinatum*	T
Onobrychis viciifolia	T		
Trifolium repens (algunos cultivares)	T	***Leñosas perennes***	
Lotu uliginosus	T	*Phylantus discoideus*	T
Medicago sativa	S	*Agelaea obliqua*	T
		Caliandra calothyrsus	T
Leñosas perennes		*Leucaena leucocephala*	T
Acacia mearnsii	T	*Mangifera indica*	T
Phylantus discoideus	T	*Samanea saman*	T
Schinopsis balansae	T	*Albizia lebbeck*	T
Quercus spp	T	*Tithonia diversifolia*	T
Camelia sinensis	S	*Acacia cyanophylla*	T
Yucca schidigera	S	*Acacia albida*	T
		Gliricidia sepium	T
		Bauhinia rubescens	T
		Flemingia macrophylla	T
		Acacia angustissima	S
		Sapindus saponaria	S
		Sesbania sesban	S
		Enterolobium cyclocarpum	S
		Jatropha curcas	S
		Moringa oleifera	S,T
		Morus alba	S,T
** *Cassia rotundifolia, Lablab purpureus, Macroptilum athropurpureu* presentan niveles muy bajos de taninos			

5.5.3 Utilización de enzimas exógenas

Las enzimas exógenas utilizadas para reducir las emisiones de CH_4 son productos concentrados que contienen celulasas y hemicelulasas, que cuando están bien formulados y son ofrecidos a los animales pueden ayudar a mejorar la digestibilidad de las fracciones fibrosas que llegan al rumen, e incluso pueden resultar en mejoras de la producción animal (Grainger y Beauchemin 2011). El concepto detrás de su uso es que al incrementar la eficiencia de uso de las fracciones fibrosas se reduce la relación ácido acético a ácido propiónico (C_2/C_3) en el fluido ruminal, el cual se reconoce como el mecanismo fundamental para la reducción de CH_4. Sin embargo, no todos los productos preparados de enzimas exógenas han sido igualmente efectivos en reducir las emisiones (Eckard *et al.* 2010; Hristov *et al.* 2013b). Mientras en algunos ensayos se ha logrado reducciones en la emisión de CH_4 del 9 al 28% en dietas a base de ensilaje de maíz, en muchos otros no se detectaron efectos (Beauchemin *et al.* 2008), quizás porque el uso de las

enzimas afectó la composición de la población de bacterias ruminales, sin un incremento en las densidades de protozoos, bacterias y de aquellas de acción metanogénica (Chung *et al.* 2012).

5.5.4 Uso de levaduras

Entre los agentes microbianos usados como parte de las dietas para mejorar su aprovechamiento, posiblemente los probióticos basados en levaduras y hongos ocupan el primer lugar. Entre ellas, las cepas de *Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae* han sido las estudiadas más frecuentemente (Hristov *et al.* 2013b). El uso de *Saccharomyces cerevisiae* ha resultado en mejoras en la fermentación ruminal y el consumo, y en incrementos del 3-4% en la producción leche y ganancia de peso (Beauchemin *et al.* 2008).

No está claro cómo funcionan las levaduras para disminuir las emisiones de CH_4, pero en el caso del *Sacharomyces* se sugiere que podría ser a través del incremento en el número de bacterias ruminales, dada la gran capacidad de las levaduras para capturar oxígeno mejorando las condiciones de anaerobiosis en el rumen (Nicodemo 2001). Además, se sabe que la repartición de los carbohidratos degradados entre las células microbianas y los productos de fermentación puede alterar la producción de hidrógeno, disminuyendo así la generación de CH_4. Otra posibilidad es que las levaduras promuevan el crecimiento de bacterias acetogénicas, que usan el H^+ presente en el rumen (Newbold y Rode 2006; Chaucheyras-Durand *et al.* 2008). Sin embargo, el incremento en producción observado mayormente en vacas lecheras, se ha atribuido al aumento en el flujo de proteína microbiana al intestino (Caja *et al.* 2003). Sin embargo, para que se manifieste el efecto de las levaduras añadidas en la dieta, es necesario un período de acostumbramiento de unas dos semanas (Nicodemo 2001).

Sin embargo, hay que ser cautos en el uso de esta información para su aplicación comercial, pues hay una serie de productos comerciales basados en esta levadura, pero hay una gran variación en las cepas y en el número y efectividad de las levaduras presentes en dichos productos. Se ha sugerido que se puede seleccionar cepas de las levaduras capaces de reducir la producción de CH_4 ruminal, pero en muchos casos la selección de las cepas no se ha hecho con base en su efecto potencial sobre ese parámetro (Beauchemin *et al.* 2009).

Un caso de interés en América Latina y el Caribe es lo referente al tratamiento de residuos de caña, incluyendo el bagazo, mediante enriquecimiento con nutrientes, para que se incremente la actividad del *Saccharomyces cerevisiae*, labor desarrollada inicialmente por investigadores cubanos (Martín 2005; Ramos *et al.* 2006). En todos estos casos se ha logrado incrementos en la digestibilidad del forraje tratado denominado "*sacharina rústica*", y mejoras en la respuesta animal, así como una reducción en la emisión de CH_4 por kilo de MS fermentada (Galindo *et al.* 2018).

En el caso de *Aspergillus oryzae* hay poca información sobre su forma de acción, en parte puede ser producto de polisacaridasas que estas contienen, pero también porque ayudan a incrementar la adherencia de bacterias celulolíticas a la fibra, además que proveen de vitaminas, ácidos grasos de cadena ramificada y aminoácidos a las bacterias (Nicodemo 2001). En términos generales se reportan incrementos en consumo, pero efectos variables en producción de leche con el uso de extractos de *Aspergillus oryzae* (Tricarico *et al.* 2005). También existe la posibilidad del tratamiento de alimentos fibrosos con hongos, lo cual ha resultado en una predigestión de los componentes de la fibra, una mayor digestibilidad de los mismos, un mayor consumo y una menor intensidad de emisión de CH_4 cuando los animales consumen estos forrajes (Mahesh y Mohini 2013).

En términos generales, el costo de las levaduras es relativamente bajo y de uso amplio en la alimentación animal, por lo que se podría suponer que hay un buen potencial para el uso comercial de levaduras capaces de reducir la emisión de CH_4; sin embargo, parece que los grandes comercializadores de aditivos no están muy entusiastas en su producción comercial, pues los productores están más interesados en el incremento de producto animal, antes que en la reducción de emisiones, y los resultados en producción no han sido suficientemente consistentes (Beauchemin *et al.* 2009).

5.5.5 Uso de ionóforos

Los ionóforos son sustancias antimicrobiales que inicialmente se usaron como coccidiostatos en la producción de aves (Callaway *et al.* 2003; de Oliveira *et al.* 2005), pero posteriormente se han usado en rumiantes, inicialmente en ovinos y bovinos de carne y luego en vacas lactantes (Hristov *et al.* 2013a). En el caso de su uso en rumiantes el propósito ha sido mejorar la eficiencia alimenticia (Nicodemo 2001; Mitsumori y Sun 2008; Hristov *et al.* 2013b), pero además se vio que estos podían ayudar a reducir la incidencia de enfermedades asociadas a la fermentación ruminal (p.e. timpanismo), debido a su efecto sobre la población de microrganismos ruminales (Callaway *et al.* 2003). El uso de los ionóforos está prohibido en la Unión Europea (Hristov *et al.* 2013b), posiblemente por la preocupación que su uso lleve al desarrollo de resistencia antimicrobiana y el potencial que se transfiera resistencia cruzada a antibióticos en el caso de los humanos (Callaway *et al.* 2003); sin embargo, después de más de 25 años de uso de los ionóforos como aditivos en dietas de animales no se ha detectado ese tipo de problemas, ni tampoco se ha reportado incremento en la resistencia de las bacterias ruminales a los ionóforos (Russell y Houlihan 2003).

Los ionóforos, entre los cuales están la monensina y la lasolacida como los de uso más común, actúan sobre las bacterias Gram positivas del rumen, entre las que se encuentran productoras de H_2^+ y formato, de butirato, lactato y amoniaco; en cambio no afectan a bacterias productoras de succinato y propionato (Ramírez *et al.* 2014). Todo esto resulta en una reducción en la producción de CH_4, acetato y butirato, y un incremento en la proporción de propionato en el rumen (Boadi *et al.* 2004; Cobos-Peralta *et al.* 2005); disminuye la producción de lactato en el rumen, por lo que hay menos riesgo de acidosis, y también se reduce la deaminación de las proteínas en el rumen (Zeoula *et al.* 2008) y la pérdida de nitrógeno amoniacal en la orina (Callaway *et al.* 2003). Todo esto debe resultar en una mejora en la eficiencia alimenticia (menos alimento consumido por kilo de producto animal) y una mayor producción por animal (Russell y Strobel 1989); sin embargo, los resultados de respuesta animal han sido variables (Cuadro 4).

En una revisión reciente, Hristov *et al*. (2013b) concluyeron que la monensina parece tener un efecto moderado en la reducción del CH_4 en rumiantes alimentados con dietas altas en granos o que reciben mezclas de grano + forrajes; siendo ese efecto dependiente de la dosis del ionóforo, el nivel de consumo y la composición de la dieta. En cambio, dicho efecto fue menos consistente en rumiantes manejados bajo pastoreo.

Cuadro 4. Efecto relativo de los ionóforos (como % del control) en animales en crecimiento alimentados en confinamiento (Nicodemo 2001).

Ionóforo	Ganancia de peso	Conversión alimenticia
Monensina	96 - 110	88 – 95
Lasalocida	99 - 107	90 – 96
Narasina	87 - 100	84 – 90
Salinomicina	102 - 106	93

5.5.6 Uso de otros aditivos en la dieta

Entre los compuestos que se añaden en la dieta para reducir las emisiones están los inhibidores de la producción de CH_4 tales como el bromo-cloro-metano (BCM), el 2-bromoetano sulfónico (BES), el cloroformo y la ciclodextrina, los cuales actúan sobre las arqueas metanogénicas del rumen (Buddle *et al.* 2011; Hristov *et al.* 2013b); pero además están los aceptores de electrones, tales como los nitratos, fumarato, sulfatos y el nitroetano (Brown *et al.* 2011; Hristov *et al.* 2013a).

Hay evidencia de ensayos in vivo de que un inhibidor como el BCM es capaz de reducir las emisiones de CH_4 hasta en un 33% en el caso de caprinos (Abecia *et al.* 2012) y un 50% en el caso de bovinos (Hristov *et al.* 2013a), sin mayores efectos en el consumo ni la digestibilidad de los alimentos, y con resultados variables -pero nunca negativos- en producción (Hristov *et al.* 2013b); pero, la persistencia de los efectos

de estos inhibidores ha sido variable, aunque se sugiere que estos no son duraderos, ya sea porque se absorbe, metaboliza o simplemente sale del rumen hacia el tracto posterior (Hristov *et al.* 2013a), por lo que habría que estar aplicando con mucha frecuencia (Reynolds *et al.* 2014). En el caso del cloroformo se ha observado un efecto similar en términos de eficacia y persistencia de la acción inhibidora de la producción de CH_4 en el rumen (Knight *et al.* 2011). Sin embargo, quizás el aspecto más crítico para la promoción del BCM está en que se trata de un compuesto que agota la capa de ozono, por lo que es un producto de muy pobre aceptación en muchos países, por lo que no puede ser usado directamente como un agente para la reducción del CH_4 (Hristov *et al.* 2013b).

Entre los aceptores de electrones, quizás los nitratos son los de mayor posibilidad de uso en los países en desarrollo no solo por su efectividad para reducir la emisión de CH_4, sino también por su costo más accesible; en cambio el potencial de uso del malato y el fumarato es menor, porque deben usarse en dosis altas para que muestren efectos importantes en la reducción de CH_4, y resultan más costosos que los nitratos (Gerber *et al.* 2013a). Además, Gerber *et al.* (2013a) sostienen que los alimentos que se encuentran en estos países regularmente son pobres en nitrógeno y muy pocos presentan riesgo de toxicidad por nitratos, a no ser que se trate de cultivos forrajeros con altos niveles de fertilización y utilizados poco después de la aplicación de los mismos (Bolan y Kemp 2003). La adición de nitratos en la dieta se ha mostrado efectiva en reducir la emisión de CH_4, pues el nitrato compite por el H^+ libre en el rumen para formar amonio, en lugar de que el CO_2 se reduzca a CH_4 (Leng 2008). En el caso de vacas lecheras, el uso de nitratos en la dieta redujo hasta en un 16% la emisión de CH_4, y no afectó el consumo, la digestibilidad, ni la producción de leche (Van Zijderveld *et al.* 2011), pero en otros estudios se han visto reducciones de hasta el 50% en las emisiones (Hristov *et al*. 2013b).

En general, existe el riesgo de intoxicación por nitratos cuando se adicionan estos en las dietas como aceptores de electrones, pues su conversión a nitritos y que estos se acumulen en el rumen no solo va a producir una reducción en la productividad, sino eventualmente la muerte de los animales (Leng 2008). Sin embargo, este es más un problema en dietas altas en proteína, y cuando los animales no han tenido oportunidad de una adaptación gradual al consumo del nitrato (Hristov *et al*. 2013a), proceso que puede tomar unas tres semanas. También el uso de fuentes de azufre como la cisteína o el sulfato (Van Zijderveld *et al.* 2010) pueden ayudar a reducir el riesgo de intoxicación por nitratos, pero el costo de la cisteína como aminoácido sintético lo hace impráctico (Leng 2008).

5.5.7 Vacunación e inoculación

El avance en el conocimiento de las especies de microrganismos responsables de la metanogénesis en el rumen, entre los cuales hay unos pocos géneros dominantes (i.e., *Methanobrevibacter, Methanobacterium, Methanosphaera, Methanosarcina* y un grupo de arqueas conocidas como el clúster C del rumen), así como en la genómica de los mismos (Attwood y McSweeney 2008; Attwood *et al.* 2011; Wedlock *et al.* 2013) han abierto nuevas posibilidades de intervención para reducir las emisiones de CH_4. Por un lado, está la posibilidad de inoculación con microorganismos de otros géneros no metanogénicos que puedan competir con los productores de CH_4 y de esa forma reducir la emisión de CH_4 entérico (Hristov *et al.* 2013b), y la otra opción es la producción de vacunas que promuevan la producción de anticuerpos que no permitan el desarrollo de los microrganismos metanogénicos y por ende contribuyan a reducir la producción de CH_4 (Clark *et al.* 2011; Wedlock *et al.* 2013).

La inoculación con bacterias ruminales provenientes de animales adaptados al consumo de *Leucaena* hacia animales que no habían estado expuestos a esa leguminosa fue un mecanismo exitoso para controlar la toxicidad de mimosina (Jones y Megarrity 1986). También se obtuvieron resultados positivos al inocular bacterias productoras y utilizadoras de lactato para promover cambios en la microflora intestinal, la estabilización del pH y la promoción de la salud del rumen (Krehbiel *et al.* 2003). Con base en ello se ha propuesto que la inoculación de bacterias no-metanogénicas puede ser una opción por considerar, pero faltan trabajos que sustenten su factibilidad de este mecanismo considerando la complejidad de las interacciones entre los múltiples organismos presentes en el ecosistema ruminal.

La vacunación de animales para que produzcan anticuerpos capaces de actuar contra los microrganismos metanogénicos, tanto en la saliva como en el medio ruminal, es otra estrategia que empezó a probarse en Australia y Nueva Zelanda para limitar el crecimiento de esos organismos y reducir la producción de CH_4 en el rumen (Clark *et al.* 2011; Krause *et al.* 2013). Se reconoce que esta es una estrategia promisoria especialmente en el caso de rumiantes manejados bajo pastoreo (Gerber *et al.* 2013a; Gerber *et al.* 2013b), pero para que la vacuna sea efectiva debe promover la producción de una cantidad suficiente de anticuerpos en la saliva que se liguen a las proteínas de la membrana de los organismos metanogénicos presentes en el rumen, de manera que estos no sean capaces de actuar. El hecho que los anticuerpos anti-metanogénicos vienen en la saliva asegura que estos lleguen constantemente al rumen, pero además es importante que los mismos persistan en su acción dentro del rumen (Wedlock *et al.* 2013). El contar con vacunas de acción sobre los protozoos del rumen es otra opción para reducir la metanogénesis, pero las vacunas desarrolladas hasta el momento no han mostrado tener efecto sobre esos organismos (Wedlock *et al*. 2013).

Aunque hasta el momento las vacunas para reducir la emisión de CH_4 ruminal han mostrado ser efectivas a nivel experimental bajo condiciones in vitro (Clark *et al.* 2011; Gerber *et al.* 2013a) e in vivo reduciendo la emisión de CH_4 en un 5 a 10% (Mitsumori y Sun 2008; Krause *et al.* 2013), aún hay trabajo por hacer en cuanto a los protocolos de vacunación (Williams *et al.* 2009) y la producción comercial de este tipo de vacunas (Eckard *et al.* 2010; Clark *et al*. 2011; Gerber *et al.* 2013a; Wedlock *et al.* 2013; Hristov *et al.* 2013b).

5.6 SELECCIÓN GENÉTICA PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE METANO ENTÉRICO

Trabajos preliminares desarrollados en Nueva Zelanda con ovinos (Pinares-Patiño *et al.* 2003) evidenciaron que habían diferencias entre individuos en la cantidad de CH_4 emitido por kilogramo de materia seca consumida, y esto motivó a que se iniciaran programas de investigación orientados a profundizar sobre el tema. Sin embargo, el primer problema que enfrentaron fue la variabilidad de resultados cuando se usó la técnica del SF6, pero cuando usaron el método calorímetro lograron identificar grupos con diferente nivel de intensidad de emisiones (hasta un 20% de diferencia) y en ellos trataron de descubrir las bases genéticas y fisiológicas para tales diferencias (Clark *et al.* 2011). Wall *et al.* (2010) han sugerido tres rutas para orientar el trabajo de mejoramiento genético para reducir la intensidad de las emisiones: i. seleccionar directamente con base en intensidad de emisiones, cuando sea posible medirla; ii.mejorar la productividad y la eficiencia; y iii. Reducir el desperdicio en el sistema de finca.

Como las mediciones directas de emisiones para el trabajo genético son difíciles, entonces se han buscado proxis que puedan tomarse en cuenta. Estos han variado de algunos tan simples como el peso corporal, la producción y composición de leche, a otros tan complejos como la morfología y metabolitos ruminales, entre otros (Negussie *et al.* 2017). En el caso de vacas lecheras, uno de los proxis que se propuso, que tenía buen potencial, era el Residual de Consumo de Alimentos (RCA), y se pensó que animales que tenían un RCA bajo tenían menor emisión de CH_4 por kilogramo de alimento consumido (Gerber *et al.* 2013b); sin embargo, esto funcionó en el caso de animales que consumían dietas de buena calidad, pero no fue el caso cuando consumieron forrajes de menor calidad (Jones *et al.* 2011). Para el logro de mayores avances, se ha recomendado una combinación de proxis para la selección de animales con una menor emisión de GEI (Negussie *et al.* 2017).

Los valores de heredabilidad estimados para parámetros tales como la Emisión de Metano Predicha y el RCA varían entre 0.35 y 0.40 (De Haas *et al.* 2011), mientras que los valores de repetibilidad son relativamente bajos (Moraes *et al.* 2014). De cualquier forma, esto sugiere que es posible reducir las emisiones mediante la selección de animales con menor costo de mantenimiento (Gerber *et al.* 2013b), y más eficientes en el uso de los nutrientes (Hristov *et al.* 2013b), aunque ha habido casos en que esos conceptos no han trabajado (Freetly y Brown-Brandl 2013). Quizás por ello, De Haas *et al.* (2011) sugieren la necesidad de esfuerzos de cooperación para conjuntar información sobre consumo de alimentos y emisión

de metano, y otros parámetros para identificar cuáles pueden ser los claves para procesos de selección genética.

5.7 ALIMENTACIÓN EN PERÍODOS CRÍTICOS

Los sistemas de producción animal, especialmente aquellos basados en el uso de pasturas y otras especies forrajeras, con frecuencia enfrentan períodos críticos, ya sea de sequía, de excesos de humedad o de temperaturas extremas de calor o frío (Pezo *et al.* 2018). En esos períodos se afecta la disponibilidad de agua y alimentos, así como el contenido de nutrientes en los alimentos (i.e., energía digerible, nitrógeno y elementos minerales), pudiendo llegar a ser deficitarios con relación a los requerimientos de los animales. La disminución en disponibilidad de forraje resulta en una reducción en la capacidad de carga de las pasturas, así como en una menor ingesta de alimentos y de nutrientes en general. Como consecuencia, se afectan negativamente los parámetros productivos, lo cual se manifiesta en una reducción de la ganancia de peso y la producción de leche, en pérdidas de la condición corporal, fallas en el comportamiento reproductivo, reducción en la capacidad de respuesta inmunológica y en casos extremos puede resultar en muerte de animales (Sejian *et al.* 2016; Pezo 2017). Adicionalmente, la combinación de todos estos factores resulta en una mayor intensidad de emisiones (Gerber *et al.* 2011; Makkar 2016).

Para superar las restricciones nutricionales asociadas a situaciones climáticas críticas existen diversas intervenciones a considerar. En las siguientes secciones se discuten el uso de residuos de cosecha y forrajes conservados, así como la suplementación estratégica para promover una mejor utilización de los recursos fibrosos disponibles en esos períodos, reducir las pérdidas en producción y reducir las emisiones de CH_4 entérico resultantes del consumo de este tipo de recursos alimenticios frecuentemente de menor calidad a los encontrados en períodos sin limitaciones en disponibilidad de forrajes frescos de calidad (Makkar 2016).

5.7.1 Uso de residuos de cultivo

Herrero *et al.* (2008) han estimado que a nivel global los residuos de cultivos pueden representar en promedio el 50% de la dieta de los rumiantes que se manejan en sistemas mixtos (cultivos-animales). El uso de los residuos de cultivo como recurso forrajero en épocas de escasez de pastos es una práctica común especialmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas (Steinfeld *et al.* 2006) donde se encuentran la mayor parte de los productores pobres (Lenné *et al.* 2003). América Latina no es excepción, pues los residuos de cultivos se usan particularmente en las fincas pequeñas y medianas que practican sistemas mixtos, donde la importancia relativa de su contribución a la dieta de los animales está directamente relacionada con la duración y dureza del período crítico (Quiroz *et al.* 1997).

Aunque existen algunos residuos de cultivo de buen valor nutritivo, como el follaje de camote o yuca y algunas leguminosas que presentan niveles altos de proteína y digestibilidad (Devendra *et al.* 2001; Frankow-Lindberg y Lindberg 2003; Wanapat 2003), o el pseudo-tallo de banano con alta digestibilidad (Rojas *et al.* 1988; Babatunde 1992; Quiroz *et al.* 1997); la mayor parte de los residuos de cultivo son de bajo costo, poseen altos contenidos de fibra, presentan digestibilidad baja y son pobres en proteína cruda, minerales y vitaminas, por lo que generalmente se usan para proveer parte de los requerimientos energéticos y de fibra en la dieta de rumiantes durante los períodos críticos (Steinfeld *et al.* 2006). Cuando se usan estos como único alimento en períodos críticos, resultan en niveles de productividad bajos y en altas emisiones de CH_4 debido su calidad nutritiva pobre (Herrero *et al.* 2008;Singh *et al.* 2011; Gerber *et al.* 2013c).

Se han propuesto diversas estrategias para mejorar la calidad nutritiva de las dietas basadas en forrajes altos en fibra y de esa manera contribuir a la reducción de las emisiones de CH_4 en animales que las consumen. Entre ellas están el uso de técnicas genéticas para el mejoramiento de la calidad nutritiva de los residuos (Hall *et al.* 2004; Zaidi *et al.* 2013), el tratamiento químico o enzimático de los residuos (Sarnklong *et al.* 2010; Mahesh y Mohini 2013) y la suplementación estratégica para lograr un mejor aprovechamiento de los residuos utilizando concentrados, bloques multi-nutricionales, leguminosas herbáceas o el follaje de leñosas perennes entre otras (Blümmel *et al.* 2009; Thornton y Herrero 2010; Tarawali *et al.* 2011; Owen

et al. 2012; Gerber *et al.* 2013c; Herrero *et al.* 2013; Murgueitio *et al.* 2013; Murgueitio *et al.* 2015; Makkar 2016). Se reconoce que todas estas opciones de mejora de la calidad de la dieta en períodos críticos pueden aumentar la productividad de los animales individualmente y del hato en su conjunto y, por lo tanto, reducir la intensidad de emisiones de CH_4; sin embargo, el mayor problema ha sido la adopción de estas innovaciones, especialmente en el caso de los productores con recursos más escasos, ya sea por razones económicas o socio-culturales (Hristov *et al.* 2013b).

5.7.2 Uso de forrajes conservados

El uso de forrajes conservados, sean estos henos o ensilajes, son formas de hacer un uso más eficiente del recurso forrajero excedente en las épocas de abundancia, para su utilización en los períodos críticos (Pezo 2018). Otra opción utilizada es la producción de ensilajes a partir de forrajes de grano (p.e., maíz, sorgo) sembrados específicamente para la preparación de ensilajes. Estos constituyen formas de intensificación en los sistemas basados en el uso de pasturas, en el primer caso reduciendo las pérdidas de forrajes no consumidos por los animales y en el segundo un mecanismo para maximizar la producción de forrajes de corte. Además, el uso de henos y ensilajes en los períodos críticos no solo ayuda a mejorar la productividad del hato en los períodos críticos -es decir constituye un mecanismo efectivo de adaptación- (Palombi y Sessa 2013), sino también la productividad total anual (Pezo *et al.* 2018).

En términos generales se espera que el uso de forrajes conservados en los períodos críticos contribuya a reducir las emisiones de CH_4 (Hristov *et al.* 2013b), pues estos deben ser de mejor calidad que los forrajes remanentes en los potreros si han sido preparados adecuadamente (Bonilla Cárdenas y Lemus Flores 2012; Makkar 2016). Además, el efecto de reducción en las emisiones es mayor cuando los henos utilizados son de leguminosas, por su menor contenido de constituyentes de pared celular y su mayor tasa de degradación y de pasaje (Boadi *et al.* 2004; Dewhurst 2013). En el caso de ensilajes hechos con maíz o sorgo, se sugiere que estos pueden contribuir a reducir las emisiones de CH_4 de tres maneras: *i*. Si el almidón de los granos aún no se ha fermentado completamente, su presencia en el ensilaje favorecerá la producción de propionato en lugar de acetato; *ii*. El mayor consumo resultará en una mayor tasa de pasaje y por ende menor fermentación del forraje en el rumen; y *iii*. El reemplazo de forrajes de baja calidad por el ensilaje contribuye a mejorar la producción animal, reduciendo de esa manera la intensidad de emisiones. Sin embargo, aún faltan más estudios en que se comparen los ensilajes de cereales vs. los de gramíneas de corte o pastoreo para cuantificar de qué magnitud puede ser la reducción de emisiones cuando se utilizan diferentes tipos de ensilajes (Beauchemin *et al.* 2008). Además, el uso de modelos mecanísticos ayudará a entender mejor el efecto sinergístico del uso de los ensilajes con otras intervenciones en los sistemas de alimentación, en el comportamiento reproductivo del hato, en la mejora genética de los animales, en el uso de fertilizantes y otros (Beukes *et al.* 2011).

5.8 SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE GENOTIPOS ANIMALES ADAPTADOS

El uso de genotipos locales en Latino América y el Caribe -como es el caso de las razas criollas de bovinos, ovinos y caprinos, provenientes de los grupos de animales introducidos durante el período colonial, así como el ganado cebuino introducido posteriormente- es una de las estrategias de adaptación al cambio climático (Murgueitio *et al.* 2013), porque si bien estos presentan menores niveles de productividad potencial que las razas europeas mejoradas, en cambio poseen genes relacionados con la resistencia a enfermedades y al estrés térmico, así como una mayor capacidad de aprovechamiento de los recursos forrajeros de baja calidad (Alcalá 2010), que les permite sobrevivir y producir bajo condiciones adversas en las que las razas mejoradas no pueden expresar su potencial. Sin embargo, se reconoce que todavía hay vacíos de información con respecto a la fisiología y genética de la adaptación que pueden ayudar a entender los mecanismos que gobiernan ese comportamiento (Hoffmann 2010).

El uso de los genotipos adaptados, e incluso de híbridos entre razas europeas como Jersey x Holstein en el caso de la producción de leche, tiene implicaciones importantes en la mitigación de emisiones de CH_4 (Palombi y Sessa 2013), pues al mejorar los parámetros productivos (p.e., fertilidad, ganancia de peso,

producción de leche) se reduce la intensidad de las emisiones (Boadi *et al.* 2004; Clark *et al.* 2007; Bentley *et al.* 2008), pues en el caso de los animales no adaptados, al afectarse su nivel de producción, los costos de mantenimiento tienen un costo relativo mayor, y consecuentemente se incrementan las emisiones de CH_4 por kilo de producto animal. Por otro lado, en los cruces de Jersey x Holstein el menor tamaño de los animales cruzados vs. Holstein y la capacidad de consumo de esos animales en las condiciones de pastoreo en Nueva Zelanda resultan en una menor intensidad de emisiones de CH_4 (Clark *et al.* 2007).

Con frecuencia, el cruzamiento de razas locales con introducidas es la opción para mejorar la productividad, pero manteniendo los atributos de resistencia a condiciones de estrés, y eso conlleva a que los animales cruzados presenten una menor intensidad de emisiones que las razas que les dieron origen, siempre y cuando los animales cruzados no sean mucho más pesados que las razas locales, porque si no las diferencias en intensidad de emisiones serán mínimas (Thornton y Herrero 2010). En América Latina hay una diversidad de razas criollas de bovinos (Camargo 1990; Primo 1992; Tewolde 1999; Anzola-Vásquez 2005), caprinos (Mellado 1997) y ovinos (Chay-Canul *et al.* 2016), con características fenotípicas relevantes que se han utilizado como razas puras o en programas de cruzamiento orientados a mejorar la resiliencia en los sistemas pecuarios.

En el caso de ALC, se dispone de muy pocos reportes sobre emisiones de CH_4 tanto para el ganado criollo o cebuino, como para sus híbridos con razas introducidas. Uno de los pocos casos reportados sobre este particular es el trabajo de Pedreira *et al.* (2009) quienes compararon las emisiones en vacas lactantes y novillas Holstein puras y cruzadas con Gyr, encontrando que las emisiones de CH_4 en gramos $animal^{-1}$ $día^{-1}$ fueron mayores en las Holstein puras, pero las emisiones por kg de alimento fueron mayores en los animales cruzados. Así mismo, en un trabajo reciente en el trópico húmedo de Costa Rica con vacas lactantes manejadas bajo pastoreo se encontró que las del triple cruce Jersey x Holstein x Sahiwal presentaban una menor intensidad de emisiones de CH_4 que las Jersey puras, y cruces de Jersey x Gyr o Sahiwal (Abarca Monge *et al.* 2018).

Sin embargo, uno de los riesgos que se está enfrentando para asegurar en el largo plazo el uso de los genotipos locales como parte de las estrategias de adaptación es la falta de esfuerzos suficientes para la conservación *in situ* y *ex situ* de esas razas o grupos raciales (Alcalá 2010; Hoffmann 2010), pues están siendo reemplazados por las razas mejoradas, considerando criterios tales como la mayor productividad, olvidando que esto solo se va a manifiesta bajo condiciones de buena disponibilidad de alimento y ausencia de factores estresantes, e ignorando en muchos casos los otros productos y servicios que proveen las razas locales, en particular para los pequeños productores en zonas aisladas y con menor acceso al mercado (Ayalew *et al.* 2003).

5.9 APROVECHAMIENTO RACIONAL DEL RECURSO HÍDRICO

El manejo del agua es cada vez un componente más importante en las estrategias de intensificación sostenible de la producción animal y la adaptación al cambio climático, pues este último va a incidir en la presentación de problemas de exceso o déficit mayores y más frecuentes, con los impactos consiguientes sobre la producción agropecuaria, así como en todas aquellas actividades que requieren del agua, incluyendo la demanda doméstica, lo cual al final redunda en el bienestar humano (Pezo 2016). Pero además de los problemas en disponibilidad, el cambio climático va a influir en el aumento en la demanda, pues al incrementarse la temperatura ambiente se exacerban los problemas de estrés térmico en plantas, animales y humanos (Scholtz *et al.* 2013; Pezo *et al.* 2018).

La escasez de agua se ha convertido en una limitante crítica en los sistemas de producción animal, especialmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas (McDermott *et al.* 2010), más aún si se considera que a nivel global el ganado utiliza un tercio del agua fresca disponible (Gerbens-Leenes *et al.* 2013; Herrero *et al.* 2013). En la solución de este problema pueden ayudar la mejora en las prácticas de manejo del recurso hídrico, como puede ser el uso más eficiente del agua corriente y subterránea (McDermott *et al.* 2010), la protección de las fuentes de agua a través del manejo de bosques ribereños

(Chará *et al*. 2013), el uso de intervenciones silvopastoriles que ayudan a reducir los problemas de erosión y escorrentía (Ríos *et al*. 2007; Calle *et al.* 2012) o la cosecha de agua (Descheemaeker *et al.* 2011; García Gómez 2018); pero también es necesario lograr mejoras en la eficiencia del uso del agua mediante prácticas tales como: i. el uso de genotipos de animales y plantas más tolerantes o resistentes a la sequía, ii. el manejo de las estrategias de alimentación y de obtención de alimentos, iii. la mejora de la calidad de la dieta, iv. la implementación de prácticas de manejo racional de las pasturas para reducir los problemas de degradación de tierras y, v. el uso de prácticas eficientes de riego como son la aspersión, microaspersión y por goteo, entre otras (Montemayor Trejo *et al.* 2010; Scholtz *et al.* 2013; Zonderland-Thomassen *et al.* 2014; Yescas *et al.* 2015; Pezo *et al.* 2018).

El concepto de huella hídrica es relativamente nuevo, pero relevante cuando se analiza la intensificación sostenible de la producción ganadera, no solo porque el agua es un recurso escaso en la mayoría de los ecosistemas en ALC, y que va a hacerse más crítico con el cambio climático. La huella hídrica se define como la cantidad de agua necesaria para producir un producto y asimilar los contaminantes que se generan a partir de él (Charlon *et al.* 2016). En los sistemas más intensivos, la contaminación de fuentes de agua superficial puede ser tal que se provoque su eutrofización por la presencia de altas concentraciones de nitrógeno y fósforo (Tieri *et al.* 2014).

Hoekstra (2012) ha señalado que la huella hídrica es mayor para los productos de origen animal que para los de cultivos con un valor nutricional equivalente, y que en el caso de los productos animales las necesidades de agua para producir los alimentos es el componente que contribuye más a la huella hídrica, lo cual puede ser válido también para los sistemas más intensivos de producción de leche en ALC. En general se ha señalado que los sistemas de producción de carne bovina tienen una huella hídrica mayor que la producción de carne de cerdo o pollo; y que los sistemas intensivos tienen una menor huella hídrica que los sistemas de pastoreo, porque los animales en los sistemas intensivos usan más alimentos concentrados, hacen menos ejercicio, se seleccionan para el crecimiento más rápido y se sacrifican más temprano (Gerbens-Leenes *et al.* 2013). Sin embargo, se debe tener mucho cuidado con las generalizaciones, pues se ha visto diferencias importantes entre sistemas similares de producción de carne bovina y ovina entre Nueva Zelanda y Australia (Zonderland-Thomassen *et al.* 2014). Además, se ha señalado que los sistemas de producción de carne de bajo insumos, basados en pasturas no-irrigadas, tienen muy poco impacto sobre el consumo de agua para la producción de alimentos y la contaminación de las fuentes de agua (Ridoutt *et al.* 2012; Ridoutt *et al.* 2014).

En el caso de la producción de leche, hay poca información sobre la demanda de agua por litro de leche producida (Palhares y Pezzopane 2015). Llama la atención que los valores de huella hídrica verde[3] obtenidos en Argentina para vacas lactantes en sistemas especializados de producción de leche (Charlon *et al.* 2016), que variaban entre 765 y 1082 litros kg^{-1} de leche, no difirieron mucho de los obtenidos para vacas de ordeño en sistemas de doble propósito en el trópico subhúmedo de Panamá (Muñoz Quintero 2014), donde se encontró que la demanda de agua por litro de leche era de 951 a 1111 litros kg^{-1} de leche en la época seca y de 693 a 1021 litros kg^{-1} en la época de lluvias. Por otro lado, Huang *et al.* (2014) señalaron que la huella hídrica para la producción de leche era mayor en sistemas estabulados en California (USA) que en Heilongjiang (China), y en este lugar mayor que en las cuencas lecheras de Nueva Zelanda, lo cual obviamente refleja las diferencias en los sistemas usados, favoreciendo aquellos con mayor dependencia del pastoreo.

Lo que queda claro de esta revisión es que el tema huella hídrica en sistemas ganaderos necesita de mayores estudios, en los que se uniformicen las metodologías y se utilicen unidades estándar, que en las evaluaciones

[3] Volumen de agua de lluvia que no se convierte en escorrentía, por lo que se almacena en los estratos permeables superficiales y así satisface la demanda de la vegetación.

se incluyan y presenten por separado los datos de agua verde, azul[4] y gris[5], y que se consideren los usos alternativos, múltiples y los beneficios potenciales de los diferentes recursos en cada localidad específica (Ran *et al.* 2016). Así mismo, es necesario identificar para cada sistema de producción los distintos componentes del consumo total de agua y los puntos críticos, para definir las estrategias de manejo y producción (mejoras en eficiencia de conversión de alimentos, en la utilización de pasturas, en las instalaciones de agua, etc.) necesarias para optimizar el consumo de agua dulce y disminuir los impactos ambientales negativos (Charlon *et al.* 2016).

5.10 MANEJO INTEGRAL DE EXCRETAS Y OTROS RESIDUOS

La intensificación, entendida como la mayor concentración de animales por unidad de área, en especial bajo condiciones de estabulación, se ha visto como un mecanismo para mejorar la eficiencia de producción, y que además facilita la colecta de excretas; pero, también ha incrementado la preocupación por los impactos ambientales, y sobre la salud humana y animal asociados con la acumulación de desechos orgánicos en estos sistemas (Steinfeld *et al.* 2006). Entre los problemas generados por las excretas en sistemas intensivos, Hristov *et al.* (2013b) identifican los siguientes: *i.* Eutroficación de fuentes de agua superficial por sustancia orgánicas y nutrientes tales como el nitrógeno y fósforo; *ii.* Lixiviación de nitratos y posible paso de patógenos a aguas subterráneas; *iii.* Acumulación de nutrientes en el suelo cuando se aplican fuertes dosis de excretas; *iv.* Degradación de humedales y manglares; *v.* Emisiones de GEI (descrito previamente) y de otros gases, como el escatol y sulfuro de hidrógeno, con los consiguientes malos olores.

Por muchos años se han considerado que las excretas del ganado aplicadas como fertilizante proveen de macro- y micronutrientes esenciales para las plantas, pero también de materia orgánica que ayuda a mejorar las características físicas del suelo, como son la estructura y capacidad de retención de humedad (Martinez *et al.* 2009; Hristov *et al.* 2013b). Sin embargo, debe considerarse que las excretas son fuentes de emisión de CH_4, N_2O y NH_4^+ (Amon *et al.* 2006; Casasola y Villanueva 2015; Casasola *et al.* 2018), ya que contienen compuestos nitrogenados -la mayor parte de los cuales son en forma inorgánica-, carbohidratos estructurales y agua, los que sirven de substrato para la microfauna del suelo responsable de la mineralización de materia orgánica (Chadwick *et al.* 2011).

En términos globales se ha estimado que las excretas contribuyen el 10% de las emisiones del sector ganadero (Gerber *et al.* 2013c), pero la magnitud de estas depende del nivel de intensificación, el tipo de sistema de producción y el manejo que se da a las excretas. En sistemas pastoriles hay deposiciones importantes de excretas en los potreros, y en esos casos, el nitrógeno ureico presente en la orina es la principal fuente de las emisiones de N_2O y NH_4^+, mientras que el CH_4 resulta de la descomposición anaeróbica de las heces (Saggar *et al.* 2004b; Gerber *et al.* 2013c). Zhu *et al.* (2018) señalan que se debe tener cuidado en extrapolar datos obtenidos en las zonas templadas sobre emisiones de las excretas depositadas en los potreros, que son los frecuentemente usados por el Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC) - Nivel 1, pues en sistemas pastoriles del África Sub-Sahariana ellos encontraron que la calidad nutritiva pobre de la dieta y las condiciones ambientales limitaban fuertemente las emisiones de GEI a partir de las excretas presentes en los potreros. Cabe anotar que De Klein *et al.* (2001) habían señalado anteriormente que los factores usados por IPCC tampoco se ajustaban a los sistemas pastoriles practicados en Nueva Zelanda, por lo que había necesidad de realizar trabajos que condujeran a la revisión de los factores de emisión usados por el IPCC.

En términos generales, las emisiones de CH_4 de heces depositadas por los animales en pastoreo disminuyen marcadamente con el tiempo como resultado del desecamiento de estas; en cambio, las pérdidas de NH_4^+ de las manchas de orina ocurren mayormente en las primeras 24 h, y este es más rápido con temperatura

[4] Volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, consumido para la producción de bienes y servicios, cubriendo una demanda de agua no satisfecha a causa de un déficit en la disponibilidad del agua de lluvia.

[5] Volumen de agua necesario para eliminar los contaminantes asociados a la cadena de producción y/o suministro, sin que se comprometa la calidad del agua respecto a los límites permitidos por la legislación.

alta y ambiente seco, mientras que las temperaturas bajas y la humedad alta minimizan las pérdidas (Saggar *et al*. 2004).

En los sistemas de estabulación parcial o completa, hay descomposición de materia orgánica y emisión de CH_4 como producto de la acción de microorganismos anaerobios que actúan sobre las heces y el material de cama (Chadwick *et al.* 2011; Leytem *et al.* 2011), tanto en el corral y áreas de manejo, como en los lugares de almacenamiento (también conocidos como estercoleros). Las condiciones de anaerobiosis que se producen al cubrir los estercoleros no permiten la nitrificación del NH_4^+ y consecuentemente, hay poca o ninguna emisión de N_2O en esos lugares; pero favorecen la emisión de CH_4 (Chadwick *et al.* 2011), por lo que cualquier tecnología que ayude a capturar (p.e. los biodigestores) o quemar el CH_4 emitido es efectiva para reducir su emisión (Baylis y Paulson 2011; Montes *et al.* 2013).

Se han propuesto diversas opciones para mitigar las emisiones de CH_4 y N_2O a partir de las excretas animales, las mismas que se resumen en las Figuras 13 y 14, respectivamente (Eckard *et al.* 2010; Montes *et al.* 2013). También, Hristov *et al.* (2013b) presentan una revisión muy detallada de posibles intervenciones que pueden contribuir a reducir las emisiones a partir de las excretas animales. Entre las intervenciones relacionadas con el manejo de la dieta que favorecen la reducción de emisiones a partir de las excretas se menciona el mantener un buen balance entre la demanda de nutrientes por el animal y la calidad de la dieta, el uso de recursos alimenticios con mayor digestibilidad de la fracción fibrosa (De Klein y Eckard 2008; Hristov *et al.* 2013b; Montes *et al.* 2013), la inclusión de suplementos que favorezcan la actividad de los microrganismos ruminales responsables de la degradación de fibra cuando se ofrecen dietas altas en fibra o bajas en nitrógeno (Külling et al. 2001).

Por otro lado, se ha sugerido que dietas que contienen follajes altos en taninos como la *Calliandra calothyrsus* no solo resultan en una menor degradación ruminal de las proteínas, sino que ese efecto puede manifestarse incluso sobre la descomposición de las heces, reduciendo las emisiones de N_2O (Flores Ruano 1998); en cambio, otros investigadores (Hao *et al.* 2011) no observaron el mismo efecto cuando prepararon compost con heces de animales que habían consumido dietas altas en taninos condensados. Por otro lado, cuando los animales consumen forrajes altos en proteína cruda se presentan mayores emisiones de N_2O (Sheppard y Bittman 2011; Luo *et al.* 2015).

El tratamiento que se da a las excretas es también determinante de las emisiones. Cuando se dan condiciones anaeróbicas se favorece la emisión de CH_4, en cambio la nitrificación (paso de NH_4^+ a NO_3^-, y luego a N_2O) ocurre cuando se presentan condiciones aeróbicas (Chadwick *et al.* 2011; Montes *et al.* 2013). Los sistemas de manejo que utilizan el estiércol de corral o de cama profunda, tienden a producir mayores emisiones N_2O que aquellos en que las excretas se manejan en forma semilíquida (VanderZaag *et al.* 2011b; Hristov *et al.* 2013b). Por otro lado, el aumento en la tasa de recambio de las excretas en los depósitos y las temperaturas más altas favorecen las emisiones de CH_4 y NH_3 (Saggar *et al.* 2004; Chadwick *et al.* 2011; Montes *et al.* 2013).

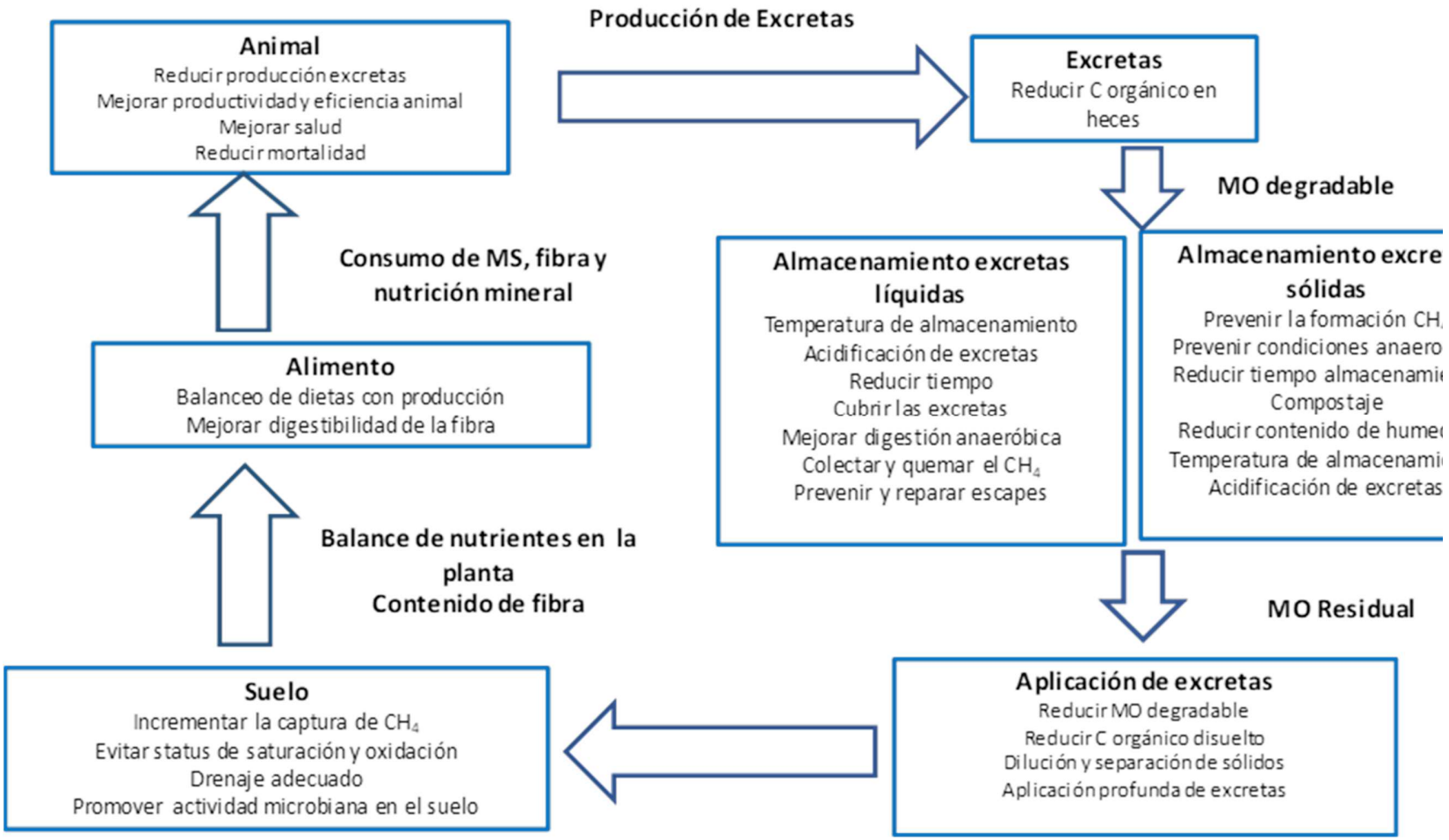


Figura 13. Oportunidades de mitigación de metano a partir de las excretas del ganado (Adaptado de: Montes et al. 2013)

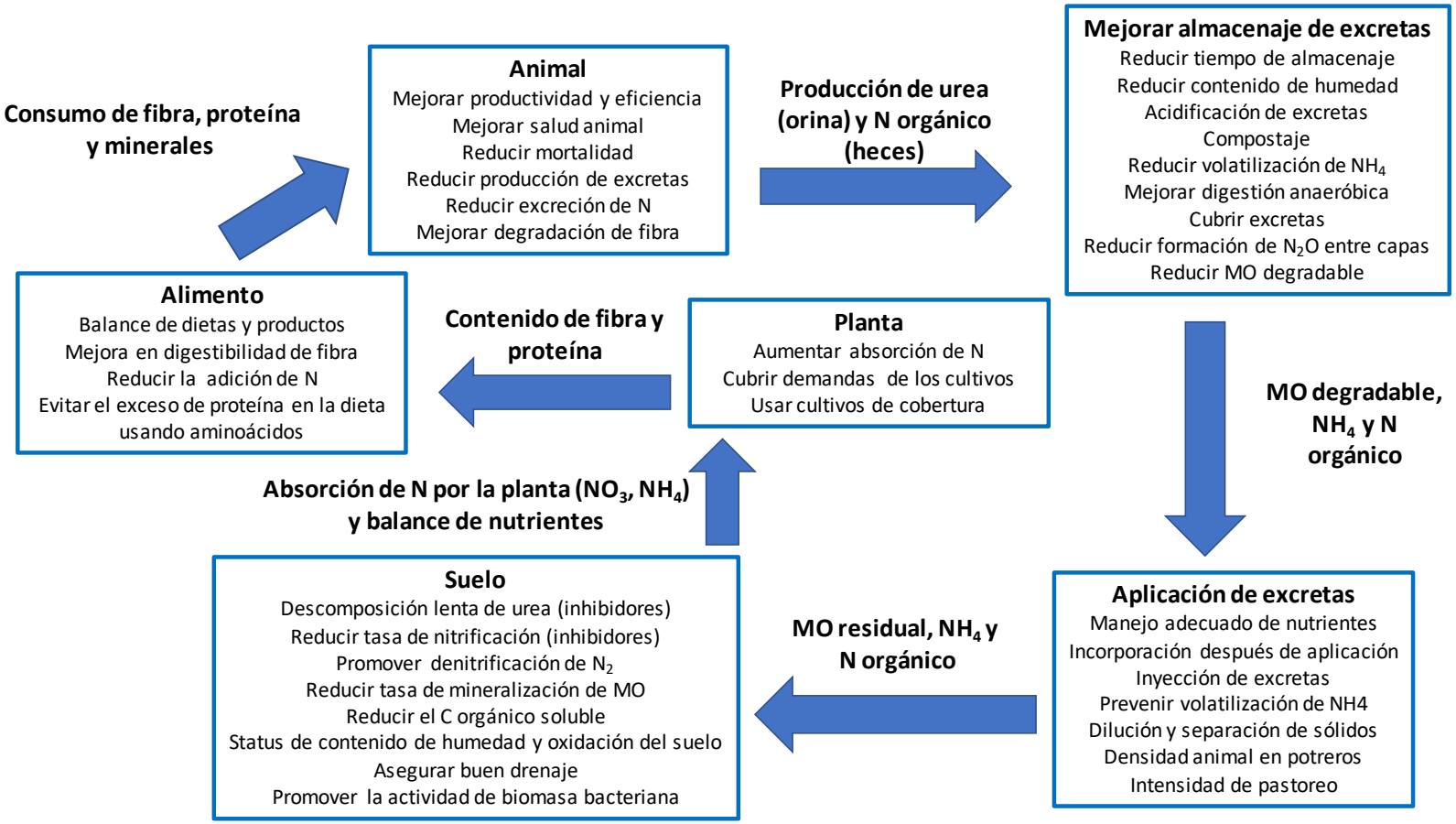


Figura 14. Oportunidades para mitigar el óxido nitroso de las excretas del ganado (Adaptado de: Montes *et al.* 2013)

Otra opción que se ha usado para el manejo de las excretas es el derivar estas a lagunas simples o dobles, y luego los efluentes han sido descargados a fuentes de agua, lo cual ocasiona menos problemas ambientales y sanitarios que cuando se hace una descarga directa, pero eso no elimina el riesgo de la deposición de cantidades altas de nitrógeno y fósforo en las fuentes de agua, con los consiguientes problemas de eutrofización (Saggar *et al.* 2004a); además que al no estar cubiertas hay emisiones de CH_4 a la atmósfera (Lombo *et al.* 2015). En varios países hay regulaciones sobre el manejo de excretas que promueven este tipo de manejo u otros, pero el nivel de rigurosidad es variable, y los mecanismos de regulación y vigilancia en los países en desarrollo son a menudo escasos y confusos (Pinos-Rodríguez *et al.* 2012).

El derivar las excretas a biodigestores, con o sin separación previa de las fracciones fibrosas más grandes, donde el estiércol sufre una digestión anaerobia por acción de las arqueas es otra alternativa de manejo de las excretas animales que ha sido considerada como promisoria, pues a través de ella se genera una fuente de energía renovable que es el biogás, constituido de 60 a 80 por ciento de CH4, dependiendo del sustrato y de las condiciones de manejo (Baylis y Paulson 2011; Hristov *et al.* 2013b; Casasola *et al.* 2018). Pese a ello, no es aún una práctica ampliamente difundida entre los ganaderos de América Latina y el Caribe (Lombo *et al.* 2015).

La preparación de compost es otro mecanismo para el manejo de las excretas animales. Se trata de un proceso aerobio que no solo ayuda en la degradación de la MO de las heces, sino que ayuda a reducir los malos olores, controlar los patógenos y malezas que pueden presentarse en las heces, estabilizar la MO, se puede transportar larga distancia y además puede ser una fuente de ingreso adicional para el productor (Saggar *et al.* 2004b; Martínez *et al.* 2009; Hristov *et al.* 2013b; Lombo *et al.* 2015). La eficiencia del proceso de compostaje para reducir las pérdidas de N es función de temperatura, composición de las excretas, relación C/N en el material almacenado -el cual puede incluir material de cama de los corrales, o residuos de cultivos a los que se añaden excretas-, el pH, contenido de humedad, tasa de aireación y consistencia del material compostado (Külling *et al.* 2001; Hao *et al.* 2004; Petersen y Sommer 2011; Montes *et al.* 2013; Schils *et al.* 2013).

Un aspecto adicional para considerar cuando se evalúa el rol del compostaje como estrategia para mitigar las emisiones provenientes de las excretas es comparar qué sucede con las emisiones cuando se aplican en el suelo las excretas colectadas en corral directamente o el compost producido a partir de ellas (Hao et al. 2004), pues en el segundo caso se incrementa el contenido de C en el suelo, constituyendo también una forma de secuestro de C (De Klein y Eckard 2008). Cuando se comparó el compostaje vs. excretas mantenidas en corrales vs. lagunas de oxidación, se vio que el compostaje es la forma de almacenamiento que genera las menores emisiones de NH_3, CO_2 y N_2O (Leytem et al. 2011).

Luego de la deposición de las excretas directamente por los animales, o cuando se aplican estas en el campo luego de haber sido retenidas en depósitos cerrados o abiertos, estas son sometidas a la acción de la microfauna del suelo, llevando a la emisión de GEI (Saggar *et al.* 2004a; Gerber *et al.* 2013b). Las emisiones de GEI a partir de excretas depositadas al suelo son muy variables, y dependen de una diversidad de factores, tales como: composición de las excretas, técnica de aplicación -sobre la superficie o inyectada-, tipo de suelo y manejo, contenido de humedad del suelo, temperatura, etc. (Saggar *et al.* 2004a; Eckard *et al.* 2010; VanderZaag *et al.* 2011a; Hristov *et al.* 2013b). Cualquier intervención que lleve a la reducción de la materia orgánica en las excretas como por ejemplo el filtrado- resulta en menor disponibilidad de carbono en el substrato que llega al biodigestor, y esto no solo resulta en menor emisión de CH_4, sino también en menores emisiones de N_2O (Amon *et al.* 2006).

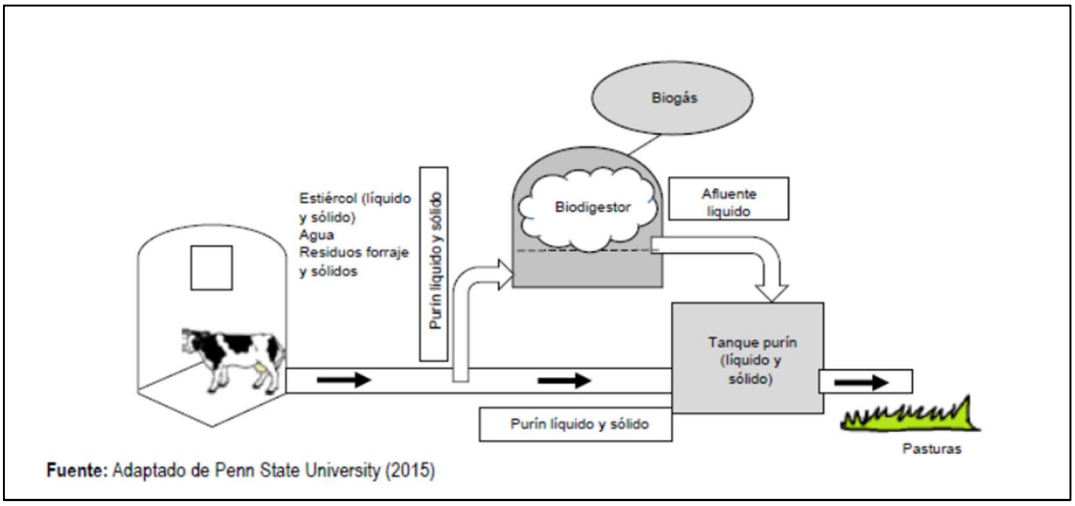


Figura 15. Sistema de gestión de excretas sólidas y liquidas con inclusión de un biodigestor (Fuente: Lombo *et al*. 2015)

Por otro lado, cualquiera sea la forma de deposición de las excretas en el suelo, las emisiones de GEI son muy altas inmediatamente después que estas llegan al suelo. Cuando se trata de deposición de heces directamente por animales en pastoreo, las pérdidas de NH3 son mayores durante el tiempo que los animales están pastoreando e inmediatamente después de su salida, y estas son también mayores cuando se aplican cargas animales más altas (Saggar *et al*. 2004a). Pese a las ventajas económicas asociadas al uso de las excretas, pues las mismas pueden sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos (Casasola *et al*. 2018), hay que ser cautos con los volúmenes aplicados pues se puede superar la capacidad de absorción por las plantas, y por ende se produce acumulación de nutrientes en el suelo (Luo *et al.* 2010; Hristov *et al.* 2013b), pero también en las fuentes de agua, tal como se señaló previamente.

5.11 USO DE FERTILIZANTES INORGÁNICOS

El uso de fertilizantes es un mecanismo para la intensificación de los sistemas ganaderos basados en pasturas y cultivos forrajeros, pero cuando esta práctica no se aplica con racionalidad se puede enfrentar efectos ambientales adversos, además que ello afectará negativamente la eficiencia económica de los sistemas de producción animal (Nevens *et al.* 2006). Por ello, no debe extrañar cuando se reconoce que solo un 30% del nitrógeno aplicado como fertilizante en sistemas agrícolas y pecuarios se recupera en los productos finales del sistema (Pastrana *et al.* 2011).

Cuando se utilizan fertilizantes nitrogenados se pueden presentar problemas de contaminación de las aguas con nitratos (NO_3^-) o con las emisiones de óxido nitroso (N_2O) (Pastrana *et al.* 2011); mientras que en el caso de los fertilizantes que proveen fósforo, es posible que estos contaminen las fuentes de agua, pues se estima que un 3-20% del fósforo aplicado no es aprovechado por las plantas (Steinfeld *et al.* 2006). Además, los fertilizantes inorgánicos, la cal y las excretas, al igual que las excretas y algunos subproductos agroindustriales, pueden ser también fuentes de metales pesados que contaminan las fuentes de agua, problema que es cada vez más serio en los países desarrollados y en sistemas de altos insumos (Nicholson *et al.* 2003), por lo que su uso debe ser muy cuidadoso. Es cada vez más preocupante el problema de eutrofización de fuentes de agua, en parte asociada a las actividades de producción animal, pero este mayor en el caso de los sistemas de producción intensiva en corral, o cuando se usan niveles elevados de insumos externos.

El nivel de aplicación, la fuente de fertilizante y la oportunidad de aplicación son factores de manejo que afectan la eficiencia de uso del fertilizante por las pasturas (Eckard *et al.* 2010), y consecuentemente las

pérdidas potenciales de óxido nitroso (N_2O). Cuando hay un exceso de nitrógeno disponible con respecto a la capacidad de las pasturas para absorberlo, como consecuencia del uso de niveles elevados de fertilizante nitrogenado en una aplicación, se producirá mayores pérdidas de nitritos (NO_3^-) por lixiviación, y de esa manera se contaminan las aguas subterráneas y los cuerpos de agua (De Klein *et al.* 2001). Además, si se presentan las condiciones adecuadas para la desnitrificación (Ciarlo 2009), se producirá más N_2O a partir de NO_3^-, y bajo esas condiciones las emisiones de N_2O se incrementan exponencialmente a medida aumenta la dosis de nitrógeno aplicada.

A menudo se enfatiza el impacto del uso de fertilizantes químicos en pasturas sobre la emisión de N_2O, pero en muchos casos esta es menor que la producida a partir de las excretas animales (Wattiaux *et al.* 2016). Es más, el IPCC asigna mayores valores de emisión para las excretas que para los fertilizantes inorgánicos (Gerber *et al.* 2013b), pues considera que el contenido de carbono de las excretas puede contribuir a aumentar la tasa de respiración de los microrganismos del suelo -y por ende el consumo de oxígeno-, lo cual favorecerá anaerobiosis que acelera la desnitrificación; sin embargo, esto no siempre se ha cumplido porque las interacciones en el suelo son complejas (Pelster *et al.* 2012). Entre los fertilizantes inorgánicos, los nitratos (p.e. nitrato de sodio, de potasio o de calcio), producen mayores emisiones de N_2O que las fuentes amoniacales (p.e. urea, fosfato diamónico). Por otro lado, es importante recordar que para reducir las emisiones de N_2O el momento óptimo de aplicación es cuando existe buena disponibilidad de humedad en el suelo (Eckard *et al.* 2010).

Se han propuesto diferentes estrategias para reducir las emisiones de N_2O como producto de la fertilización. La forma de aplicación del fertilizante influye en el nivel de emisiones de N_2O, por lo que se ha propuesto la aplicación del fertilizante bajo la superficie del suelo, el uso de fertilizantes foliares y el buscar concordancia entre el tipo de fertilizante y las condiciones ambientales como opciones de manejo de la fertilización que van a incidir en la reducción de emisiones De Klein *et al.* (2001). Otros investigadores (Di y Cameron 2006; De Klein y Eckard 2008; Eckard *et al.* 2010; Luo *et al.* 2010; De Klein *et al.* 2011)(Eckard et al, 2010; Luo *et al*, 2010; Di y Cameron, 2006; De Klein *et al,* 2011; De Klein y Eckard, 2008) han sugerido que el uso de inhibidores de la oxidación del NH_4^+ a $NO3^-$ y su posterior desnitrificación para generar N_2O, tales como la nitrapirina y la diacindiamida, son efectivos para reducir las emisiones. Estos generalmente se colocan como una película que cubre los gránulos de fertilizante nitrogenado como la urea, y de esa manera provoca una liberación lenta del nitrógeno contenido en el fertilizante (Pezo y García 2018). Otro compuesto usado es el biocarbono, el que al aplicarse directamente en el suelo, contribuye a reducir la aireación del suelo, y por ende suprime el proceso de desnitrificación (Taghizadeh-Toosi *et al.* 2011).

Otras opciones novedosas que se han utilizado para reducir las emisiones es incluir los inhibidores de la desnitrificación en el alimento, de manera que este afecta la emisión de N_2O a partir de la orina excretada por los animales, y el uso de técnicas genéticas para producir plantas que exudan esos inhibidores en sus raíces (Eckard *et al.* 2010). De hecho, se ha encontrado que algunas especies de Brachiaria (*B. humidicola*, *B. decumbens*) producen inhibidores biológicos de la nitrificación (IBN) como exudados de las raíces (Rao 1996; Subbarao *et al.* 2009; Pastrana *et al.* 2011), y de esta manera ayudan a reducir las emisiones de N_2O, y a mejorar la eficiencia de uso del N cuando se aplican fertilizantes (Peters *et al.* 2012). Este es un tema relevante porque el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) no considera los IBN cuando estima las emisiones de N_2O de pasturas, y se sabe que hay grandes extensiones sembradas de estas especies en América Tropical. Sin embargo, un estudio reciente indica que el efecto de mitigación de los IBN no sería tan alto considerando que se liberaría NH_3, el cual eventualmente resultará en N_2O (Lam *et al.* 2017).

5.12 MANEJO ANIMAL Y DE SALUD DEL HATO

Una de las decisiones de manejo más importantes para mejorar la eficiencia de producción, y por ende intensificar la producción es el descarte oportuno de los animales poco productivos; pero estas prácticas también tienen incidencia en reducir las emisiones a nivel de hato. En el caso de ganado de carne las

medidas propuestas para mejorar la eficiencia y reducir emisiones son el disminuir la edad al sacrificio y acortar la duración del proceso de engorde; mientras que en ganado de leche las medidas se refieren a la reducción de días abiertos en vacas lactantes (Christie *et al.* 2012; Mc Geough *et al.* 2012). En el caso de las hembras, en ambos tipos de sistemas se consideran medidas importantes aquellas orientadas a incrementar la eficiencia reproductiva, como son la reducción de la edad al primer parto y la disminución de los intervalos entre partos (Hristov *et al.* 2013b; Gerber *et al.* 2013b). Estos criterios también han probado ser válidos en los sistemas de doble propósito (Vega Fonseca 2016). En consecuencia, para intensificar la producción de los hatos y reducir las emisiones de GEI, es importante aplicar estos criterios de selección, y descartar aquellos animales que no cumplen con los estándares fijados por el productor para esos parámetros. Este es un problema que necesita mucha atención, tanto en los sistemas de lechería familiar, como en los sistemas de doble propósito con manejo tradicional, donde hay la tendencia a mantener la mayor parte de hembras posibles, y eso lleva que el porcentaje de vacas en producción sea muy bajo (Urdaneta 2009), lo cual va a incidir en la intensidad de emisiones por litro de leche, cuando el análisis se hace sobre la base del hato total.

En cuanto a las decisiones relacionadas con la salud del hato, es clara la necesidad de establecer un programa preventivo para las enfermedades más comunes, tanto parasitario como infeccioso. Además, es importante considerar que hay diferencias genéticas en la respuesta a varias enfermedades potenciales (Hoffmann 2010). Algunas de estas diferencias son controladas por un solo gen, pero otras por un conjunto de genes. Se ha visto que hay potencial para el mejoramiento genético en la resistencia a enfermedades, y de hecho algunos programas de mejoramiento consideran la resistencia a helmintos, garrapatas, mastitis y otras enfermedades. En Australia y Nueva Zelanda, así como con algunas razas de ovinos como los Masai en África, se ha trabajado en el uso de técnicas de mejoramiento animal para la resistencia a parasitosis (De Greef 2009). El que se usen estas opciones, en contraste con las tradicionales como las vacunas y el uso de antibióticos u otras drogas, depende del tipo de enfermedad, los mecanismos de resistencia o tolerancia en los animales hospederos, la disponibilidad y el costo de los tratamientos y la resistencia microbiana a patógenos, entre otros factores (Bishop *et al.* 2002; Prayaga *et al.* 2006; Hoffmann 2010).

Cuadro 5. Contribución potencial de algunas innovaciones a la adaptación y mitigación del cambio climático en sistemas ganaderos y su potencial de aplicación en sistemas de agricultura familiar[6]

Innovación	Adaptación	Mitigación	Agricultura Familiar
Técnicas de agricultura de conservación para protección de suelos	+++	+	+++
Rehabilitación de pasturas degradadas	+++	++	+++
Manejo racional intensivo de las pasturas	+++	++	+++
Implementación de opciones silvopastoriles[7]	+++	+++	++
Manipulación de la fermentación ruminal para reducir emisiones de GEI de origen entérico			
Manejo de los componentes de la dieta	+	+++	+++
Metabolitos secundarios	+	+++	+++
Enzimas exógenas	0	++	+
Levaduras	0	++	+
Ionóforos	0	++	0
Otros aditivos en la dieta	0	++	0
Vacunación e inoculación	0	++	0
Selección genética para reducir emisiones	+	++	+

[6] Leyenda: +++ = Muy alto; ++ = Alto; + = Bajo; 0 = No aplica
[7] Variable, depende de las opciones silvopastoriles

Alimentación en períodos críticos			
Uso de residuos de cultivo	+++	+	+++
Uso de forrajes conservados	++	+	++
Selección y utilización de genotipos animales adaptados	+++	++	++
Aprovechamiento racional del recurso hídrico	+++	+	+++
Manejo integral de excretas y otros residuos	+	+++	++
Uso de fertilizantes inorgánicos	++	+	+
Manejo animal y de la salud del hato	++	++	++

6 INTERVENCIONES INSTITUCIONALES Y DE POLÍTICAS PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE UNA GANADERÍA BAJA EN EMISIONES

Hay muchos desafíos de orden institucional para garantizar la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos bajos en emisiones en ALC, entre los que destacan:

a. Fortalecer la temática de ganadería climáticamente-inteligente, los enfoques holísticos y el trabajo interdisciplinario al interior de las instituciones responsables de la educación e innovación tecnológica (investigación y transferencia de tecnología);

b. Identificar las opciones de intensificación climáticamente inteligente que se adaptan mejor a las condiciones agroecológicas y las características de cada estrato de productores y de los sistemas de producción prevalentes;

c. Desarrollar incentivos económicos y normativos, así como líneas de crédito específicas que contribuyan a promover la intensificación sostenible y la adaptación/mitigación del cambio climático en sistemas ganaderos.

Las intervenciones para la intensificación sostenible de la ganadería dentro del contexto del cambio climático pueden ser a nivel territorial, de las unidades de producción o de otros nodos de la cadena productiva. Entre las de aplicación a nivel territorial se citan:

d. Reducción de las tasas de deforestación y el incremento de la cobertura arbórea a través de planes de reforestación o de promoción de la regeneración natural en áreas que dejan el uso agrícola.

e. Rehabilitación de pasturas degradadas en áreas con potencial para la producción intensiva y cambio de uso en aquellas que no muestran un potencial adecuado.

f. Protección de suelos en zonas vulnerables, como son los terrenos de pendiente con riesgos de deslizamientos.

g. Diseño y promoción de incentivos financieros y de mercado que contribuyan a la intensificación sostenible de la producción ganadera.

h. Reforzamiento de los sistemas de investigación y extensión pecuaria con miras al desarrollo e implementación de innovaciones que contribuyan a incrementar la productividad en forma sostenible, que contribuyan a mejorar la resiliencia al cambio climático y a reducir las emisiones de GEI.

i. Mejora en los sistemas de información (climáticos, de mercados, etc.) y de previsión de riesgos.

j. Empoderamiento de los actores a través de acciones colectivas para la experimentación y el aprendizaje participativo, así como para mejorar el acceso a mercados.

Entre las intervenciones a nivel de finca y de otros nodos de la cadena productiva que se han discutido en secciones anteriores de este informe se pueden mencionar:

k. Prevención de pérdidas de suelo por erosión utilizando estrategias de agricultura de conservación, en el establecimiento de pasturas y en el manejo de pastos de corte.

l. Utilización de genotipos de pastos y otros cultivos forrajeros adaptados a las restricciones bióticas y abióticas en cada finca particular.

m. Manejo racional intensivo de las áreas de pastoreo para asegurar el uso eficiente del recurso forrajero y la persistencia de las pasturas, y así reducir la dependencia de insumos externos.

n. Implementación de aquellas opciones silvopastoriles que mejor se adapten a las condiciones de finca, tanto para mejorar la productividad animal a través de mejoras en la dieta o previniendo el estrés calórico, pero además como alternativa para diversificar y mejorar el ingreso, reducir las emisiones de GEI, incrementar la captura de carbono, así como la generación de servicios ecosistémicos en las empresas ganaderas.

o. Mejora en el manejo y utilización de los recursos alimenticios disponibles como complemento del pasto.

p. Selección y utilización de genotipos animales adaptados a las condiciones agroecológicas prevalentes en las unidades de explotación.

q. Monitoreo de enfermedades emergentes y manejo de la salud del hato

r. Mejoras en infraestructura productiva que contribuyan a mejorar el bienestar de los animales, faciliten el manejo y aseguren la higiene del proceso de producción y la inocuidad de los productos animales.

s. Aprovechamiento racional del recurso hídrico, lo que en muchos casos puede incluir la cosecha de agua.

t. Manejo integral de excretas y otros residuos, para incrementar el reciclaje de nutrimentos, mejorar la eficiencia de estos procesos, y reducir los impactos de la contaminación especialmente en los sistemas más intensivos. Además, estas estrategias pueden ayudar a reducir la dependencia de insumos externos y de energía fósil.

En el Cuadro 6 se hace un intento por identificar qué sector puede ser más efectivo en implementar, promover o facilitar la aplicación de las diferentes intervenciones propuestas para la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático.

Cuadro 6. Rol de los productores individuales y de otros actores del sector privado, y de las instituciones públicas en la implementación, promoción y facilitación de innovaciones para la intensificación sostenible de la producción ganadera[8].

Innovación	Productor	Sector Privado Otros	Institución Pública
Nivel Territorial			
Reducción de deforestación/aumento de cobertura arbórea	++	+	+++
Rehabilitación de pasturas degradadas	+++	++	++
Conservación de suelos	++	+	+++
Incentivos financieros y de mercado para intensificación	0	+++	++
Reforzamiento de sistemas de investigación y extensión	+	++	+++
Mejora en los sistemas de información (climáticos, de mercados, etc.) y de previsión de riesgos	0	+	+++
Empoderamiento a través de acciones colectivas	++	+++	++
Nivel Unidades de Producción			
Prevención de pérdidas de suelo por erosión	+++	+	+
Utilización de genotipos adaptados de pastos y forrajes	+++	++	++
Manejo racional de las pasturas y otros recursos forrajeros	+++	+	++
Aplicación de opciones silvopastoriles	+++	+	+++
Mejora en el manejo y utilización de otros recursos como complemento del pasto.	+++	++	+
Selección y utilización de genotipos animales adaptados	++	+++	++
Monitoreo de enfermedades emergentes y manejo de la salud del hato	+	++	+++
Mejoras en infraestructura productiva para manejo, bienestar animal e inocuidad	+++	++	+
Aprovechamiento racional del recurso hídrico	++	+	+++
Manejo integral de excretas y otros residuos	+++	+	++

[8] Leyenda: +++ = Muy alto; ++ = Alto; + = Bajo; 0 = No aplica

7 LOS VACÍOS DE INFORMACIÓN Y LOS RETOS PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN GANADERA EN ALC

La intensificación sostenible de la producción ganadera en América Latina y el Caribe (ALC) es urgente, pues la demanda por productos pecuarios sigue creciendo, y no es posible seguir expandiendo la ganadería a áreas que actualmente se encuentran en otros usos, en particular aquellos en áreas de bosque, para responder al crecimiento en la demanda. Existe una necesidad urgente de cambiar la imagen de los sistemas tradicionales de ganadería, que con frecuencia se han visto como una actividad asociada con la destrucción de la base de recursos naturales -suelos, agua y biodiversidad, entre otros- y con altas emisiones de gases de efecto invernadero, y con pocos beneficios sociales y económicos para la sociedad. Es más, el hecho de que la humanidad esté enfrentando el cambio climático, y que algunos críticos hayan exagerado la contribución de la actividad ganadera al mismo, crea la urgencia de aclarar los impactos reales del sector ganadero sobre el cambio climático, y cómo el uso de la innovaciones disponibles para mejorar la mitigación y adaptación de los sistemas ganaderos al cambio climático va a ayudar a mejorar la productividad y competitividad de las empresas ganaderas, y por ende el bienestar de las familias que dependen de ellas, así como el reducir los impactos negativos de la ganadería sobre el ambiente.

Es necesario volver a analizar muchas de las innovaciones disponibles en la literatura, las cuales en principio fueron desarrolladas con un enfoque de mejorar la productividad, y que en muchos casos no consideraron información sobre el impacto económico de las mismas, así como su potencial de adopción por productores de diferentes escalas.

Además, es urgente analizar las mismas en términos de su contribución potencial a la adaptación y mitigación del cambio climático, porque cuando se desarrollaron estas innovaciones el tema no parecía crítico, y tampoco había las herramientas para valorar por ejemplo las emisiones resultantes del uso de esas innovaciones. Sin embargo, el desarrollo metodológico en la definición de métricas para la evaluación de las emisiones de GEI en los diferentes sistemas de producción y de técnicas para la medición de estas tanto a nivel de laboratorio como campo, así como los avances en modelaje usando técnicas como el análisis de ciclo de vida, abren nuevas oportunidades para la valoración de diferentes intervenciones en diferentes nodos de las cadenas de producción.

La revisión de literatura efectuada en este estudio evidencia que la región necesita aprovechar de los avances logrados en los países desarrollados, algunos de los cuales son de aplicación casi directa por la similitud en las condiciones agroecológicas, como es en el caso de los países en la zona templada de ALC; pero, las interacciones entre grupos de investigadores de la región con los de países desarrollados a través de redes como el GRA, así como de programas de cooperación bilateral, pueden contribuir al logro de avances importantes, pues a través de ellas se tendría acceso a metodologías usadas en esos países, las cuales necesitan adaptarse a las condiciones propias de los países en desarrollo. Igualmente, dentro de la región hay diferencias importantes entre países en cuanto a los avances en los trabajos de investigación enfocados en la intensificación sostenible de la producción animal, por lo que la colaboración intrarregional a través de mecanismos como FONTAGRO, la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y otros, tiene también un rol importante que jugar en el desarrollo de capacidades sobre este tema. Además, organismos internacionales como FAO, el Banco Mundial y otros pueden facilitar las oportunidades de cooperación Sur-Sur para aprovechar las experiencias de otros países en desarrollo.

Otro punto clave que queda claro de esta revisión es la necesidad de reforzar el trabajo interdisciplinario, pues la complejidad del problema e interacciones entre las intervenciones propuestas requieren de esfuerzos holísticos para su valoración. Esto supone también no solo la reingeniería de las instituciones de investigación, enseñanza y extensión, sino también el reforzamiento de las capacidades del personal, pues

muchos de los conceptos asociados con la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones son relativamente nuevos. Pero para obtener logros efectivos a nivel de país y región deben incorporarse en los procesos de análisis y discusión a las asociaciones de productores y de otros actores en las cadenas productivas, así como a los decisores de política que en última instancia son los que crearán las condiciones habilitadoras para el cambio. Cabe insistir que estos decisores no son solo aquellos del sector agropecuario, sino de los sectores ambiente, economía, financiero, salud y otros, dados los impactos de las decisiones de todos ellos sobre el sector.

Algunas áreas donde se requiere mayor investigación/difusión con relación a las emisiones de GEI son:

u. Desarrollar/promover el uso de metodologías prácticas para la estimación de las emisiones potenciales de GEI por métodos in vitro y mediciones directas en campo, así como la captura de carbono en el suelo, la biomasa radicular y aérea.

v. Evaluar especies forrajeras locales que contienen compuestos bioactivos (p.e., polifenoles, saponinas) que provocan cambios en el ecosistema ruminal, que contribuyen a reducir la actividad metanogénica y la degradación de la proteína dietética, o que ayudan a incrementar el uso del amonio liberado en la fermentación de alimentos.

w. Realizar más evaluaciones directas sobre la intensidad de emisiones de GEI en animales que pastorean gramíneas tropicales (C_4), bajo diferentes patrones de manejo del pastoreo.

x. Promover el manejo de recursos alimenticios de diferente calidad nutritiva para mejorar la digestibilidad de la dieta, y por ende reducir las emisiones de CH_4.

y. Evaluar el uso de genotipos animales adaptados en cuanto a su potencial para reducir la intensidad de emisiones de GEI.

z. Promover el manejo de las excretas para reducir las emisiones de GEI (en especial N_2O), incluyendo el uso de inhibidores de ureasa, digestores anaeróbicos, la frecuencia y oportunidad de distribución de purines.

aa. Evaluar el impacto sobre el suelo de las aplicaciones continuas de estiércol y cuantificación del impacto económico de los efectos de la polución existente y sus medidas de mitigación, especialmente en las unidades de producción intensiva.

bb. Desarrollar/adaptar modelos para los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de las emisiones de GEI, bajo diferentes opciones de producción y niveles de intensificación, y bajo diferentes condiciones agroecológicas.

REFERENCIAS

Abarca Monge, S; Soto Blanco, R; Villanueva Najarro, C. 2018. Pastoreo, consumo de materia seca y emisión de metano entérico en vacas Jersey y sus cruces con Bos indicus. (*In* Congreso Centroamericano del Sector Lácteo (VII, 2018, San José, Costa Rica).

Abecia, L; Toral, PG; Martín-García, AI; Martínez, G; Tomkins, NW; Molina-Alcaide, E; Newbold, CJ; Yáñez-Ruiz, DR. 2012. Effect of bromochloromethane on methane emission, rumen fermentation pattern, milk yield, and fatty acid profile in lactating dairy goats Journal of Dairy Science 95(4):2027-2036. Consultado 2018/03/12 doi 10.3168/jds.2011-4831

Abreu, A; Carulla, JE; Kreuzer, M; Lascano, CE; Díaz, TE; Cano, A; Hess, H-D. 2003. Efecto del fruto, del pericarpio y del extracto semipurificado de saponinas de Sapindus saponaria sobre la fermentación ruminal y la metanogénesis in vitro en un sistema RUSITEC Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 16(2):

Acosta, A; Ibrahim, M; Pezo, D. 2013. Hacia un desarrollo ganadero climáticamente inteligente *In* Diaz, T; Acosta, A (eds.). Lineamientos de Política para el Desarrollo Sostenible del Sector Ganadero. . Santiago, Chile, FAO, Oficina Subregional para América Central. p. Pp. 45-65.

Aguerre, MJ; Wattiaux, MA; Powell, JM; Broderick, GA; Arndt, C. 2011. Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on emission of methane, carbon dioxide, and ammonia, lactation performance, and manure excretion (Article). Journal of Dairy Science 94(6):3081-3093. doi 10.3168/jds.2010-4011

Aide, TM; Clark, ML; Grau, HR; López-Carr, D; Levy, MA; Redo, D; Bonilla-Moheno, M; Riner, G; Andrade-Núñez, MJ; Muñiz, M. 2013. Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010) Biotropica 45(2):262-271.

Alcalá, AM. 2010. Biodiversidad y conservación de razas autóctonas de animales domésticos. Ambienta: la revista del Ministerio de Medio Ambiente(91):109-125.

Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente Revista Cubana de Ciencia Agrícola 45(2):

Amézquita, MC; Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, B. 2008. Captura de carbono en sistemas de pasturas y silvopastoriles en cuatro ecosistemas de América tropical vulnerables al cambio climático. Documento de políticas públicas 27. Foro Nacional Ambiental, Bogotá, COL Foro Nacional ambiental Documento de políticas públicas. Bogotá:

Amon, B; Kryvoruchko, V; Amon, T; Zechmeister-Boltenstern, S. 2006. Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. Agriculture, ecosystems & environment 112(2-3):153-162.

Anzola-Vásquez, HJ. 2005. Conservación y utilización de las razas bovinas criollas y colombianas para el desarrollo rural sostenible. Archivos de Zootecnia 54(206):141-144.

Araujo, RC; Pires, AV; Mourão, GB; Abdalla, AL; Sallam, SMA. 2011. Use of blanks to determine in vitro net gas and methane production when using rumen fermentation modifiers Animal Feed Science and Technology 166-167:155-162.

Archimède, H; Eugène, M; Magdeleine, CM; Boval, M; Martin, C; Morgavi, D; Lecomte, P; Doreau, M. 2011. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes Animal Feed Science and Technology 166:59-64.

Asem-Hiablie, S; Battagliese, T; Stackhouse-Lawson, KR; Rotz, CA. 2018. A life cycle assessment of the environmental impacts of a beef system in the USA The International Journal of Life Cycle Assessment:1-15. doi https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11367-018-1464-6.pdf

Attwood, G; McSweeney, C. 2008. Methanogen genomics to discover targets for methane mitigation technologies and options for alternative H2 utilisation in the rumen. Australian Journal of Experimental Agriculture 48(2):28-37.

Attwood, GT; Altermann, E; Kelly, WJ; Leahy, SC; Zhang, L; Morrison, M. 2011. Exploring rumen methanogen genomes to identify targets for methane mitigation strategies Animal Feed Science and Technology 166-167:65-75.

Austin, K. 2010. The "Hamburger Connection" as Ecologically Unequal Exchange: A Cross National Investigation of Beef Exports and Deforestation in Less Developed Countries Rural Sociology 75(2):270-299.

Avendaño-Yáñez, MdlL; López-Ortiz, S; Perroni, Y; Pérez-Elizalde, S. 2018. Leguminous trees from tropical dry forest generate fertility islands in pastures Arid Land Research and Management 32(1):57-70.

Ayalew, W; King, J; Bruns, E; Rischkowsky, B. 2003. Economic evaluation of smallholder subsistence livestock production: lessons from an Ethiopian goat development program. Ecological Economics 45(3):473-485.

Babatunde, G. 1992. Availability of banana and plantain products for animal feeding. *In* Machin, D; Nyvold, S (eds.). Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. Rome, Italy, FAO. p. 251-276.

Baylis, K; Paulson, ND. 2011. Potential for carbon offsets from anaerobic digesters in livestock production Animal Feed Science and Technology 166-167:446-456.

Beauchemin, K; McGinn, S; Martinez, T; McAllister, T. 2007. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle Journal of Animal Science 85(8):1990-1996.

Beauchemin, K; Kreuzer, M; O'mara, F; McAllister, T. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review Australian Journal of Experimental Agriculture 48(2):21-27.

Beauchemin, KA; McAllister, TA; McGinn, SM. 2009. Dietary mitigation of enteric methane from cattle CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 4(035):1-18.

Baethgen, W; Martino, D. 2001. Emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores agropecuario y forestal del Uruguay y oportunidades en el mercado de carbono Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 9(2):127-134.

Bell, M; Eckard, R; Cullen, B. 2012. The effect of future climate scenarios on the balance between productivity and greenhouse gas emissions from sheep grazing systems Livestock Science 147(1-3):126-138.

Benchaar, C; Rivest, J; Pomar, C; Chiquette, J. 1998. Prediction of methane production from dairy cows using existing mechanistic models and regression equations Journal of Animal Science 76(2):617-627.

Bentley, D; Hegarty, R; Alford, A. 2008. Managing livestock enterprises in Australia's extensive rangelands for greenhouse gas and environmental outcomes: a pastoral company perspective. Australian Journal of Experimental Agriculture 48(2):60-64.

Berchielli, TT; Pedreira, MDS; Oliveira, SDO; Primavesi, O; Limas, M; Frigueto, R. 2003. Determinação da produção de metano e PH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso: Concentrado. *In* Reunio Anual da Sociedade brasileira de Zootecnia (40, 2003,Santa María, Brasil). EMBRAPA (ed.) Reuniao Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia. Santa María, Brasil, p. 1-5.

Berndt, A; Tomkins, N. 2013. Measurement and mitigation of methane emissions from beef cattle in tropical grazing systems: a perspective from Australia and Brazil. animal 7(s2):363-372.

Berra, G; Finster, L; Valtorta, S. 2009. Una técnica sencilla para la medición de emisiones de metano entérico en vacas FAVE Sección Ciencias Veterinarias 8(1):49-56.

Betancourt, H; Pezo, D; Cruz, J; Beer, J. 2007. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala Pastos y forrajes 30:169-175.

Beukes, PC; Gregorini, P; Romera, AJ. 2011. Estimating greenhouse gas emissions from New Zealand dairy systems using a mechanistic whole farm model and inventory methodology Animal Feed Science and Technology 166-167:708-720.

Bhatta, R; Uyeno, Y; Tajima, K; Takenaka, A; Yabumoto, Y; Nonaka, I; Enishi, O; Kurihara, M. 2009. Difference in the nature of tannins on in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations Journal of Dairy Science 92(11):5512-5522.

Bishop, S; de Jong, M; Gray, D. 2002. Opportunities for incorporating genetic elements into the management of farm animal diseases: policy issues. Rome, Italy, Food and Agricultural Organization (FAO). 36 p. (Study paper No. 18).

Blanco-Sepúlveda, R; Nieuwenhuyse, A. 2011. Influence of topographic and edaphic factors on vulnerability to soil degradation due to cattle grazing in humid tropical mountains in northern Honduras. Catena 86(2):130-137.

Blaxter, K; Clapperton, J. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants British Journal of nutrition 19(1):511-522.

Blümmel, M; Samad, M; Singh, O; Amede, T. 2009. Opportunities and limitations of food–feed crops for livestock feeding and implications for livestock–water productivity The Rangeland Journal 31(2):207-212.

Boadi, D; Wittenberg, K. 2002. Methane production from dairy and beef heifers fed forages differing in nutrient density using the sulphur hexafluoride (SF6) tracer gas technique Canadian Journal of Animal Science 82(2):201-206.

Boadi, D; Benchaar, C; Chiquette, J; Massé, D. 2004. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review Canadian Journal of Animal Science 84(3):319-335.

Bodas, R; López, S; Fernandez, M; García-González, R; Rodríguez, A; Wallace, R; González, J. 2008. In vitro screening of the potential of numerous plant species as antimethanogenic feed additives for ruminants Animal Feed Science and Technology 145(1-4):245-258.

Bodas, R; Prieto, N; García-González, R; Andrés, S; Giráldez, FJ; López, S. 2012. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites Animal Feed Science and Technology 176(1-4):78-93.

Bolan, NS; Kemp, P. 2003. A review of factors affecting and prevention of pasture-induced nitrate toxicity in grazing animals. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 65:171-178.

Bonilla Cárdenas, JA; Lemus Flores, C. 2012. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático: Revisión Revista mexicana de ciencias pecuarias 3:215-246.

Brown, EG; Anderson, RC; Carstens, GE; Gutierrez-Bañuelos, H; McReynolds, JL; Slay, LJ; Callaway, TR; Nisbet, DJ. 2011. Effects of oral nitroethane administration on enteric methane emissions and ruminal fermentation in cattle Animal Feed Science and Technology 166-167:275-281. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.017

Buddle, BM; Denis, M; Attwood, GT; Altermann, E; Janssen, PH; Ronimus, RS; Pinares-Patiño, CS; Muetzel, S; Wedlock, DN. 2011. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture The Veterinary Journal 188(1):11-17.

Caja, G; González, E; Flores, C; Carro, MD; Albanell, E. 2003. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. *In*. Avances en nutrición y alimentación animal. . Barcelona, España, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. p. 193-214.

Callaway, TR; Edrington, TS; Rychlik, JL; Genovese, KJ; Poole, TL; Jung, YS; Bischoff, KM; Anderson, RC; Nisbet, DJ. 2003. Ionophores: Their Use as Ruminant Growth Promotants and Impact on Food Safety (Article). Current issues in intestinal microbiology 2003 v.4:pp. 43-51.

Calle, Z; Murgueitio, E; Chará, J. 2012. Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. Unasylva 239(63):31-40.

Camargo, A. 1990. Ganado criollo del Brasil: Origen y características zootécnicas. Animal Genetic Resources 7:11-18.

Campos, H; Cooper, M; Habben, J; Edmeades, G; Schussler, J. 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry Field Crops Research 90(1):19-34.

Carmona, JC; Bolívar, DM; Giraldo, LA. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 18(1):49-63.

Carulla, J; Kreuzer, M; Machmüller, A; Hess, H. 2005. Supplementation of Acacia mearnsii tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep Australian journal of agricultural research 56(9):961-970.

Casasola, F; Villanueva, C. 2015. Buenas prácticas para la mitigación al cambio climático de los sistemas de producción de leche en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 128 p. (Serie Técnica Manual Técnico, no. 129).

Casasola, F; Villanueva, C; Ibrahim, M; Lombo, D. 2018. Tecnologías relevantes para la gestión integral del estiércol en fincas ganaderas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 51 p. (Serie Técnica, Boletín Técnico No. 97).

Castro, A; Rivera, M; Ferreira, O; Pavon, J; García, E; Amézquita Collazos, E; Ayarza, MA; Barrios, E; Rondón, M; Pauli, N. 2009. Quesungual slash and mulch agroforestry system (QSMAS): Improving crop water productivity, food security and resource quality in the sub-humid tropics. Cali, Colombia, CIAT. 64 p. (CPWF Project Report).

CEPAL (Comisión Económica para América Latina, Chile). 2016. CEPALSTAT: Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas (en línea). Santiago, Chile,

Céspedes Flores, FE; Fernández, JA; Gobbi, JA; Bernardis, AC. 2012. Reservorio de carbono en suelo y raíces de un pastizal y una pradera bajo pastoreo Revista fitotecnia mexicana 35(1):79-86.

Ciarlo, E. 2009. Controles biológicos y no biológicos de las emisiones de gases nitrogenados (N2O y N2) en suelos agrícolas y ganaderos. Tesis Doctorado. Buenos Aires, Argentina, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 121 p.

Clark, D; Caradus, J; Monaghan, R; Sharp, P; Thorrold, B. 2007. Issues and options for future dairy farming in New Zealand New Zealand Journal of Agricultural Research 50(2):203-221.

Clark, H; Kelliher, F; Pinares-Patino, C. 2011. Reducing CH 4 emissions from grazing ruminants in New Zealand: challenges and opportunities Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 24(2):295-302.

Cobos-Peralta, MA; Guerra-Medina, E; López-Garrido, SJ; Báez-Pérez, JL; González-Muñoz, SS; Mendoza-Martínez, GD. 2005. Evaluación in vitro de dos amortiguadores y un ionóforo sobre variables fermentativas y microbiológicas Agrociencia 39(1):

Coleman, S; Moore, J. 2003. Feed quality and animal performance Field Crops Research 84(1-2):17-29.

Colón, A; Benjamín, T; Pezo, D; Piniero, M; Aguilar Stoen, M. 2009. Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala. Agroforesteria en las Americas 47:27-35.

Conant, RT; Paustian, K. 2002. Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems Global Biogeochemical Cycles 16(4):90-1-90-9. Disponible en doi:10.1029/2001GB001661

Conant, RT; Six, J; Paustian, K. 2003. Land use effects on soil carbon fractions in the southeastern United States. I. Management-intensive versus extensive grazing Biology and Fertility of Soils 38(6):386-392.

Cullen, B; Eckard, R. 2011. Impacts of future climate scenarios on the balance between productivity and total greenhouse gas emissions from pasture based dairy systems in south-eastern Australia Animal Feed Science and Technology 166:721-735.

Czerkawski, J; Breckenridge, G. 1977. Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec) British Journal of nutrition 38(3):371-384.

Chadwick, D; Sommer, S; Thorman, R; Fangueiro, D; Cardenas, L; Amon, B; Misselbrook, T. 2011. Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. Animal Feed Science and Technology 166-167:514-531.

Chadwick, D; Cardenas, L; Misselbrook, T; Smith, K; Rees, R; Watson, C; McGeough, K; Williams, J; Cloy, J; Thorman, R. 2014. Optimizing chamber methods for measuring nitrous oxide emissions from plot-based agricultural experiments European Journal of Soil Science 65(2):295-307.

Chaherli, N; Nash, J. 2013. Agricultural exports from Latin America and the Caribbean: Harnessing trade to feed the World and promote development. Washington DC, USA, World Bank. 174 p. (LAC No. 78613).

Chapuis-Lardy, L; Wrage, N; Metay, A; Chiotte, J; Bernoux, M. 2007. Soils, a sink for N2O? A review. Global Change Biology 13(1):1-17.

Chará, J; Murgueitio, E. 2005. The role of silvopastoral systems in the rehabilitation of Andean stream habitats Livestock Research for Rural Development 17(2):1-15.

Chará, J; Pedraza, G; Giraldo, L; Hincapié, D. 2013. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. Agroforesteria en las Americas 45:72-78.

Charlon, V; Tieri, M; Frank, F; Engler, P. 2016. La huella del agua en la producción primaria de leche en Argentina. *In* Villar-Ezcurra, J (ed.). Información Técnica de Producción Animal - EEA Rafaela Vol 4 No. 2. Rafaela (Santa Fe), Argentina, INTA. p. 10-16.

Chaucheyras-Durand, F; Walker, N; Bach, A. 2008. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future Animal Feed Science and Technology 145(1-4):5-26.

Chay-Canul, AJ; Magaña-Monforte, JG; Chizzotti, ML; Piñeiro-Vázquez, AT; Canul-Solís, JR; Ayala-Burgos, AJ; Ku-Vera, JC; Tedeschi, LO. 2016. Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de Latinoamérica. Revisión Revista mexicana de ciencias pecuarias 7(1):105-125.

Christie, K; Gourley, C; Rawnsley, R; Eckard, R; Awty, I. 2012. Whole-farm systems analysis of Australian dairy farm greenhouse gas emissions Animal Production Science 52(11):998-1011.

Chung, Y-H; Zhou, M; Holtshausen, L; Alexander, T; McAllister, T; Guan, L; Oba, M; Beauchemin, K. 2012. A fibrolytic enzyme additive for lactating Holstein cow diets: Ruminal fermentation, rumen microbial populations, and enteric methane emissions Journal of Dairy Science 95(3):1419-1427.

de Faccio Carvalho, PC; Anghinoni, I; de Moraes, A; de Souza, ED; Sulc, RM; Lang, CR; Flores, JPC; Lopes, MLT; da Silva, JLS; Conte, O. 2010. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems Nutrient Cycling in Agroecosystems 88(2):259-273.

De Greef, J. 2009. Actual standing and perspectives for the sustainable use and development of parasite resistant or tolerant breeds in developed regions: Australia and NZ as an example. *In*. Presentation, joint FAO/INRA workshop on animal genetic resources and their resistance/tolerance to diseases, with special focus on parasitic diseases in ruminants, Paris. p.

De Haas, Y; Windig, J; Calus, M; Dijkstra, J; De Haan, M; Bannink, A; Veerkamp, R. 2011. Genetic parameters for predicted methane production and potential for reducing enteric emissions through genomic selection Journal of Dairy Science 94(12):6122-6134.

De Klein, C; Eckard, R. 2008. Targeted technologies for nitrous oxide abatement from animal agriculture Australian Journal of Experimental Agriculture 48(2):14-20.

de Klein, CA; Sherlock, RR; Cameron, KC; van der Weerden, TJ. 2001. Nitrous oxide emissions from agricultural soils in New Zealand—a review of current knowledge and directions for future research. Journal of the Royal Society of New Zealand 31(3):543-574.

De Klein, CAM; Cameron, KC; Di, HJ; Rys, G; Monaghan, RM; Sherlock, RR. 2011. Repeated annual use of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) does not alter its effectiveness in reducing N2O emissions from cow urine Animal Feed Science and Technology 166-167:480-491. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.076

De Oliveira, JS; de Moura Zanine, A; Santos, EM. 2005. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes (Additive use in the nutrition REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria 6(11):1-23.

De Oliveira Silva, R; Barioni, LG; Moran, D. 2015. Greenhouse gas mitigation through sustainable intensification of livestock production in the Brazilian Cerrado EuroChoices 14(1):28-34.

De Rensis, F; Scaramuzzi, RJ. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review Theriogenology 60(6):1139-1151.

de Vries, M; de Boer, IJ. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments Livestock Science 128(1-3):1-11.

Del Prado, A; Chadwick, D; Cardenas, L; Misselbrook, T; Scholefield, D; Merino, P. 2010. Exploring systems responses to mitigation of GHG in UK dairy farms Agriculture, ecosystems & environment 136(3-4):318-332.

Del Prado, A; Crosson, P; Olesen, JE; Rotz, C. 2013. Whole-farm models to quantify greenhouse gas emissions and their potential use for linking climate change mitigation and adaptation in temperate grassland ruminant-based farming systems animal 7(s2):373-385.

Delgado, C; Rosegrant, M; Steinfeld, H; Ehui, S; Courbois, C. 1999. Livestock to 2020: the next food revolution. Washington DC, USA, Intenational Food Policy Research Institution. 110 p. (Environment Discussion Paper).

Delgado, CL. 2003. Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution The Journal of nutrition 133(11):3907S-3910S.

Descheemaeker, K; Amede, T; Haileslassie, A; Bossio, D. 2011. Analysis of gaps and possible interventions for improving water productivity in crop livestock systems of Ethiopia. Experimental Agriculture 47(S1):21-38.

Deutsch, L; Falkenmark, M; Gordon, L; Rockström, J; Folke, C; Steinfeld, H; Mooney, H; Schneider, F; Neville, L. 2010. Water-mediated ecological consequences of intensification and expansion of livestock production. Steinfeld, H; Mooney, HA; Schneider, F; Neville, LE (eds.). London, UK, Island Press. 97-110 p. (Livestock in a Changing Landscape. Volume 1. Drivers, Consequences and Responses.).

Devendra, C; Sevilla, C; Pezo, D. 2001. Food-feed systems in Asia ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES 14(5):733-745.

Dewhurst, R. 2013. Milk production from silage: comparison of grass, legume and maize silages and their mixtures Agricultural and food science 22(1):57-69.

Di, H; Cameron, K. 2006. Nitrous oxide emissions from two dairy pasture soils as affected by different rates of a fine particle suspension nitrification inhibitor, dicyandiamide. Biology and Fertility of Soils 42(6):472-480.

Dias-Filho, MB. 2007. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. Belem, Brazil, Embrapa Amazônia Oriental. 190 p.

Dijkstra, J; Neal, HDSC; Beever, DE; France, J. 1992. Simulation of nutrient digestion, absorption and outflow in the rumen: model description The Journal of nutrition 122(11):2239-2256.

Dijkstra, J; van Zijderveld, SM; Apajalahti, JA; Bannink, A; Gerrits, WJJ; Newbold, JR; Perdok, HB; Berends, H. 2011. Relationships between methane production and milk fatty acid profiles in dairy cattle Animal Feed Science and Technology 166-167:590-595. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.042

Dini, Y; Gere, J; Briano, C; Manetti, M; Juliarena, P; Picasso, V; Gratton, R; Astigarraga, L. 2012. Methane Emission and Milk Production of Dairy Cows Grazing Pastures Rich in Legumes or Rich in Grasses in Uruguay Animals 2(2):288.

Dini, Y; Gere, JI; Cajarville, C; Ciganda, VS. 2017. Using highly nutritious pastures to mitigate enteric methane emissions from cattle grazing systems in South America CSIRO. (Animal Production Science). Disponible en https://doi.org/10.1071/AN16803

Dirven, M. 1999. Dairy clusters in Latin America in the context of globalization The International Food and Agribusiness Management Review 2(3-4):301-313.

Duff, A; Padilla, A. 2015. Latin America: agricultural perspectives. . Rabobank, Uttrech, The Netherlands. 12 p. (RaboResearch).

Eckard, R; Grainger, C; De Klein, C. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review Livestock Science 130(1):47-56.

Escobar-Bahamondes, P; Oba, M; Kröbel, R; McAllister, TA; MacDonald, D; Beauchemin, K. 2017. Estimating enteric methane production for beef cattle using empirical prediction models compared with IPCC Tier 2 methodology Canadian Journal of Animal Science 97(4):599-612.

FAO. 2010. TERRASTAT: Land resource potential and constraints statistics at country and regional level See http://www. fao. ore/aff/ad/aecll/terrastat/# terrastatdb:

FAO. 2018. Caracterización de los sistemas agroforestales Kuxur Rum y Quesungual en el Corredor Seco de Guatemala y Honduras. Ciudad de Panamá, FAO, Oficina Regional para América Central. 49 p.

FAOSTAT. 2017. Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Rome, Italy. (Economic and Social Development Department, Rome, Italy. http://faostat3. fao. org/home/E. Accessed).

Faurès, J; Bartley, D; Bazza, M; Burke, J; Hoogeveen, J; Soto, D; Steduto, P. 2013. Climate smart agriculture sourcebook. Rome, Italy, FAO. 557 p.

Fisher, MJ; Rao, IM; Ayarza, MA; Lascano, CE; Sanz, J; Thomas, RJ; Vera, RR. 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas Nature 371(6494):236-237.

Fisher, MJ; Braz, S; Dos Santos, R; Urquiaga, S; Alves, B; Boddey, R. 2007. Another dimension to grazing systems: soil carbon Tropical Grasslands 41(2):65-83.

Flores Ruano, OI. 1998. Contribución ecológica de los taninos de especies leñosas sobre la utilización de nitrógeno por bovinos y la fertilidad del suelo. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.

Frankow-Lindberg, BE; Lindberg, JE. 2003. Effect of harvesting interval and defoliation on yield and chemical composition of leaves, stems and tubers of sweet potato (Ipomoea batatas L.(Lam.)) plant parts Field Crops Research 82(1):49-58.

Freetly, HC; Brown-Brandl, TM. 2013. Enteric methane production from beef cattle that vary in feed efficiency. Journal of Animal Science 91(10):4826-4831.

Galindo, J; Aldama, A; Marrero, Y; Gonzalez, N. 2000. The effect of Sapindus saponaria on the protozoa genera and ruminal bacteria populations Cuban Journal of Agricultural Science 34(4):337-342.

Galindo, J; González, Y; Aldama, N. 2001a. Effect of Gliricidia sepium on rumen protozoa population and cellulolytic organisms Revista Cubana de Ciencia Agricola (Cuba):

Galindo, J; González, N; Sosa, A; Ruiz, T; Torres, V; Aldana, AI; Díaz, H; Moreira, O; Sarduy, L; Noda, AC. 2011. Effect of Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray (Giant Mexican Sunflower) on the population of rumen protozoa and methanogens under in vitro conditions Cuban Journal of Agricultural Science 45(1):33-37.

Galindo, J; González, N; Scull, I; Marrero, Y; Sosa, A; Aldana, AI; Moreira, O; Delgado, D; Ruiz, T; Febles, G. 2012. Efecto de Samanea saman (Jacq.) Merr., Albizia lebbeck (L.) Benth y Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray (material vegetal 23) en la población de metanógenos y en la ecología microbiana ruminal Revista Cubana de Ciencia Agrícola 46(3):

Galindo, J; González, N; Abdalla, AL; Alberto, M; Lucas, R; Dos Santos, K; Santos, MR; Louvandini, P; Moreira, O; Sarduy, L. 2016. Effect of a raw saponin extract on ruminal microbial population and in vitro methane production with star grass (Cynodon nlemfuensis) substrat Revista Cubana de Ciencia Agrícola 50(1):

Galindo, J; González, N; Rodríguez, R; Marrero, Y; Sosa, A; Ruiz, T; Alonso, J. 2018. Reducción de la producción de metano con el uso de plantas tropicales y otras biotécnicas manipuladoras de la fermentación ruminal (Webinar: "Microbiología ruminal en bovinos y su relación con emisiones

de gases de efecto de invernadero". CATIE/FONTAGRO. Celebrado el 23 agosto 2018). San José de las Lajas, Cuba, ICA.

Galindo, JG; Aldama, N; Marrero, A. 2001b. Effect of Enterolobium cyclocarpu on rumen microbial population and its activity under in vitro conditions Revista Cubana de Ciencia Agricola (Cuba):

García Gómez, CA. 2018. Análisis económico de prácticas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar la resiliencia climática en fincas productoras de leche en el municipio de Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras Tesis MSc. Turrialba (Costa Rica), CATIE. 87 p.

Garg, M; Sherasia, P; Bhanderi, B; Phondba, B; Shelke, S; Makkar, H. 2013. Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions Animal Feed Science and Technology 179(1-4):24-35. Disponible en http://dairyknowledge.in/content/effects-feeding-nutritionally-balanced-rations-animal-productivity-feed-conversion

Garg, MR. 2012. Balanced feeding for improving livestock productivity - Increase in milk production and nutrient use efficiency and decrease in methane emission. Makkar, HP (ed.). Rome, Italy, FAO. 30 p. (Animal Production and Health Paper No. 173).

Gaughan, JB; Cawsell-Smith, AJ. 2015. Impact of climate change on livestock production and reproduction. *In* Sejian, V, Gaughan, J., Baumgard, L., Prasad, C.S. (ed.). Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation. New Delhi, India, Spring-er-Verlag GMbH Publisher. p. 51-60.

Gerbens-Leenes, P; Mekonnen, M; Hoekstra, AY. 2013. The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems. Water Resources and Industry 1:25-36.

Gerber, P; Vellinga, T; Opio, C; Steinfeld, H. 2011. Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems Livestock Science 139(1):100-108.

Gerber, P; Hristov, A; Henderson, B; Makkar, H; Oh, J; Lee, C; Meinen, R; Montes, F; Ott, T; Firkins, J. 2013a. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. animal 7(s2):220-234.

Gerber, PJ; Henderson, B; Makkar, HP. 2013b. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production. A review of technical options for non-CO2 emissions. Rome, Italy, FAO. 206 p. (Animal Production and Health Paper No. 177).

Gerber, PJ; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A; Tempio, G. 2013c. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 115 p.

Giraldo, C; Escobar, F; Chará, JD; Calle, Z. 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. Insect Conservation and Diversity 4(2):115-122.

Githeko, AK; Lindsay, SW; Confalonieri, UE; Patz, JA. 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis Bulletin of the World Health Organization 78:1136-1147.

Godfray, HCJ; Aveyard, P; Garnett, T; Hall, JW; Key, TJ; Lorimer, J; Pierrehumbert, RT; Scarborough, P; Springmann, M; Jebb, SA. 2018. Meat consumption, health, and the environment Science 361(6399):eaam5324.

Goel, G; Makkar, HP. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins Tropical Animal Health and Production 44(4):729-739.

Goplen, B; Howarth, R; Sarkar, S; Lesins, K. 1980. A Search for Condensed Tannins in Annual and Perennial Species of Medicago, Trigonella, and Onobrychis 1 Crop Science 20(6):801-804.

Grainger, C; Clarke, T; Auldist, M; Beauchemin, K; McGinn, S; Waghorn, G; Eckard, RJ. 2009. Potential use of Acacia mearnsii condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows Canadian Journal of Animal Science 89(2):241-251.

Grainger, C; Beauchemin, KA. 2011. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? Animal Feed Science and Technology 166-167:308-320. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.021

Hales, K; Cole, N; MacDonald, J. 2012. Effects of corn processing method and dietary inclusion of wet distillers grains with solubles on energy metabolism, carbon− nitrogen balance, and methane emissions of cattle Journal of Animal Science 90(9):3174-3185.

Hall, A; Blummel, M; Thorpe, W; Bidinger, F; Hash, C. 2004. Sorghum and pearl millet as food-feed-crops in India. Animal Nutrition and Feed Technology 4(1):1-15.

Hansen, PJ. 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences 364(1534):3341-3350.

Hao, X; Chang, C; Larney, FJ. 2004. Carbon, nitrogen balances and greenhouse gas emission during cattle feedlot manure composting Journal of environmental quality 33(1):37-44.

Hao, X; Benke, MB; Li, C; Larney, FJ; Beauchemin, KA; McAllister, TA. 2011. Nitrogen transformations and greenhouse gas emissions during composting of manure from cattle fed diets containing corn dried distillers grains with solubles and condensed tannins. Animal Feed Science and Technology 166:539-549.

Harvey, C; Alpízar, F; Chacón, M; Madrigal, R. 2005. Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives. Arlington, VA, USA., The Nature Conservancy. 162 p.

Henderson, G; Cox, F; Ganesh, S; Jonker, A; Young, W; Collaborators, GRC; Abecia, L; Angarita, E; Aravena, P; Arenas, GN. 2015. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range Scientific reports 5:14567.

Herrero, M; Thornton, PK; Kruska, R; Reid, R. 2008. Systems dynamics and the spatial distribution of methane emissions from African domestic ruminants to 2030. Agriculture, ecosystems & environment 126(1-2):122-137.

Herrero, M; Gerber, P; Vellinga, T; Garnett, T; Leip, A; Opio, C; Westhoek, H; Thornton, PK; Olesen, J; Hutchings, N. 2011. Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right Animal Feed Science and Technology 166:779-782.

Herrero, M; Havlík, P; Valin, H; Notenbaert, A; Rufino, MC; Thornton, PK; Blümmel, M; Weiss, F; Grace, D; Obersteiner, M. 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems Proceedings of the National Academy of Sciences 110(52):20888-20893.

Hess, H-D; Kreuzer, M; Dıaz, T; Lascano, CE; Carulla, JE; Soliva, CR; Machmüller, A. 2003. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid Animal Feed Science and Technology 109(1-4):79-94.

Hess, H-D; Beuret, R; Lötscher, M; Hindrichsen, I; Machmüller, A; Carulla, JE; Lascano, CE; Kreuzer, M. 2004. Ruminal fermentation, methanogenesis and nitrogen utilization of sheep receiving tropical

grass hay-concentrate diets offered with Sapindus saponaria fruits and Cratylia argentea foliage Animal Science 79(1):177-189.
Hironaka, R; Mathison, GW; Kerrigan, BK; Vlach, I. 1996. The effect of pelleting of alfalfa hay on methane production and digestibility by steers Science of the total environment 180(3):221-227.
Hoekstra, AY. 2012. The hidden water resource use behind meat and dairy. Animal frontiers 2(2):3-8.
Hoelle, J. 2017. Jungle beef: consumption, production and destruction and the development process in the Brazilian Amazon Journal of Political Ecology 24(1):743-762.
Hoffmann, I. 2010. Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. Animal genetics 41:32-46.
Holmann, F; Argel, P; Rivas, L; White, D; Estrada, R; Burgos, C; Pérez, E; Ramírez, G; Medina, A. 2004. Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Cali, Colombia, CIAT. 34 p. (Documento de Trabajo).
Holter, J; Young, A. 1992. Methane Prediction in Dry and Lactating Holstein Cows1 Journal of Dairy Science 75(8):2165-2175.
Hoste, H; Torres-Acosta, J. 2011. Non chemical control of helminths in ruminants: adapting solutions for changing worms in a changing world Veterinary Parasitology 180(1-2):144-154.
Hristov, A; Oh, J; Firkins, J; Dijkstra, J; Kebreab, E; Waghorn, G; Makkar, H; Adesogan, A; Yang, W; Lee, C. 2013a. Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options Journal of Animal Science 91(11):5045-5069.
Hristov, AN; Oh, J; Lee, C; Meinen, R; Montes, F; Ott, T; Firkins, J; Rotz, A; Dell, C; Adesogan, A; Yang, W; Tricarico, J; Kebreab, E; Waghorn, G; Dijkstra, J; Oosting, S. 2013b. Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO2. Gerber, PJ; Henderson, B; Makkar, HP (trads.). Roma, Italia. 231 + 6 p. (FAO Producción y Sanidad Animal. No. 177).
Hu, W; Liu, J; Wu, Y; Guo, Y; Ye, J. 2006. Effects of tea saponins on in vitro ruminal fermentation and growth performance in growing Boer goat Archives of animal nutrition 60(1):89-97.
Huang, J; Xu, C-C; Ridoutt, BG; Liu, J-J; Zhang, H-L; Chen, F; Li, Y. 2014. Water availability footprint of milk and milk products from large-scale dairy production systems in Northeast China. Journal of Cleaner Production 79:91-97.
Huang, XD; Liang, JB; Tan, HY; Yahya, R; Ho, YW. 2011. Effects of Leucaena condensed tannins of differing molecular weights on in vitro CH4 production Animal Feed Science and Technology 166-167:373-376.
Ibrahim, M; Rojas, J; Villanueva, C. 2005. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería y la conservación de los recursos naturales en el trópico Velasco, Z; Pinto, R; Martínez, C (eds.). Simposio Internacional de Forrajes Tropicales y Produccion Animal Chiapas, Mexico, UNACH. 77-94 p.
Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola Coto, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforesteria en las Americas 45:27-36.
Ibrahim, M; Guerra, L; Casasola, F; Neely, C. 2010a. Importance of silvopastoral systems for mitigation of climate change and harnessing of environmental benefits. *In* Abberton, M; Conant, R; Batello, C

(eds.). Grassland carbon sequestration: management, policy and economics. Rome, Italy, FAO. p. 189-196.

Ibrahim, M; Porro, R; Mauricio, R. 2010b. Deforestation and livestock expansion in the Brazilian legal amazon and costa Rica: drivers, environmental degradation, and policies for Sustainable land management. *In* Steinfeld, H; Mooney, HA; Schneider, F; Neville, LE (eds.). Livestock in a Changing Landscape: Experiences and Regional Perspectives. Washington DC, USA, Island Press. p. 79-92.

Iñamagua-Uyaguari, JP; Jenet, A; Guerra, LGA; Mendoza, SJV; Coto, FC; Wattiaux, MA. 2016. Impactos económicos y ambientales de las estrategias de alimentación en lecherías de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 27(1):1-17.

IPCC. 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf

IPCC. 2013. Cambio climático. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Resumen para responsables de políticas. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza. 34 p.

Janssen, PH. 2010. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics Animal Feed Science and Technology 160(1-2):1-22.

Jayanegara, A; Leiber, F; Kreuzer, M. 2012. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments Journal of animal physiology and animal nutrition 96(3):365-375.

Johnson, KA; Johnson, DE. 1995. Methane emissions from cattle Journal of Animal Science 73(8):2483-2492.

Jones, FM; Phillips, FA; Naylor, T; Mercer, NB. 2011. Methane emissions from grazing Angus beef cows selected for divergent residual feed intake Animal Feed Science and Technology 166-167:302-307.

Jones, R; Megarrity, R. 1986. Successful transfer of DHP-degrading bacteria from Hawaiian goats to Australian ruminants to overcome the toxicity of Leucaena. Australian Veterinary Journal 63(8):259-262.

Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation in Central America in the 1980s and 1990s: a policy perspective. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR). 88 p.

Kamra, D; Patra, A; Chatterjee, P; Kumar, R; Agarwal, N; Chaudhary, L. 2008. Effect of plant extracts on methanogenesis and microbial profile of the rumen of buffalo: a brief overview Australian Journal of Experimental Agriculture 48(2):175-178.

Kearney, S; Fonte, S; García, E; Siles, P; Chan, K; Smukler, S. 2017. Evaluating ecosystem service trade-offs and synergies from slash-and-mulch agroforestry systems in El Salvador (Ecological Indicators). Disponible en https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.032

Kebreab, E; Johnson, K; Archibeque, S; Pape, D; Wirth, T. 2008. Model for estimating enteric methane emissions from United States dairy and feedlot cattle Journal of Animal Science 86(10):2738-2748.

Klink, CA; Machado, RB. 2005. Conservation of the Brazilian cerrado Conservation biology 19(3):707-713.

Knight, T; Ronimus, R; Dey, D; Tootill, C; Naylor, G; Evans, P; Molano, G; Smith, A; Tavendale, M; Pinares-Patino, C. 2011. Chloroform decreases rumen methanogenesis and methanogen

populations without altering rumen function in cattle Animal Feed Science and Technology 166:101-112.
Kobayashi, Y. 2010. Abatement of Methane Production from Ruminants: Trends in the Manipulation of Rumen Fermentation. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 23(3):410-416.
Krause, D; Nagaraja, T; Wright, A; Callaway, T. 2013. Board-invited review: Rumen microbiology: Leading the way in microbial ecology 1, 2 Journal of Animal Science 91(1):331-341.
Krehbiel, C; Rust, S; Zhang, G; Gilliland, S. 2003. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. Journal of Animal Science 81(E_suppl_2):E120-E132.
Ku Vera, J; Briceño, E; Ruiz, A; Mayo, R; Ayala, A; Aguilar, C; Solorio, F; Ramírez, L. 2014. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(1):
Külling, D; Menzi, H; Kröber, T; Neftel, A; Sutter, F; Lischer, P; Kreuzer, M. 2001. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content. The Journal of Agricultural Science 137(2):235-250.
Lal, R. 2002. The potential of soils of the tropics to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect Advances in Agronomy 76:2-31.
Lam, SK; Suter, H; Mosier, AR; Chen, D. 2017. Using nitrification inhibitors to mitigate agricultural N2O emission: a double edged sword? Global Change Biology 23(2):485-489.
Lana, RP; Russell, JB; Van Amburgh, ME. 1998. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. Journal of Animal Science 76(8):2190-2196.
Legesse, G; Small, JA; Scott, SL; Crow, GH; Block, HC; Alemu, AW; Robins, CD; Kebreab, E. 2011. Predictions of enteric methane emissions for various summer pasture and winter feeding strategies for cow calf production Animal Feed Science and Technology 166-167:678-687.
Leng, R. 2008. The potential of feeding nitrate to reduce enteric methane production in ruminants. Camberra, Australia, University of New Engalnd. 82 p. (A Report to the Department of Climate Change, Canberra).
Lenné, JM; Fernandez-Rivera, S; Blümmel, M. 2003. Approaches to improve the utilization of food–feed crops—synthesis. Field Crops Research 84(1-2):213-222.
León Velarde, C; Quiroz, RA; Cañas, R; Osorio, J; Guerrero, J; Pezo, D. 2006. LIFE-SIM: livestock feeding strategies; simulation models. Lima, Perú, International Potato Center. 37 p. (Working Paper Natural Resources Management Division No. 2006-1).
Leytem, AB; Dungan, RS; Bjorneberg, DL; Koehn, AC. 2011. Emissions of ammonia, methane, carbon dioxide, and nitrous oxide from dairy cattle housing and manure management systems. Journal of environmental quality 40(5):1383-1394.
Lombo, D; Casasola, F; Villanueva, C. 2015. Manejo integral del estiércol en fincas productoras de leche en Costa Rica. *In* Casasola, F; Villanueva, C (eds.). Buenas prácticas para la mitigación al cambio climático de los sistemas de producción de leche en Costa Rica. CATIE, Serie Técnica, Manual Técnico No. 129. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 33-80.
Longoria-Ramirez, R; Carbajal-Benítez, G; Mar-Morales, B; Ruiz-Suárez, L. 2003. Nitrous oxide flux in maize and wheat cropped soils in the central region of Mexico during" El Niño" year 1998 Atmósfera 16(4):231-244.
Lovett, DK; Stack, LJ; Lovell, S; Callan, J; Flynn, B; Hawkins, M; O'Mara, FP. 2005. Manipulating Enteric Methane Emissions and Animal Performance of Late-Lactation Dairy Cows Through Concentrate Supplementation at Pasture Journal of Dairy Science 88(8):2836-2842.

Luo, J; De Klein, C; Ledgard, S; Saggar, S. 2010. Management options to reduce nitrous oxide emissions from intensively grazed pastures: a review. Agriculture, ecosystems & environment 136(3-4):282-291.

Luo, J; Sun, X; Pacheco, D; Ledgard, S; Lindsey, S; Hoogendoorn, C; Wise, B; Watkins, N. 2015. Nitrous oxide emission factors for urine and dung from sheep fed either fresh forage rape (Brassica napus L.) or fresh perennial ryegrass (Lolium perenne L.). animal 9(3):534-543.

Mahesh, M; Mohini, M. 2013. Biological treatment of crop residues for ruminant feeding: A review. African Journal of Biotechnology 12(27):4221-4231.

Maia, SM; Ogle, SM; Cerri, CE; Cerri, CC. 2009. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil Geoderma 149(1-2):84-91.

Makkar, HP. 2016. Smart livestock feeding strategies for harvesting triple gain–the desired outcomes in planet, people and profit dimensions: a developing country perspective. Animal Production Science 56(3):519-534.

Martin, C; Morgavi, D; Doreau, M. 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. animal 4(3):351-365.

Martín, P. 2005. El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 39:427-438.

Martinez, J; Dabert, P; Barrington, S; Burton, C. 2009. Livestock waste treatment systems for environmental quality, food safety, and sustainability. Bioresource technology 100(22):5527-5536.

Martínez, J; Cajas, YS; León, JD; Osorio, NW. 2014. Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia Applied and Environmental Soil Science: doi http://dx.doi.org/10.1155/2014/359736

Mc Geough, E; Little, S; Janzen, H; McAllister, T; McGinn, S; Beauchemin, K. 2012. Life-cycle assessment of greenhouse gas emissions from dairy production in Eastern Canada: a case study Journal of Dairy Science 95(9):5164-5175.

McConnell, M; Mathews Jr, KH. 2008. Global market opportunities drive beef production decisions in Argentina and Uruguay Amber Waves 6(2):22.

McDermott, J; Staal, S; Freeman, H; Herrero, M; Van de Steeg, J. 2010. Sustaining intensification of smallholder livestock systems in the tropics. Livestock Science 130(1-3):95-109.

Mellado, M. 1997. La cabra criolla en América Latina. Veterinaria México 28(4):333-343.

Messa, HF. 2009. Balance de gases de efecto invernadero en un modelo de producción de ganadería doble propósito con alternafivas silvopastoriles en Yaracuy. Tesis M.Sc. CATIE.Turrialba, Costa Rica. 225 p.

Metternicht, G; Zinck, J; Blanco, P; Del Valle, H. 2010. Remote sensing of land degradation: Experiences from Latin America and the Caribbean Journal of environmental quality 39(1):42-61.

Mitsumori, M; Sun, W. 2008. Control of rumen microbial fermentation for mitigating methane emissions from the rumen ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES 21(1):144-154.

Moate, PJ; Williams, SRO; Grainger, C; Hannah, MC; Ponnampalam, EN; Eckard, RJ. 2011. Influence of cold-pressed canola, brewers grains and hominy meal as dietary supplements suitable for reducing enteric methane emissions from lactating dairy cows Animal Feed Science and Technology 166-167:254-264. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.069

Moe, P; Tyrrell, H. 1979. Methane production in dairy cows Journal of Dairy Science 62(10):1583-1586.

Montemayor Trejo, JA; Aguirre Aguiluz, HW; Olague Ramírez, J; Román López, A; Rivera González, M; Preciado Rangel, P; Montemayor Trejo, IdR; Segura Castruita, MÁ; Orozco Vidal, JA; Yescas

Coronado, P. 2010. Uso del agua en la alfalfa (Medicago sativa) con riego por goteo subsuperficial. Revista mexicana de ciencias pecuarias 1(2):145-156.

Montenegro, JB. 2012. Evolución de la emisión de metano en el hato bovino costarricense. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos 11(1):5-17.

Monteny, G-J; Bannink, A; Chadwick, D. 2006. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry Agriculture, ecosystems & environment 112(2-3):163-170.

Montes, F; Meinen, R; Dell, C; Rotz, A; Hristov, A; Oh, J; Waghorn, G; Gerber, P; Henderson, B; Makkar, H. 2013. SPECIAL TOPICS—mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options. Journal of Animal Science 91(11):5070-5094.

Mora Calvo, V. 2001. Fijación, emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 92 p.

Mora Ravelo, SG; Sandoval Villa, M; Gavi Reyes, F; Sánchez García, P. 2005. Emisión de N2O con fertilización nitrogenada en fertirriego y fertilización convencional Revista internacional de contaminación ambiental 21(1):

Moraes, LE; Strathe, AB; Fadel, JG; Casper, DP; Kebreab, E. 2014. Prediction of enteric methane emissions from cattle. Global Change Biology 20(7):2140-2148.

Muñoz, C; Hube, S; Morales, JM; Yan, T; Ungerfeld, EM. 2015. Effects of concentrate supplementation on enteric methane emissions and milk production of grazing dairy cows. Livestock Science 175:37-46.

Muñoz Quintero, W. 2014. Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicada en la cuenca del río La Villa, Panamá. Tesis MSc. Turrialba (Costa Rica), CATIE. 92 p.

Murgueitio, E; Calle, Z; Uribe, F; Calle, A; Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands Forest Ecology and Management 261(10):1654-1663.

Murgueitio, E; Chará, JD; Solarte, AJ; Uribe, F; Zapata, C; Rivera, JE. 2013. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 26:313-316.

Murgueitio, E; Barahona, R; Chará, J; Flores, M; Mauricio, R; Molina, J. 2015. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 49(4):

Naqvi, S; Kumar, D; Kalyan, D; Sejian, V. 2015. Climate change and water availability for livestock: impact on both quality and quantity. . *In* Sejian, V, Gaughan, J., Baumgard, L., Prasad, C. S. (ed.). Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation. New Delhi, India, Springer-Verlag GMbH Publisher. p. 81-96.

Navarro-Villa, A; O'Brien, M; López, S; Boland, TM; O'Kiely, P. 2011. Modifications of a gas production technique for assessing in vitro rumen methane production from feedstuffs Animal Feed Science and Technology 166-167:163-174.

Navas-Camacho, A; Cortes, J; Gutierrez, E. 2001. Dietary supplementation with saponins to improve rumen function and animal performance in the tropics. *In*. ibrahim, M (comp.). International Symposium on Silvopastoral Systems, 2nd Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica, CATIE. p. 380-385.

Negussie, E; de Haas, Y; Dehareng, F; Dewhurst, R; Dijkstra, J; Gengler, N; Morgavi, D; Soyeurt, H; van Gastelen, S; Yan, T. 2017. Invited review: Large-scale indirect measurements for enteric methane emissions in dairy cattle: A review of proxies and their potential for use in management and breeding decisions. Journal of Dairy Science 100(4):2433-2453.

Nepstad, D; Soares-Filho, BS; Merry, F; Lima, A; Moutinho, P; Carter, J; Bowman, M; Cattaneo, A; Rodrigues, H; Schwartzman, S. 2009. The end of deforestation in the Brazilian Amazon Science 326(5958):1350-1351.

Nevens, F; Verbruggen, I; Reheul, D; Hofman, G. 2006. Farm gate nitrogen surpluses and nitrogen use efficiency of specialized dairy farms in Flanders: evolution and future goals. Agricultural systems 88(2-3):142-155.

Newbold, CJ; Rode, LM. 2006. Dietary additives to control methanogenesis in the rumen. *In* Soliva, CR; Takahashi, J; Kreuzer, M (eds.). Greenhouse Gases and Animal Agriculture: An Update. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier. p. 138-147.

Nicodemo, MLF. 2001. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. Campo Grande, Brasil, Embrapa Centro Nacional de Gado de Corte 54 p.

Nicholson, F; Smith, S; Alloway, B; Carlton-Smith, C; Chambers, B. 2003. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales Science of the total environment 311(1-3):205-219.

O'Brien, D; Shalloo, L; Patton, J; Buckley, F; Grainger, C; Wallace, M. 2012. A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms Agricultural systems 107:33-46.

O'Mara, FP. 2011. The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future Animal Feed Science and Technology 166:7-15.

Ogle, SM; Olander, L; Wollenberg, L; Rosenstock, T; Tubiello, F; Paustian, K; Buendia, L; Nihart, A; Smith, P. 2014. Reducing greenhouse gas emissions and adapting agricultural management for climate change in developing countries: providing the basis for action Global Change Biology 20(1):1-6.

Owen, E; Smith, T; Makkar, H. 2012. Successes and failures with animal nutrition practices and technologies in developing countries: A synthesis of an FAO e-conference. Animal Feed Science and Technology 174(3-4):211-226.

Palhares, JCP; Pezzopane, JRM. 2015. Water footprint accounting and scarcity indicators of conventional and organic dairy production systems. Journal of Cleaner Production 93:299-307.

Palma, E; Cruz, J; Martínez, A; Aguilar, A; Nieuwenhuyse, A. 2011. Cómo construir mejores aguadas para el suministro de agua al ganado? Turrialba, Costa Rica, CATIE 60 p. (Serie Técnica, Manual Técnico No. 101).

Palombi, L; Sessa, R. 2013. Climate-smart agriculture: sourcebook. Rome, Italy, FAO. 557 p.

Pastrana, I; Reza, S; Espinosa, M; Suárez, E; Díaz, E. 2011. Efecto de la fertilización nitrogenada en la dinámica del óxido nitroso y metano en Brachiaria humidicola (Rendle) Schweickerdt Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 12(2):134 -142.

Patra, AK. 2012. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. Environmental Monitoring and Assessment 184(4):1929-1952.

Pedreira, MdS; Primavesi, O; Lima, MA; Frighetto, R; Oliveira, SGd; Berchielli, TT. 2009. Ruminal methane emission by dairy cattle in Southeast Brazil Scientia Agricola 66(6):742-750.

Pelster, DE; Chantigny, MH; Rochette, P; Angers, DA; Rieux, C; Vanasse, A. 2012. Nitrous oxide emissions respond differently to mineral and organic nitrogen sources in contrasting soil types. Journal of environmental quality 41(2):427-435.

Pérez Espejo, R. 2008. El lado oscuro de la ganadería Problemas del desarrollo 39(154):217-227.

Peters, M; Rao, IM; Fisher, MJ; Subbarao, G; Martens, S; Herrero, G; Tiemann, T; Ayarza, M; Hyman, G. 2012. Tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions Hershey, C; Neate, P (eds.). Eco-efficiency: From vision to reality Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 171-190 p.

Peters, M; Herrero, M; Fisher, M; Erb, K-H; Rao, I; Subbarao, GV; Castro, A; Arango, J; Chará, J; Murgueitio, E. 2013. Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 1(2):156-167.

Petersen, SO; Sommer, SG. 2011. Ammonia and nitrous oxide interactions: Roles of manure organic matter management Animal Feed Science and Technology 166-167:503-513. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.077

Pezo, D; Ibrahim, M; Beer, J; Camero, L. 1999. Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central. Serie técnica, Informe técnico Nº 311. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p.

Pezo, D; Ibrahim, M; Acosta, A; García, F. 2012a. Potencial de sostenibilidad ambiental de los sistemas de producción bovina en América Central. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 76 p.

Pezo, D; Ibrahim, M; Acosta, A; García, F. 2012b. Potencial de sostenibilidad ambiental de los sistemas de producción bovina en América Central. . Turrialba, Costa Rica, CATIE. 76 p.

Pezo, D. 2016. Estrategia regional para la intensificación sostenible de la ganadería, dentro del contexto de la adaptación/mitigación al cambio climático y políticas asociadas. San José, Costa Rica IICA. 72 p.

Pezo, D. 2017. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería en el contexto del cambio climático Revista UTN (Costa Rica) 78:18-25.

Pezo, D. 2018. Establecimiento y manejo de sistemas intensivos de pastoreo racional. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 56 p. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 96).

Pezo, D; García, FJ. 2018. Uso eficiente de fertilizantes en pasturas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 55 p. (Serie Técnica, Boletín Tecnico no. 98).

Pezo, D; Muschler, R; Tobar, D; Pulido, A. 2018. Innovaciones para la adaptación al cambio climático en los sistemas agricolas y ganaderos de América Latina y el Caribe. . Turrialba, Costa Rica, CATIE. 325 p. (Informe de Consultoría FONTAGRO).

Pinares-Patiño, C; Ulyatt, M; Lassey, K; Barry, T; Holmes, CW. 2003. Persistence of differences between sheep in methane emission under generous grazing conditions. The Journal of Agricultural Science 140(2):227-233.

Pinares-Patiño, C; Clark, H. 2008. Reliability of the sulfur hexafluoride tracer technique for methane emission measurement from individual animals: an overview Australian Journal of Experimental Agriculture 48(2):223-229.

Pinares-Patiño, CS; Lassey, KR; Martin, RJ; Molano, G; Fernandez, M; MacLean, S; Sandoval, E; Luo, D; Clark, H. 2011a. Assessment of the sulphur hexafluoride (SF6) tracer technique using respiration chambers for estimation of methane emissions from sheep Animal Feed Science and Technology 166-167:201-209. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.067

Pinares-Patiño, CS; McEwan, JC; Dodds, KG; Cárdenas, EA; Hegarty, RS; Koolaard, JP; Clark, H. 2011b. Repeatability of methane emissions from sheep Animal Feed Science and Technology 166-167:210-218. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.068

Pinos-Rodríguez, JM; García-López, JC; Peña-Avelino, LY; Rendón-Huerta, JA; González-González, C; Tristán-Patiño, F. 2012. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. Agrociencia 46(4):359-370.

Pinto, J; Bonacic, C; Hamilton-West, C; Romero, J; Lubroth, J. 2008. Climate change and animal diseases in South America Rev. Sci. Tech 27(2):599-613.

Piñeiro-Vázquez, A; Jiménez-Ferrer, G; Alayon-Gamboa, J; Chay-Canul, A; Ayala-Burgos, A; Aguilar-Pérez, C; Ku-Vera, J. 2018. Effects of quebracho tannin extract on intake, digestibility, rumen fermentation, and methane production in crossbred heifers fed low-quality tropical grass. Tropical Animal Health and Production 50(1):29-36.

Popova, M; Martin, C; Eugène, M; Mialon, MM; Doreau, M; Morgavi, DP. 2011. Effect of fibre- and starch-rich finishing diets on methanogenic Archaea diversity and activity in the rumen of feedlot bulls. Animal Feed Science and Technology 166-167:113-121. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.060

Possenti, RA; Franzolin, R; Schammas, EA; DEMARCHI, JJAdA; Frighetto, RTS; LIMA, MAd. 2008. Efeitos de dietas contendo Leucaena leucocephala e Saccharomyces cerevisiae sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos Revista Brasileira de Zootecnia 37(8):1509-1516.

Prayaga, K; Barendse, W; Burrow, H. 2006. Genetics of tropical adaptation. *In*. Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 13-18 August, 2006. Instituto Prociência. p. 16-01.

Primavesi, O; Shiraishi Frighetto, RT; Pedreira, MDS; De Lima, MA; Berchielli, TT; Barbosa, PF. 2004. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras Pesquisa agropecuária brasileira:277-283.

Primo, A. 1992. El ganado bovino ibérico en las Américas: 500 años después. Archivos de Zootecnia 41(154):13.

Purcell, PJ; O'Brien, M; Boland, TM; O'Donovan, M; O'Kiely, P. 2011. Impacts of herbage mass and sward allowance of perennial ryegrass sampled throughout the growing season on in vitro rumen methane production Animal Feed Science and Technology 166-167:405-411.

Quiroz, RA; Pezo, D; Rearte, DH; San Martin, F. 1997. Dynamics of feed resources in mixed farming systems of Latin America. Crop residues in sustainable mixed crop/livestock farming systems. *In* Renard, C (ed.). Crop Residues in Sustainable Mixed Crop/Livestock Systems. Patancheru, India, International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). p. 149-180.

Ramírez-Restrepo, C; Barry, T. 2005. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants Animal Feed Science and Technology 120(3-4):179-201.

Ramírez, B; Ramírez, H; Suárez, J. 2009. Captura de carbono y desarrollo radicular de sistemas de uso del suelo en la Amazonia Colombiana Livestock Research for Rural Development 21(6): Reimpreso de: Disponible en http://www.lrrd.org/lrrd21/6/rami21091.htm#Livestock

Ramírez, JF; Posada-Ochoa, S; Noguera, R. 2014. Metanogénesis ruminal y estrategias para su mitigación CES Medicina Veterinaria y Zootecnia 9(2):307-323.

Ramos, J; Elías, A; Herrera, F. 2006. Procesos para la producción de un alimento energético-proteico para animales. Efecto de cuatro fuentes energéticas en la fermentación en estado sólido (FES) de la caña de azúcar. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 40(1):51-58.

Ran, Y; Lannerstad, M; Herrero, M; Van Middelaar, C; De Boer, I. 2016. Assessing water resource use in livestock production: A review of methods. Livestock Science 187:68-79.

Rao, I. 1996. Adaptation to low fertility acid soils and nutritional requirements of Brachiaria. *In* Miles, J; Maass, B; do Valle, C (eds.). The Biology, Agronomy and Improvement of Brachiaria. Cali, Colombia, CIAT. p. 53-71.

Rao, IM; Peters, M; Castro, A; Schultze-Kraft, R; White, D; Fisher, M; Miles, J; Lascano, C; Blümmel, M; Bungenstab, D. 2015. LivestockPlus: the sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. Cali, Colombia, CIAT. 40 p. (CIAT Publication No 407).

Reicosky, D; Lindstrom, M; Schumacher, T; Lobb, D; Malo, D. 2005. Tillage-induced CO2 loss across an eroded landscape Soil and Tillage Research 81(2):183-194.

Reynolds, C; Humphries, D; Kirton, P; Kindermann, M; Duval, S; Steinberg, W. 2014. Effects of incremental rumen doses of 3-nitrooxypropanol on methane production, digestion and rumen parameters in lactating dairy cows J. Dairy Sci 97:3777-3789.

Ricci, P; Rooke, J; Nevison, I; Waterhouse, A. 2013. Methane emissions from beef and dairy cattle: quantifying the effect of physiological stage and diet characteristics Journal of Animal Science 91(11):5379-5389.

Ridoutt, BG; Sanguansri, P; Freer, M; Harper, GS. 2012. Water footprint of livestock: comparison of six geographically defined beef production systems. The International Journal of Life Cycle Assessment 17(2):165-175.

Ridoutt, BG; Page, G; Opie, K; Huang, J; Bellotti, W. 2014. Carbon, water and land use footprints of beef cattle production systems in southern Australia. Journal of Cleaner Production 73:24-30.

Ríos, N; Cárdenas, AY; Andrade, H; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. Agroforesteria en las Americas 45:66-71.

Rivera-Céspedes, M; Méndez, JB; Guindon, L; Méndez, E; Pezo, D. 2016. Hacia una ganaderia productiva y amigable con el ambiente en Hojancha, Costa Rica. . *In* Li-Pun, HH (ed.). Innovaciones de Impacto: Lecciones sobre Adaptación al Cambio Climático de la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. . Washington DC, U.S.A. , BID-FONTAGRO. p. 67-75.

Rojas, A; Palavicini, G; Sanchez, R. 1988. Mezclas de Pennisetum purpureum var. King Grass con seudotallo de guineo morado (Musa spp.) como fuente de forraje para vacas en produccion durante la epoca seca Agronomia Costarricense. 2:237-240.

Rolfe, J. 2010. Economics of reducing methane emissions from beef cattle in extensive grazing systems in Queensland The Rangeland Journal 32(2):197-204.

Rotz, CA; Corson, MS; Chianese, DS; Montes, F; Hafner, SD; Bonifacio, HF; Coiner, C. 2018. The integrated farm system model. Reference Manual. Version 4.4. Pasture Systems and Watershed Management Research Unit. ARS/USDA. 249 p.

Roy, P; Nei, D; Orikasa, T; Xu, Q; Okadome, H; Nakamura, N; Shiina, T. 2009. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products Journal of food engineering 90(1):1-10.

Ruiz, A; Ibrahim, M; Locatelli, B; Andrade, HJ; Beer, J. 2004. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica de fincas ganaderas en Matiguás, Nicaragua. Agroforesteria en las Americas 41-42:16-21.

Russell, JB; Strobel, H. 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation Applied and environmental microbiology 55(1):1.

Russell, JB; Houlihan, AJ. 2003. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health FEMS microbiology reviews 27(1):65-74.

Saggar, S; Andrew, R; Tate, K; Hedley, C; Rodda, N; Townsend, J. 2004a. Modelling nitrous oxide emissions from dairy-grazed pastures Nutrient Cycling in Agroecosystems 68(3):243-255.

Saggar, S; Bolan, N; Bhandral, R; Hedley, C; Luo, J. 2004b. A review of emissions of methane, ammonia, and nitrous oxide from animal excreta deposition and farm effluent application in grazed pastures. New Zealand Journal of Agricultural Research 47(4):513-544.

Salazar, SSV; Vázquez, ATP; Botero, ICM; Balbuena, FJL; Narváez, JJU; Campos, MRS; Avilés, LR; Sánchez, FJS; Vera, JCK. 2018. Potential of Samanea saman pod meal for enteric methane mitigation in crossbred heifers fed low-quality tropical grass Agricultural and Forest Meteorology 258:108-116.

Saldaña-Munive, JA; Ruiz-Suárez, LG; Ticante-Roldán, JA. 2014. Emisiones de oxido nitroso en suelos con diferente cobertura vegetal en Coatzacoalcos, Ver., México Rev. Iberoame. Cienc.:

Salomon, E; Rodhe, L. 2011. Losses of N2O, CH4 and NH3 from a grass sward used for overwintering beef heifers Animal Feed Science and Technology 166-167:147-154.

Samaniego, J. 2009. Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Reseña 2009. CEPAL, Santiago de Chile. 161 p.

Sandoval-Castro, C; Torres-Acosta, J; Hoste, H; Salem, A; Chan-Pérez, J. 2012. Using plant bioactive materials to control gastrointestinal tract helminths in livestock. Animal Feed Science and Technology 176(1-4):192-201.

Sandoval Estrada, M; Stolpe Lau, N; Zagal Venegas, E; Mardones Flores, M; Junod Montano, J. 2003. El secuestro de carbono en la agricultura y su importancia con el calentamiento global. The Carbon Sequestration in Agriculture and its Importance in Global Warming Theoria 12(1):65-71.

Sarnklong, C; Cone, J; Pellikaan, W; Hendriks, W. 2010. Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: a review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 23(5):680.

Scheiter, S; Higgins, SI; Beringer, J; Hutley, LB. 2015. Climate change and long-term fire management impacts on Australian savannas New phytologist 205(3):1211-1226.

Schils, R; Olesen, JE; Del Prado, A; Soussana, J. 2007. A review of farm level modelling approaches for mitigating greenhouse gas emissions from ruminant livestock systems Livestock Science 112(3):240-251.

Schils, R; Eriksen, J; Ledgard, S; Vellinga, TV; Kuikman, P; Luo, J; Petersen, SO; Velthof, G. 2013. Strategies to mitigate nitrous oxide emissions from herbivore production systems animal 7(s1):29-40.

Scholtz, M; Van Ryssen, J; Meissner, H; Laker, MC. 2013. A South African perspective on livestock production in relation to greenhouse gases and water usage. South African Journal of Animal Science 43(3):247-254.

Sejian, V; Lal, R; Lakritz, J; Ezeji, T. 2011. Measurement and prediction of enteric methane emission. International journal of biometeorology 55(1):1-16.

Sejian, V; Gaughan, J; Bhatta, R; Naqvi, S. 2016. Impact of climate change on livestock productivity Feedipedia-Animal Feed Resources Information System-INRA CIRAD AFZ and FAO(No. 26):1-4. Disponible en https://www.feedipedia.org/content/impact-climate-change-livestock-productivity

Sheppard, SC; Bittman, S. 2011. Farm survey used to guide estimates of nitrogen intake and ammonia emissions for beef cattle, including early season grazing and piosphere effects. Animal Feed Science and Technology 166-167:688-698.

Singh, S; Kushwaha, B; Nag, S; Mishra, A; Bhattacharya, S; Gupta, P; Singh, A. 2011. In vitro methane emission from Indian dry roughages in relation to chemical composition Current Science:57-65.

Smith, P; Martino, D; Cai, Z; Gwary, D; Janzen, H; Kumar, P; McCarl, B; Ogle, S; O'Mara, F; Rice, C. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture Philosophical transactions of the royal Society B: Biological Sciences 363(1492):789-813.

Soliva, C; Hess, H. 2007. Measuring methane emission of ruminants by in vitro and in vivo techniques. *In* Makkar, HP; Vercoe, PE (eds.). Measuring methane production from ruminants. Dordrecht, Germany., Springer. p. 15-31.

Solorio, S; Wright, J; Franco, M; Basu, S; Sarabia, S; Ramírez, L; Ayala, B; Aguilar, P; Ku, V. 2017. Silvopastoral systems: best agroecological practice for resilient production systems under dryland and drought conditions. *In* M. Ahmed, CO, Stockle (ed.). Quantification of Climate Variability, Adaptation and Mitigation for Agricultural Sustainability. Springer. p. 233-250.

Sotelo, M; Suárez Salazar, JC; Álvarez Carrillo, F; Castro Núñez, A; Calderón Soto, VH; Arango, J. 2017. Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico Sistemas silvopastoriles:¿ una opción viable? Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 24 p. (Publicación CIAT No. 448).

Soussana, JF; Loiseau, P; Vuichard, N; Ceschia, E; Balesdent, J; Chevallier, T; Arrouays, D. 2004. Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands Soil use and management 20(2):219-230.

Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; de Haan, C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Rome, Italy, FAO. 392 p.

Storm, IM; Hellwing, ALF; Nielsen, NI; Madsen, J. 2012. Methods for measuring and estimating methane emission from ruminants Animals 2(2):160-183.

Subbarao, G; Nakahara, K; Hurtado, MdP; Ono, H; Moreta, D; Salcedo, AF; Yoshihashi, A; Ishikawa, T; Ishitani, M; Ohnishi-Kameyama, M. 2009. Evidence for biological nitrification inhibition in Brachiaria pastures Proceedings of the National Academy of Sciences: doi www.pnas.orgcgidoi10.1073pnas.0903694106

Szott, L. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 133 p. (Serie Técnica, Informe Técnico No. 313).

Taghizadeh-Toosi, A; Clough, TJ; Condron, LM; Sherlock, RR; Anderson, CR; Craigie, RA. 2011. Biochar incorporation into pasture soil suppresses in situ nitrous oxide emissions from ruminant urine patches. Journal of environmental quality 40(2):468-476.

Tambo, JA; Abdoulaye, T. 2012. Climate change and agricultural technology adoption: the case of drought tolerant maize in rural Nigeria Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 17(3):277-292.

Tarawali, S; Herrero, M; Descheemaeker, K; Grings, E; Blümmel, M. 2011. Pathways for sustainable development of mixed crop livestock systems: Taking a livestock and pro-poor approach Livestock Science 139(1-2):11-21.

Tewolde, A. 1999. Los Criollos bovinos y los sistemas de producción animal en los trópicos de América Latina. *In* Utilización de razas y tipos bovinos creados y desarrollados en Latinoamérica y el Caribe. . Ciudad Victoria, Mexico, Universidad Autónoma de Tamaulipas p. 13-19.

Theodoridou, K; Aufrère, J; Niderkorn, V; Andueza, D; Le Morvan, A; Picard, F; Baumont, R. 2011. In vitro study of the effects of condensed tannins in sainfoin on the digestive process in the rumen at two vegetation cycles Animal Feed Science and Technology 170(3-4):147-159.

Thomassen, MA; Dalgaard, R; Heijungs, R; De Boer, I. 2008. Attributional and consequential LCA of milk production The International Journal of Life Cycle Assessment 13(4):339-349.

Thornton, PK; Herrero, M; Freeman, H; Okeyo Mwai, A; Rege, E; Jones, PG; McDermott, J. 2007. Vulnerability, climate change and livestock-opportunities and challenges for the poor. SAT eJournal_ An Open Access Journal published by ICRISAT 4(1):1-23.

Thornton, PK; van de Steeg, J; Notenbaert, A; Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know Agricultural systems 101(3):113-127.

Thornton, PK; Herrero, M. 2010. Potential for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock and pasture management in the tropics Proceedings of the National Academy of Sciences 107(46):19667-19672.

Tiemann, TT; Lascano, CE; Wettstein, H-R; Mayer, AC; Kreuzer, M; Hess, HD. 2008. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes Calliandra calothyrsus and Flemingia macrophylla on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs animal 2(5):790-799.

Tieri, MP; Comeron, E; Pece, MA; Herrero, MA; Engler, P; Charlón, V; García, K. 2014. Indicadores utilizados para evaluar la sustentabilidad integral de los sistemas de producción de leche con énfasis en el impacto ambiental. Buenos Aires, Argentina, INTA - EEA Rafaela. 27 p. (Publicación Miscelánea Año 2. No.1).

Tobar-López, D; Ibrahim, M. 2008. Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad en fincas y paisajes ganaderos en América Central. Serie Técnica. Informe Tecnico No.373. . Turrialba, Costa Rica, CATIE. 40 p.

Torres-Rivera, JA; Espinoza-Domínguez, W; Reddiar-Krishnamurthy, L; Vázquez-Alarcón, A. 2011. Secuestro de carbono en potreros arbolados, potreros sin árboles y bosque caducifolio de Huatusco, Veracruz Tropical and Subtropical Agroecosystems 13(3):

Tricarico, J; Johnston, J; Dawson, K; Hanson, K; McLeod, K; Harmon, D. 2005. The effects of an Aspergillus oryzae extract containing alpha-amylase activity on ruminal fermentation and milk production in lactating Holstein cows Animal Science 81(3):365-374.

UI-UC/ATMO. 2018. Historical Land-Cover Changes and Land-Use Conversions. Global Dataset. . s. l., Disponible en https://data.nodc.noaa.gov/cgi-bin/iso?id=gov.noaa.ncdc:C00814

UNEP. 2007. GEO-4: Global Environmental Outlook: Environment for development. Nairobi, Kenya. (United Nations Environment Programme).

Urdaneta, F. 2009. Mejoramiento de la eficiencia productiva de los sistemas de ganadería bovina de doble propósito (taurusindicus) Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 17:109-120.

Van Soest, PJ. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. New York, USA, Comstock Publishing Associates. 476 p.

Van Zanten, HH; Mollenhorst, H; Klootwijk, CW; van Middelaar, CE; de Boer, IJ. 2016. Global food supply: land use efficiency of livestock systems The International Journal of Life Cycle Assessment 21(5):747-758.

Van Zanten, HHE, Herrero, M., Van Hal, O., Roos, E., Muller, A., Garnett, T., Gerber, P.J., De Boer, Inke, J.M. 2018. Defining a land boundary for sustainable livestock consumption Global Change Biology 24(in press):1-10. doi DOI: 10.1111/gcb.14321

Van Zijderveld, S; Gerrits, W; Apajalahti, J; Newbold, J; Dijkstra, J; Leng, R; Perdok, H. 2010. Nitrate and sulfate: Effective alternative hydrogen sinks for mitigation of ruminal methane production in sheep Journal of Dairy Science 93(12):5856-5866.

Van Zijderveld, S; Gerrits, W; Dijkstra, J; Newbold, J; Hulshof, R; Perdok, H. 2011. Persistency of methane mitigation by dietary nitrate supplementation in dairy cows Journal of Dairy Science 94(8):4028-4038.

VanderZaag, A; Jayasundara, S; Wagner-Riddle, C. 2011a. Strategies to mitigate nitrous oxide emissions from land applied manure. Animal Feed Science and Technology 166:464-479.

VanderZaag, AC; Wagner-Riddle, C; Park, KH; Gordon, RJ. 2011b. Methane emissions from stored liquid dairy manure in a cold climate. Animal Feed Science and Technology 166-167:581-589.

Vargas, J; Cárdenas, E; Pabón, M; Carulla, J. 2011. Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo Archivos de Zootecnia 61(237):51-66.

Vargas, J; Pabón, M; Carulla, J. 2014. Producción de metano in vitro en mezcla de gramíneas-leguminosas del trópico alto colombiano Archivos de Zootecnia 63(243):397-407.

Vega Fonseca, A. 2016. Análisis de herramientas para la estimación de gases de efecto invernadero (GEI) y su aplicación en sistemas de producción doble propósito en fincas ganaderas de la cuenca del río Jesús María, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 121 p.

Veldkamp, E. 1994. Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation Soil Science Society of America Journal 58(1):175-180.

Vélez-Terranova, M; Campos Gaona, R; Sánchez-Guerrero, H. 2014. Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis ruminal Tropical and Subtropical Agroecosystems 17(3):

Villanueva, C; Casasola, F; Detlefsen, G. 2018. Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 78 p. (Serie Técnica, Manual Técnico No. 95).

Waghorn, G; Tavendale, M; Woodfield, D. 2002. Methanogenisis from forages fed to sheep. *In*. PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE-NEW ZEALAND GRASSLAND ASSOCIATION. p. 167-172.

Waghorn, G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges Animal Feed Science and Technology 147(1-3):116-139.

Wall, E; Simm, G; Moran, D. 2010. Developing breeding schemes to assist mitigation of greenhouse gas emissions. animal 4(3):366-376.

Wanapat, M. 2003. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES 16(3):463-472.

Wattiaux, MA; Iñamagua-Uyaguari, JP; Guerra, L; Casasola, F; Jenet, A. 2016. Feeding and fertilization practices and greenhouse gas emissions in specialized dairy farms of Dos Pinos in Costa Rica. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 4(3):146-158.

Wedlock, D; Janssen, P; Leahy, S; Shu, D; Buddle, B. 2013. Progress in the development of vaccines against rumen methanogens animal 7(s2):244-252.

White, DS; Peters, M; Horne, P. 2013. Global impacts from improved tropical forages: A meta-analysis revealing overlooked benefits and costs, evolving values and new priorities Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 1(1):12-24.

Wilkinson, J. 2012. Reducing greenhouse gas emissions from livestock. Livestock 17(5):25-27.

Williams, CM; Eun, JS; MacAdam, JW; Young, AJ; Fellner, V; Min, BR. 2011. Effects of forage legumes containing condensed tannins on methane and ammonia production in continuous cultures of mixed ruminal microorganisms Animal Feed Science and Technology 166-167:364-372. doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.025

Williams, DR; Phalan, B; Pheniuk, C; Green, RE; Balmford, A. 2018. Carbon storage and land-use strategies in agricultural landscapes across three continents Current Biology 28:2500-2505. doi https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.05.087

Williams, YJ; Popovski, S; Rea, SM; Skillman, LC; Toovey, AF; Northwood, KS; Wright, A-DG. 2009. A vaccine against rumen methanogens can alter the composition of archaeal populations. Applied and environmental microbiology 75(7):1860-1866.

Wright, A-DG; Klieve, AV. 2011. Does the complexity of the rumen microbial ecology preclude methane mitigation? Animal Feed Science and Technology 166-167:248-253.

Yescas, C; Segura, C; Martinez, C; Álvarez, R; Montemayor, T; Orozco, V; Frias, R. 2015. Rendimiento y calidad de maíz forrajero (Zea mays L.) con diferentes niveles de riego por goteo subsuperfcial y densidad de plantas. Phyton (Buenos Aires) 84(2):272-279.

Zaidi, P; Vinayan, M; Blümmel, M. 2013. Genetic variability of tropical maize stover quality and the potential for genetic improvement of food-feed value in India. Field Crops Research 153:94-101.

Zeoula, LM; Beleze, JRF; Geron, LJV; Maeda, EM; Prado, I; Paula, M. 2008. Digestibilidade parcial e total de rações com a inclusão de ionóforo ou probiótico para bubalinos e bovinos Revista Brasileira de Zootecnia 37(3):563-571.

Zhou, YY; Mao, HL; Jiang, F; Wang, JK; Liu, JX; McSweeney, CS. 2011. Inhibition of rumen methanogenesis by tea saponins with reference to fermentation pattern and microbial communities in Hu sheep Animal Feed Science and Technology 166-167:93-100. Reimpreso de: Se presentó una reducción en los protozoos lo cual estuvo asociado a la interacción Defaunación x Te de saponina

Zhu, Y; Merbold, L; Pelster, D; Diaz-Pines, E; Wanyama, GN; Butterbach-Bahl, K. 2018. Effect of dung quantity and quality on greenhouse gas fluxes from tropical pastures in Kenya. (Global Biogeochemical Cycles). doi 10.1029/2018GB005949

Zonderland-Thomassen, M; Lieffering, M; Ledgard, S. 2014. Water footprint of beef cattle and sheep produced in New Zealand: water scarcity and eutrophication impacts. Journal of Cleaner Production 73:253-262.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
El Sector de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (*CSD/RND*) **y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)**
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Proyecto: "Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)"
Componente 2. "Mecanismos piloto de transferencia de tecnología". Actividad 2.1 La plataforma latinoamericana y del caribe para la intensificación sostenible de la producción ganadera: Una estrategia regional para la adaptación y mitigación del cambio climático.
Producto 1 Estado del arte de la investigación e innovación para la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos y de la adaptación / mitigación ante el cambio climático en América Latina y el Caribe.
Noviembre, 2018

FONTAGRO
1300 Avenida New York NW
Parada W0502 Washington D.C. 20577, Estados Unidos
Correo electrónico: fontagro@iadb.org
www.fontagro.org

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 1
Agenda Regional de Investigación y Desarrollo

Actividad 1.2

Encuesta de los programas y temas de investigación de los sistemas internacionales de investigación agrícola y de los centros regionales -análisis para identificar superposiciones y sinergias

Producto **2**

Documento sobre las fortalezas y debilidades de los programas de investigación actuales

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Unidad de Ganadería Ambiental

-GAMMA-

Preparado por

Francisco García Cruz

Francisco Casasola Coto

Danilo Pezo

Claudia J. Sepúlveda L.

Costa Rica, marzo 2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO v

EXECUTIVE SUMMARY vii

1. INTRODUCCIÓN 9

2. OBJETIVOS 10

2.1. Objetivo general 10

2.2. Específicos 10

3. METODOLOGÍA 11

4. RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN 14

Publicaciones indexadas y alternas 14

Calificación del personal con base en el tiempo dedicado a la investigación medido en equivalencias a tiempo completo (ETC) por profesionales con diferentes grados académicos. ... 16

Investigadores y sus grados académicos 17

Análisis de edades de los investigadores 18

Instituciones que desarrollan la investigación 20

Fuentes de financiamiento para la investigación 21

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 22

5.1 Fortalezas 22

5.2 Debilidades 23

5.3 Sinergias 25

5.4 Divergencias 27

5.5 Fortalezas y debilidades a nivel de países 27

5.6 Debilidades por países 28

5.7 Sinergias entre países 28

6 CONSIDERACIONES FINALES 29

7 RECOMENDACIONES 30
8 BIBLIOGRAFÍA 30
9 ANEXOS 34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Categorías usadas para la clasificación de las publicaciones recopiladas en la *Web of Science* (SNIA) y en los repositorios institucionales de los Institutos Nacionales de Investigación (INIA) en países miembros de FONTAGRO..... 12
Cuadro 2 Clasificación de la investigación científica indexadas realizadas durante el año 2018 en cinco categorías temáticas para los países miembros de la red FONTAGRO en las subregiones del Cono Sur, Andina, Centro América y el Caribe[1] 15
Cuadro 3. Clasificación de la investigación alterna en cinco categorías para las subregiones del Cono Sur, Andina y Centro América y el Caribe durante el período 2010-2018 16
Cuadro 4. Clasificación del tiempo (expresado en ETC porcentuales) dedicado a cuatro áreas de la investigación: ganadería, cultivos, recursos naturales y otros..... 16
Cuadro 5. Inversión en investigación y desarrollo expresado como valor porcentual del producto interno bruto agropecuario (PIBA) durante el año 2013. 19
Cuadro 6. Variables evaluadas para determinar las fortalezas de los sistemas de investigación existentes en tres subregiones de América Latina y el Caribe. 23
Cuadro 7 Algunos casos de sinergias en términos de cooperación para los diez institutos con más frecuencia de aparición en las publicaciones científicas de las subregiones del Cono Sur, Andina, Centro América y el Caribe y Otras regiones de América Latina en el 2018. 25
Cuadro 8. Variables evaluadas para determinar las divergencias de los sistemas de investigación existentes en tres subregiones de América Latina y el Caribe. 27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1Distribución de las publicaciones indexadas realizadas por los países pertenecientes a FONTAGRO en las subregiones Andina, Centro América y el Caribe, Cono Sur, Brasil y México para el período 2010-2018..... 14
Figura 2Figura 2. Distribución del tiempo dedicado a la investigación expresado en equivalencias a tiempo completo (ETC) de acuerdo con el grado académico de a) licenciatura, b) maestría y c) doctorado para la región Andina, Centro América y el Caribe, Cono Sur, Brasil y México para el año 2013..... 18
Figura 3. Distribución del tiempo dedicado a la investigación expresado en equivalentes a tiempo completo (ETC) por los grupos etarios de a) < 31, b) 31-40**,** c) 41-50, d) 51-60 y d) >60; para la región Andina, Centro América y el Caribe, Cono Sur, Brasil y México. Fuente: ASTI 2018. 19
Figura 4 Distribución porcentual de la investigación por las universidades, gobierno y organizaciones sin fines de lucro. Fuente: ASTI 2018..... 21
Figura 5Distribución porcentual de las fuentes de financiamiento en investigación realizadas por el gobierno, donantes y bancos de desarrollo, impuesto sobre productos, venta de bienes y servicios y otros en los países de América Latina y el Caribe. 22

RESUMEN EJECUTIVO

Para el presente reporte se utilizó el número de publicaciones como variable representativa de la investigación desarrollada en los países de América Latina y el Caribe (ALC). Dicha variable está compuesta por la frecuencia de publicaciones científicas indicadas por los Sistemas Nacionales de Investigación Agropecuarios (SNIA) y alternas reportadas por los sistemas nacionales de investigación agropecuaria (INIA). Estas últimas incluyen las publicaciones no referenciadas, así como los informes de avance de proyectos de investigación, entre otros. Esta información fue respaldada con los resultados de una encuesta dirigida a los investigadores. La búsqueda mostró que el mayor número de publicaciones científicas correspondió a Brasil (60,3%), los países del Cono Sur (17,6 %) y México (12,6 %). De igual forma, se encontró que fueron estos países los que destinaron un mayor porcentaje del producto interno bruto (PIB) agropecuario a la investigación (1,8, 1,2 y 1,0%, respectivamente) (ASTI 2018).

El análisis de las publicaciones científicas evidenció una dominancia de los esfuerzos de investigación en cultivos si se compara con la ganadería (57,8 *vs* 15,1%) del tiempo medido en equivalencias a tiempo completo (ETC)) (Stands *et al*. 2016).

En las tres subregiones de ALC el mayor énfasis de las investigaciones en ganadería estuvo orientado a mejorar la producción primaria de los diferentes sistemas ganaderos, y cada vez se evidencia mayor interés en la incorporación de temas relacionados con el ambiente y el clima. En la subregión del Cono Sur se evidenció más esfuerzos relacionados con los temas ambientales y de calidad de la carne y la leche que en las otras dos subregiones. Estos temas son más relevantes para acceder a nuevos mercados con ese tipo de demandas y mayor poder adquisitivo. En esa subregión también se pudo constatar que se ha estado trabajado en políticas y mercados que se espera que contribuyan a incentivar ganadería en dicha subregión.

La subregión del Cono Sur muestra como fortalezas un mayor número de publicaciones, entre las que destacan publicaciones sobre tecnologías agropecuarias, ambiente, clima, socioeconomía, mercados y políticas. Otra fortaleza es la preparación académica con que cuentan sus investigadores quienes mayoritariamente poseen grados de maestrías y doctorados.

La principal fortaleza de las subregiones Andina y Centroamérica y el Caribe radica en el esfuerzo dedicado a investigaciones bajo la categoría tecnologías de producción. Adicionalmente, la subregión Andina muestra como fortaleza el tiempo que las personas (con edades entre 30 a 60 años) dedican a la investigación.

La debilidad detectada para la subregión Cono Sur en términos generales consistió en el reducido número de publicaciones en las categorías políticas y mercados.

En las subregiones Andina y de Centroamérica y del Caribe se reportan como debilidades el menor número de publicaciones científicas indexadas y el reducido número de publicaciones en las categorías relacionadas a aspectos socioeconómicos mercados, políticas públicas, clima y ambiente.

La principal divergencia encontrada radicó en el enfoque de las investigaciones entre subregiones. En la subregión Cono Sur se detectaron más esfuerzos en temas relacionados con impacto del ambiente

sobre la producción animal, evaluaciones de los efectos de diversas variables sobre la calidad de la carne y de la leche que responden a las demandas de nuevos mercados con mayor poder adquisitivo, particularmente de exportación; de igual forma se identificaron esfuerzos para investigar políticas que pueden contribuir a incentivar la ganadería, en cambio, en las subregiones Andina y Centroamérica y Caribe aún son incipientes ese tipo de esfuerzos de investigación.

La búsqueda de información permitió identificar sinergias o la existencia de acciones de cooperación para la investigación en las subregiones. Algunos ejemplos de sinergias con institutos extraregionales son los acuerdos de cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el Centro de Cooperación Internacional para la Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD, Francia) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC España).

A nivel de los INIA, se identificó como una debilidad en Paraguay, Colombia, y todos los países de Centroamérica y el Caribe que no desarrollan investigaciones en temas relacionados con mercados y políticas. Por su parte, los INIA de Paraguay, Honduras y República Dominicana no investigan o lo hacen de manera incipiente en temas de ambiente y clima. Coincidentemente en los casos de Paraguay, Honduras y República Dominicana la inversión en investigación es muy baja lo cual limita la formación y contratación de mayor cantidad de investigadores con grados de maestría y doctorado que puedan asumir nuevas áreas de investigación que contribuyan con la intensificación sostenible de la ganadería.

Los países de ALC han comenzado a construir sinergias en los esfuerzos de investigación orientados a mejorar la producción primaria de los sistemas ganaderos, pero también para que las investigaciones en ambiente y clima se consideren cada vez de mayor importancia, considerando los impactos actuales y potenciales del cambio climático. En ese sentido, los esfuerzos apoyados por Fontagro y el GRA de Nueva Zelanda son un ejemplo del cómo iniciativas de cooperación intra y extrarregional pueden contribuir a promover ese tipo de sinergias.

Los resultados demuestran la necesidad de promover alianzas estratégicas entre instituciones nacionales, universidades e instituciones sin fines de lucro para el desarrollo de la investigación agropecuaria sobre temáticas que contemplen mejorar la productividad de los sistemas de producción ganaderos, el impacto del clima sobre la producción animal y los mecanismos para enfrentarlos, así como los aspectos relacionados con políticas públicas y mercados, con la finalidad de lograr la mitigación y adaptación al cambio climático y mejorar la competitividad del sector pecuario.

Es necesario integrar los esfuerzos que se realizan a nivel de los diferentes actores de las cadenas de producción ganaderas para alcanzar las metas productivas, sociales y ambientales que persigue el sector ganadero en los diferentes países y así lograr mayor competitividad, una distribución más justa de la riqueza y con ello mejorar los medios de vida de quienes participan directa e indirectamente en el sector ganadero.

EXECUTIVE SUMMARY

For the present report, the number of publications was used as a representative variable of the research developed in the countries of Latin America and the Caribbean (LAC). This variable is composed of the frequency of scientific publications indicated by the National Agricultural Research Systems (NARS) and alternative systems reported by the national agricultural research systems (INIA).

The latter include non-referenced publications, as well as the progress reports of research projects, among others. This information was supported with the results of a survey directed to researchers. The search showed that the largest number of scientific publications corresponded to Brazil (60.3%), the countries of the Southern Cone (17.6%) and Mexico (12.6%). Likewise, it was found that these countries allocated the highest percentage of gross domestic product (GDP) to research (1.8, 1.2 and 1.0%, respectively) (ASTI 2018).

The analysis of the scientific publications evidenced a dominance of the research efforts in crops when compared with livestock (57.8% vs 15.1%) of the time measured in full-time equivalents (FTE)) (Stands *et al*. 2016).

In the three subregions of LAC, the greatest emphasis in livestock research was aimed at improving the primary production of the different livestock systems, and there is growing interest in the incorporation of topics related to the environment and climate. In the Southern Cone subregion, more efforts related to environmental issues and quality of meat and milk were evident than in the other two subregions. These issues are more relevant to access new markets with these types of demands and greater purchasing power. In that subregion it was also possible to confirm that work has been done on policies and markets that are expected to contribute to encouraging livestock in said sub-region.

The subregion of the Southern Cone shows as strengths a greater number of publications, among which are publications on agricultural technologies, environment, climate, socioeconomy, markets and policies. Another strength is the academic preparation of its researchers, who mostly hold master's and doctoral degrees.

The main strength of the Andean and Central American subregions and the Caribbean lies in the effort devoted to research under the category of production technologies. Additionally, the Andean subregion shows as a strength the time that people (aged between 30 and 60 years) dedicate to research.

The weakness detected for the Southern Cone subregion in general terms consisted in the small number of publications in the political categories and markets.

In the Andean and Central American and Caribbean sub-regions, the lowest number of indexed scientific publications and the small number of publications in the categories related to socioeconomic aspects of markets, public policies, climate and environment are reported as weaknesses.

The main divergence found was in the research approach between subregions. In the Southern Cone subregion, more efforts were detected on issues related to the impact of the environment on animal production, evaluations of the effects of various variables on the quality of meat and milk that respond to the demands of new markets with greater purchasing power , particularly for export; Likewise, efforts were identified to investigate policies that may contribute to encouraging livestock, however, in the Andean and Central American and Caribbean sub-regions such research efforts are still incipient.

The search for information made it possible to identify synergies or the existence of cooperation actions for research in the subregions. Some examples of synergies with extra-regional institutes are cooperation agreements with the United States Department of Agriculture (USDA), the Center for International Cooperation for Agronomic Research for Development (CIRAD, France) and the Higher Council for Scientific Research (CSIC, Spain).

At the INIA level, it was identified as a weakness in Paraguay, Colombia, and all the countries of Central America and the Caribbean that do not develop research on issues related to markets and policies. For their part, the INIAs of Paraguay, Honduras and the Dominican Republic do not investigate or do so incipiently on environmental and climate issues. Coincidentally, in the cases of Paraguay, Honduras and the Dominican Republic, investment in research is very low, which limits the training and hiring of a larger number of researchers with master's and doctoral degrees who can assume new research areas that contribute to the sustainable intensification of research the livestock

The LAC countries have begun to build synergy.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las proyecciones sobre el crecimiento de la población mundial y del consumo de alimentos, se estima que para el 2050 será necesario incrementar la producción de alimentos hasta en un 70%, y específicamente la carne podría incrementarse hasta en un 100% (FAO 2017). Ante tal situación, la producción agropecuaria en América Latina y el Caribe podría verse favorecida, tanto por su ubicación geográfica, como por la disponibilidad de recursos humanos y naturales, lo cual contribuiría a responder a las demandas alimentarias de los mercados globales. Sin embargo, algunas restricciones de tipo tecnológico, económico y ambiental que enfrentan los sistemas de producción podrían limitar los incrementos previstos en la oferta de leche y carne por parte de los países de América Latina y el Caribe.

Entre las restricciones tecnológicas destacan los insuficientes avances en investigación en temas relacionados a la alimentación y nutrición animal, el manejo y la genética de los animales, el manejo de pastos y forrajes y la desconexión entre los procesos de investigación y transferencia de tecnologías en la mayoría de los países de ALC. Entre las restricciones socioeconómicas se mencionan los altos costos de los insumos en general y en algunos países del precio de la mano de obra, el acceso a créditos en condiciones favorables, los bajos ingresos y la falta de información sobre cómo diferentes intervenciones afectan la eficiencia económica de los sistemas. Entre las restricciones ambientales se mencionan la degradación de suelos, el limitado o nulo acceso al agua, la ausencia de planes de tratamiento para aguas usadas en riego y en la ganadería y la presión de la comunidad internacional por el aporte del sector ganadero de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, se presentan otras restricciones relacionadas a las políticas y aspectos de mercado que también podrían limitar el desarrollo del sector primario de la ganadería en ALC en su afán de satisfacer de manera sostenible la demanda de proteína de origen animal.

El desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles requiere investigaciones en temas relacionados con la mejora de la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción, sus posibles impactos ambientales y el cómo las políticas financieras y de mercados pueden contribuir al desarrollo del sector pecuario y al incremento de la resiliencia de este sector ante el cambio climático. Para tal propósito es necesario identificar las fortalezas, debilidades, sinergias y divergencias que muestran los SNIA de los países miembros de la red Fontagro y a partir de dicho análisis, proponer mejoras a los sistemas de investigación nacionales con el propósito de que sus investigaciones contribuyan a incrementar los índices productivos, económicos, ambientales y sociales, diversificar la producción, incrementar la resiliencia del sector productivo ante el cambio y la variabilidad climática y colocar sus productos en los mercados.

En el presente documento se exponen los principales hallazgos relacionados con la identificación de fortalezas, debilidades, sinergias y divergencias de los sistemas de investigación SNIA presentes las diferentes subregiones de ALC, los cuales ayudan a comprender algunos de los factores que inciden en el desempeño de la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Identificar las principales fortalezas, debilidades, sinergias y divergencias de la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe (ALC) para identificar aquellos factores que tienen mayor incidencia en el desempeño de la investigación agropecuaria en la región

2.2. Específicos

- Seleccionar y organizar en función de áreas temáticas las publicaciones en temas agropecuarios desarrollados por los sistemas nacionales de investigación en ALC
- Identificar los principales indicadores del desarrollo de la investigación agropecuaria en ALC
- Analizar y comparar los factores claves que han incidido en el desempeño de la investigación agropecuaria en ALC

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente documento se siguieron los siguientes pasos:

- Búsqueda bibliográfica y selección de la información

La variable número de publicaciones se usó como valor representativo de la investigación en América Latina y el Caribe, por lo tanto se siguieron dos estrategias de búsqueda de acuerdo al tipo de publicación: a) para las publicaciones científicas indexadas en revistas internacionales se usaron los términos estandarizados[1] del tesauro de agricultura AGROVOC (FAO 2018) con los cuales se realizó una búsqueda de información por país en la *Web of Science* (https://clarivate.com/products/web-of-science/web-science-form/web-science-core-collection/) que comprende información de los SNIA[2] para el año 2018*;* y b) para las publicaciones alternas, las cuales incluyen: informes de investigación, avances de proyectos, cuadernos de trabajo, informes técnicos, blogs, tesis de pre y posgrado, ponencias en congresos y reuniones, memorias, carteles y pósteres, boletines, dosieres, trifoliares y otra documentación básica. Se realizó una búsqueda que incluye información de los repositorios institucionales de los INIA[3] miembros de Fontagro que comprendió el periodo del 2010 al 2018.

Como complemento se realizaron consultas en la base de datos de ASTI (2018) con la finalidad de obtener información sobre el número de horas dedicadas a la investigación (expresadas en ETC[4]), grado académico de los investigadores (licenciatura, maestría y doctorado), los rangos de edades de los investigadores, las instituciones cooperantes, las fuentes de financiamiento y la inversión, el producto interno bruto agropecuario (PIBA) destinado a la investigación para el año 2018.

- Ordenamiento y sistematización de la información

Para organizar la información obtenida, las publicaciones indexadas y alternas se clasificaron en cinco categorías de la investigación (Cuadro 1), lo cual fue producto de consultas con los expertos en investigación agropecuaria en América Latina. La información se almacenó en una base de datos utilizando el programa Access.

[1] Los términos estandarizados usados para la búsqueda fueron: "*Cattle, livestock, cows, crops, agriculture, grazing, silvopastoral systems*".
[2] Se denomina SNIA a los Sistemas Nacionales de Investigación Agropecuaria, es decir, incluye la información de los INIA y otros centros de investigación presentes en los países.
[3] En el presente documento se le denominará INIA indistintamente a los institutos nacionales de investigación agropecuaria que incluyen a: AGROSAVIA (Colombia), DICTA (Honduras), IDIAF (República Dominicana), IDIAP (Panamá), INIA (Chile, Perú, Uruguay, Venezuela), INIAF (Bolivia), INIAP (Ecuador), INTA (Argentina y Costa Rica), IPTA (Paraguay).
[4] Aunque no se especifica la cantidad de horas, se asume que 1 ETC equivale a ocho horas laborales, en caso el período de medición fueran los días.

Cuadro 1 Categorías usadas para la clasificación de las publicaciones recopiladas en la *Web of Science* (SNIA) y en los repositorios institucionales de INIA en países miembros de Fontagro

Categoría	Temáticas incluidas
Tecnologías de producción	Estrategias de alimentación y nutrición animal, bienestar y salud animal, tecnologías y prácticas de producción, productividad y rentabilidad, mejoramiento genético, reproducción animal, microbiología del rumen, manejo de especies forrajeras, recuperación de pasturas degradadas, sistemas silvopastoriles, manejo de suelos, flujo de nutrientes en el suelo, manejo del estiércol, uso de residuos y subproductos agrícolas en la alimentación de rumiantes
Ambiente y clima	Adaptación, gestión integral del recurso hídrico, huella de carbono y análisis del ciclo de vida; uso, conservación y manejo de la biodiversidad
Socioeconómicas	Aspectos socioeconómicos, medios de vida y género, salud pública
Mercado	Cadenas de valor
Políticas	Políticas públicas

Fuente: Elaboración propia con base a lo reportado por AGROSAVIA 2018; Clarivate Analytics 2018; CIPAV 2018; DICTA 2018; IDIAF 2018; IDIAP 2018; INIA 2018a; INIA 2018b; INIA 2018c; INIA 2018d; INIAF 2018; INIAP 2018; INTA 2018a; INTA 2018b; IPTA 2018

- Diseño de base de datos en Access

El diseño estructural de la base de datos consistió en lo siguiente:

Publicaciones científicas

Con la información reportada por Clarivariate Analytics 2018, se construyó una base de datos que incluyó el identificador del país (IdPais), categoría de la publicación (CatPublicacion), autor, año de la publicación (Año), título de la publicación (Titulo), nombre de la revista (NombreRevista), volumen (Vol), número (Num), número de páginas del artículo (Pag), DOI, clasificación de la publicación (AreasGen), palabras clave (PalabrasClave) y el resumen.

Publicaciones alternas

Con la información reportada en los repositorios institucionales de los INIA se construyeron tablas que contienen el identificador del país (CodPais), nombre de la temática de investigación (NombreTema), fuente de la información (Fuente), código del instituto (CodInstitucion), dirección web de la publicación (DireccionWeb), fecha de inicio y final del proyecto de investigación (FechaInicio y FechaFinalizacion), código del investigador (CodInvestigador1), clasificación de la investigación en cinco áreas (AreasGen). Por su parte, la tabla de investigadores contiene los nombres y apellidos del autor, título académico, área académica, correo electrónico y posición laboral del investigador.

Para establecer las relaciones de la base de datos, que permitieron realizar las consultas entre tablas, se utilizaron “campos claves” tales como el Id de país, Id del instituto, código de la investigación

(CodInvestivagacion), Id del investigador, entre otros. Finalmente, para realizar los cálculos y la presentación de los gráficos las tablas resultantes fueron exportadas a formato Excel.

- Análisis de la información

En general, para el análisis del presente documento se toman en cuenta las siguientes consideraciones para la interpretación de fortalezas, debilidades, sinergias y divergencias.

Fortalezas

Son los atributos que favorecen el desarrollo de la investigación entre ellos destacan:

- Número de publicaciones indexadas y alternas
- Calificación del personal
- Disponibilidad de recursos provenientes del PIBA para la investigación agropecuaria

Debilidades

- Ausencia de los atributos citados como fortalezas

Sinergias

Para efectos de este documento se refieren a las oportunidades de cooperación con que cuentan los INIA para desarrollar investigaciones conjuntas entre ellos o con otras instituciones.

- Convenios de cooperación entre los INIA, centros internacionales y universidades, y entre los INIA y universidades o institutos de investigación en países desarrollados
- Trabajo en redes, por ejemplo, donde participen diferentes institutos de investigación en el desarrollo de investigaciones (por ejemplo, PROCISUR y PROCITROPICOS, proyectos regionales)

Divergencias

Se refieren a las diferencias que existen entre países o subregiones con respecto a

- La cobertura de los distintos temas de investigación con base en la información reportada para las cinco categorías de investigación a las cuales se hace mención en la sección metodológica de este documento.

Finalmente, se preparó una guía para el entendimiento de la base de datos en Access que permite al usuario acceder a la información recopilada, la cual se muestra en el Anexo 1.

4. RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación, se presentan los resultados del análisis y sistematización de la información que sirvió de base para identificar las fortalezas, debilidades, sinergias y divergencias que presenta la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe.

- Publicaciones indexadas y alternas

Publicaciones indexadas

En la región de América Latina y el Caribe, entre los años (2010-2018), se reportaron 30 516 publicaciones indexadas, de las cuales un 60,2% correspondieron a Brasil; el 12,5% a México; el 17,5% a los países del Cono Sur; el 7,9% a los países de la subregión Andina y el 1,6% a Centroamérica y el Caribe (Clarivate Analytics 2018), tal como se aprecia en la Figura 1.

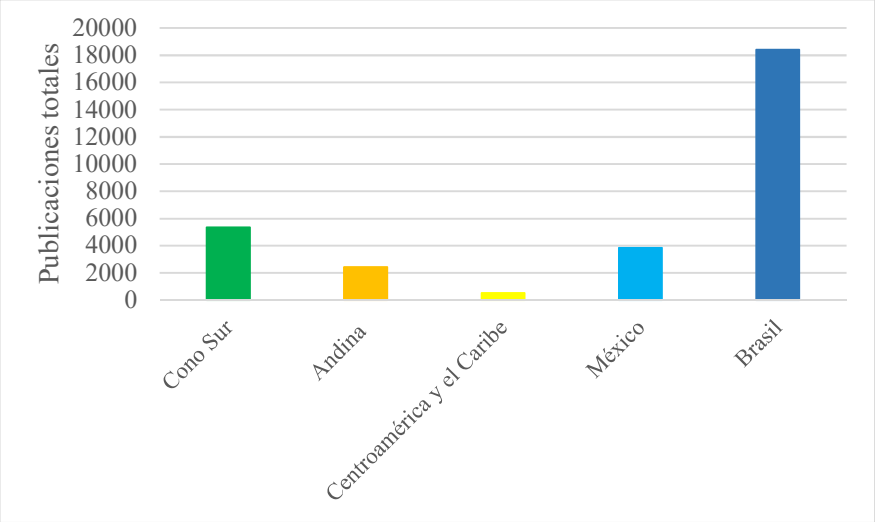


Figura 1Distribución de las publicaciones indexadas realizadas por los países pertenecientes a Fontagro en las subregiones Andina, Centroamérica y el Caribe, Cono Sur, Brasil y México para el período 2010-2018.

Fuente: Clarivate Analytics 2018

Como se esperaba las publicaciones científicas indexadas para el año 2018 reportadas para los países miembros de Fontagro bajo la categoría: "tecnologías de producción" fueron 867, las cuales representan un 70,7%, de las del total de publicaciones para ese periodo, el restante 29,3% de las publicaciones correspondió a publicaciones bajo las categorías socioeconomía, ambiente, políticas y mercado (Cuadro 2).

Cuadro 2 Clasificación de la investigación científica indexadas realizadas durante el año 2018 en cinco categorías temáticas para los países miembros de la red Fontagro en las subregiones del Cono Sur, Andina, Centroamérica y el Caribe[1]

País	Tecnologías de producción	Ambiente	Socioeconómica	Mercado	Políticas	Total
Cono Sur						
Argentina	367	111	17	0	2	497
Chile	121	38	12	0	0	171
Paraguay	6	0	1	0	0	7
Uruguay	91	11	8	0	0	110
Subtotal	585	160	38	0	2	785
Andina						
Bolivia	4	4	7	0	0	15
Colombia	136	42	27	0	0	205
Ecuador	38	16	11	0	0	65
Perú	32	12	10	0	0	54
Venezuela	35	6	1	0	0	42
Subtotal	245	80	56	0	0	381
Centro América y el Caribe						
Costa Rica	25	10	3	0	0	38
Honduras	1	0	1	0	0	2
Nicaragua	4	3	0	1	0	8
Panamá	6	3	0	0	0	9
República Dominicana	1	1	0	0	0	2
Subtotal	37	17	4	1	0	59
Otras						
Brasil	2296	251	71	3	2	2623
México	514	90	33	0	0	637
Sub Total	2810	341	104	3	2	3260
Total	3677	598	202	4	4	4485

[1] Adicionalmente, se consideraron Brasil y México, que si bien no son miembros de Fontagro presentan actividades importantes de investigación pecuaria.

Fuente: Clarivate Analytics 2018

Publicaciones alternas

Las publicaciones alternas reportadas por los repositorios institucionales de los INIA ascendieron a 598. De las cuales, el Cono Sur publicó 393 (equivalentes al 65,7%,) de las publicaciones, Centroamérica y el Caribe publicó 108 (equivalentes al 18,01%) y la región Andina 97 publicaciones (equivalentes al 16,2%), tal como se muestra en el Cuadro 3. Por su parte, la clasificación de las publicaciones alternas demuestra que la mayor cantidad correspondió a la categoría tecnologías de la producción (446), seguidas por la categoría ambiente y clima con 78 publicaciones.

Cuadro 3. Clasificación de la investigación alterna en cinco categorías para las subregiones del Cono Sur, Andina y Centroamérica y el Caribe durante el período 2010-2018.

País	Tecnologías de producción	Ambiente y clima	Socioeconómica	Mercado	Políticas	Total
Cono Sur						
Argentina	61	7	3	3	1	75
Chile	154	29	33	11	2	229
Paraguay	7	0	0	0	0	7
Uruguay	59	16	3	3	1	82
Subtotal	281	52	39	17	4	393
Subregión Andina						
Colombia	61	7	2	0	0	70
Ecuador	4	3	1	1	2	11
Perú	16	0	0	0	0	16
Subtotal	81	10	3	1	2	97
Centro América y el Caribe						
Costa Rica	8	10	2	0	0	20
Honduras	12	1	0	0	0	13
Panamá	60	4	5	0	0	69
Rep. Dominicana	4	1	1	0	0	6
Subtotal	84	16	8	0	0	108
Total	**446**	**78**	**50**	**18**	**6**	**598**

Fuente: AGROSAVIA 2018; DICTA 2018; IDIAF 2018; IDIAP 2018; INIA 2018a; INIA 2018b; INIA 2018c; INIA 2018d; INIAF 2018; INIAP 2018; INTA 2018a; INTA 2018b; IPTA 2018

Es importante destacar qué mediante la estrategia de búsqueda para las publicaciones alternas, no fue posible obtener la información acerca de las publicaciones del INIA Venezuela.

- Calificación del personal con base en el tiempo dedicado a la investigación medido en equivalencias a tiempo completo (ETC) por profesionales con diferentes grados académicos

En la totalidad de las subregiones se reportó que el tiempo destinado la investigación sobre cultivos fue superior al dedicado en temas como ganadería o recursos naturales. De hecho, el ETC para cultivos llegó a representar hasta un 73,9% en la subregión de Centroamérica y el Caribe. Por otro lado, la investigación en el área de ganadería en el Cono Sur presentó mayores valores, si se compara con las subregiones Andina y centroamericana y el Caribe (21,1, 12,0 y 13,1%, respectivamente) (ASTI 2018), tal como se muestra en el Cuadro 4. Además, es importante acotar que Uruguay es el único país en el que el ETC guarda un equilibrio entre la investigación para ganadería, cultivos y recursos naturales (30,0, 27,9 y 31,5 %, respectivamente).

Cuadro 4. Clasificación del tiempo (expresado en ETC porcentuales) dedicado a cuatro áreas de la investigación: ganadería, cultivos, recursos naturales y otros

País	Ganadería	Cultivos	Recursos naturales	Otros sectores
Cono Sur				
Argentina	21,03	42.30	22.02	14.65
Chile	12,42	50.74	26.72	10.12
Paraguay	20,75	68,98	5,84	4,44
Uruguay	30,06	27,97	31,58	10,39
Promedio	21,10	47,50	21,50	9,90
Andina				
Bolivia	8,00	74,37	3,80	13,83
Colombia	9,53	59,53	1,36	29,59
Ecuador	2,33	84,53	0,25	12,89
Perú	20,22	41,75	3,66	34,38
Venezuela	19,68	48,48	0,11	31,73
Promedio	12,00	61,70	1,80	24,50
Centroamérica y el Caribe				
Costa Rica	14,60	55,38	3,47	26,55
Honduras	8,52	70,73	4,99	15,76
Nicaragua	8,73	66,33	0,29	24,64
Panamá	21,54	61,35	3,29	13,82
República Dominicana	12,15	73,98	3,13	10,74
Promedio	13,10	73,90	3,10	18,30
Otras regiones				
México	16,60	42,50	11,63	29,27
Brasil	14,97	55,78	7,65	21,60

Fuente: ASTI 2018

- Investigadores y sus grados académicos

La Figura 2 muestra que Brasil fue el país que dedicó mayor cantidad de tiempo a la investigación agropecuaria expresado como equivalencias a tiempo completo. La Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), que es la principal institución de investigación, cuenta con personal altamente calificado en diferentes disciplinas, incluso se ha reportado que parte del personal que realiza labores de asistencia técnica cuenta con grado académico de maestría y doctorado (Stands *et al.* 2016).

En las subregiones de Centroamérica y el Caribe y Andina, se reporta que el ETC dedicado por profesionales con grado de doctorado, es menor que el ETC dedicado a la investigación agropecuaria por profesionales con grados académicos de maestría y licenciatura.

Por su parte el Cono Sur muestra un patrón diferenciado en el ETC respecto al nivel académico, donde el tiempo de contratación para el grado de licenciatura fue mayor si se compara con el de maestría y doctorado (4094,70, 1360,70 y 1577,60 ETC, respectivamente). En el Cono Sur el ETC dedicado a investigaciones agropecuarias por profesionales con grados de maestría y doctorado fue superior que en las subregiones Andinas y de Centroamérica y el Caribe (Figura 2).

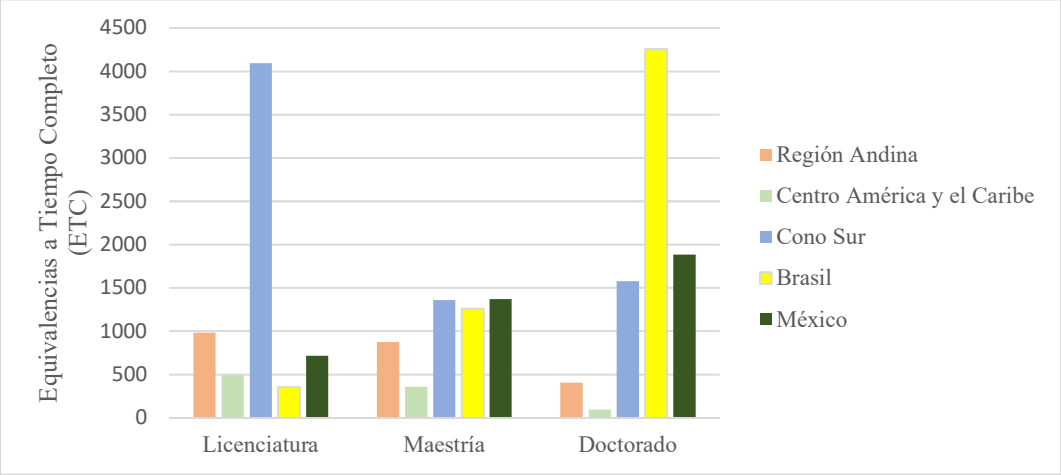


Figura 2Figura 2. Distribución del tiempo dedicado a la investigación expresado en equivalencias a tiempo completo (ETC) de acuerdo con el grado académico de a) licenciatura, b) maestría y c) doctorado para la región Andina, Centroamérica y el Caribe, Cono Sur, Brasil y México para el año 2013.

Fuente: ASTI 2018

- Análisis de edades de los investigadores

En cuanto al análisis por grupos etarios, en la Figura 3 se observa que la mayoría del ETC fue dedicado por investigadores con edades comprendidas entre 31-60 años. De los cuales, el mayor ETC en el Cono Sur correspondió a investigadores del rango 31-40 años, en la región Andina 41-50 años; mientras que para Centroamérica y el Caribe, así como en México, el rango de edad de los investigadores predominante fue entre 51-60 años. Esto sugiere la necesidad de buscar en esos países mecanismos para asegurar la continuidad de los esfuerzos de investigación contratando nuevos profesionales que trabajen de cerca con los experimentados, ya que varios de ellos están cerca de la edad de jubilación y así poder asegurar que se lleve a cabo un adecuado proceso de relevo generacional.

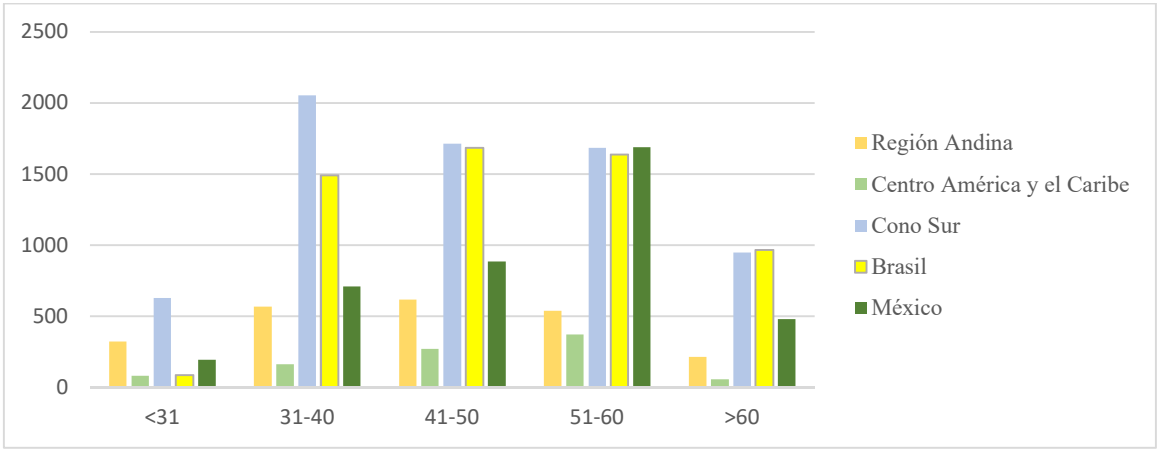


Figura 3. Distribución del tiempo dedicado a la investigación expresado en equivalentes a tiempo completo (ETC) por los grupos etarios de a) < 31, b) 31-40**,** c) 41-50, d) 51-60 y d) >60; para la región Andina, Centroamérica y el Caribe, Cono Sur, Brasil y México. Fuente: ASTI 2018

- Disponibilidad de recursos provenientes del PIBA para la investigación agropecuaria

La inversión en investigación agropecuaria representó más del 1,15% del PIBA (ASTI 2018) en el caso de Argentina, Chile y Uruguay, pero si se considera el umbral de inversión mínimo del 1,0% destacado por la UNESCO (2015) para promover el desarrollo agropecuario sostenible, se obtiene que solamente Argentina, Brasil, Costa Rica, Chile, México y Uruguay superaron este valor, tal como se observa en el Cuadro 5. Cabe anotar que Brasil es el país de ALC con la mayor inversión relativa en investigación agropecuaria (1,8% del PIBA).

Por su parte un nivel intermedio de inversión (0,7-0,9%) fue reportado para Panamá, Bolivia y Colombia y un menor nivel de inversión (< 0,7%) fue reportado para el resto de los países (Paraguay, Honduras, Nicaragua, República Dominicana, Ecuador, Perú y Venezuela). En las subregiones Andina y Centroamérica y el Caribe la inversión en investigación agropecuaria fue inferior al 0,55% del PIBA.

Cuadro 5. Inversión en investigación y desarrollo expresado como valor porcentual del producto interno bruto agropecuario (PIBA) durante el año 2013

País	PIB agropecuario (%)
Cono Sur	
Argentina	1,30
Chile	1,60
Paraguay	0,30
Uruguay	1,40
Promedio Cono Sur	*1,15*
Centroamérica y el Caribe	
Costa Rica	1,10

País	PIB agropecuario (%)
Honduras	0,20
Nicaragua	0,40
Panamá	0,70
República Dominicana	0,30
Promedio Centroamérica y el Caribe	*0,54*
Región Andina	
Bolivia	0,90
Colombia	0,80
Ecuador	0,20
Perú	0,40
Venezuela	0,30
Promedio región Andina	*0,52*
México	1,00
Brasil	1,80

Fuente: ASTI 2018

- Instituciones que desarrollan la investigación

De acuerdo con los datos reportados por ASTI (2018), en países como Panamá (87,8%), Venezuela (83,1%), República Dominicana (75,5 %). Ecuador (72,6%), Brasil (71,3%), Chile (66,7), Nicaragua (60,9%), Paraguay (57,8%) las instancias de gobierno son las entidades que realizan el mayor porcentaje de investigaciones agropecuarias. En cambio, en Argentina, Uruguay, Bolivia, Perú, Costa Rica y México el número de investigaciones que realizan las universidades es mayor al que realizan las instituciones de gobierno según se aprecia en la Figura 4. Esta información es consecuente lo reportado por Clarivate Analytics (2018), donde se demuestra que las universidades públicas, consejos e institutos nacionales de investigación agropecuaria son quienes realizan la mayor parte de publicaciones científicas (74,5%) en ALC.

Es importante anotar también el rol tan importante en la investigación agropecuaria que juegan las instituciones sin fines de lucro, en particular en Argentina, Belice, Colombia y Honduras donde representan al menos el 40% de las investigaciones las realizan estas organizaciones.

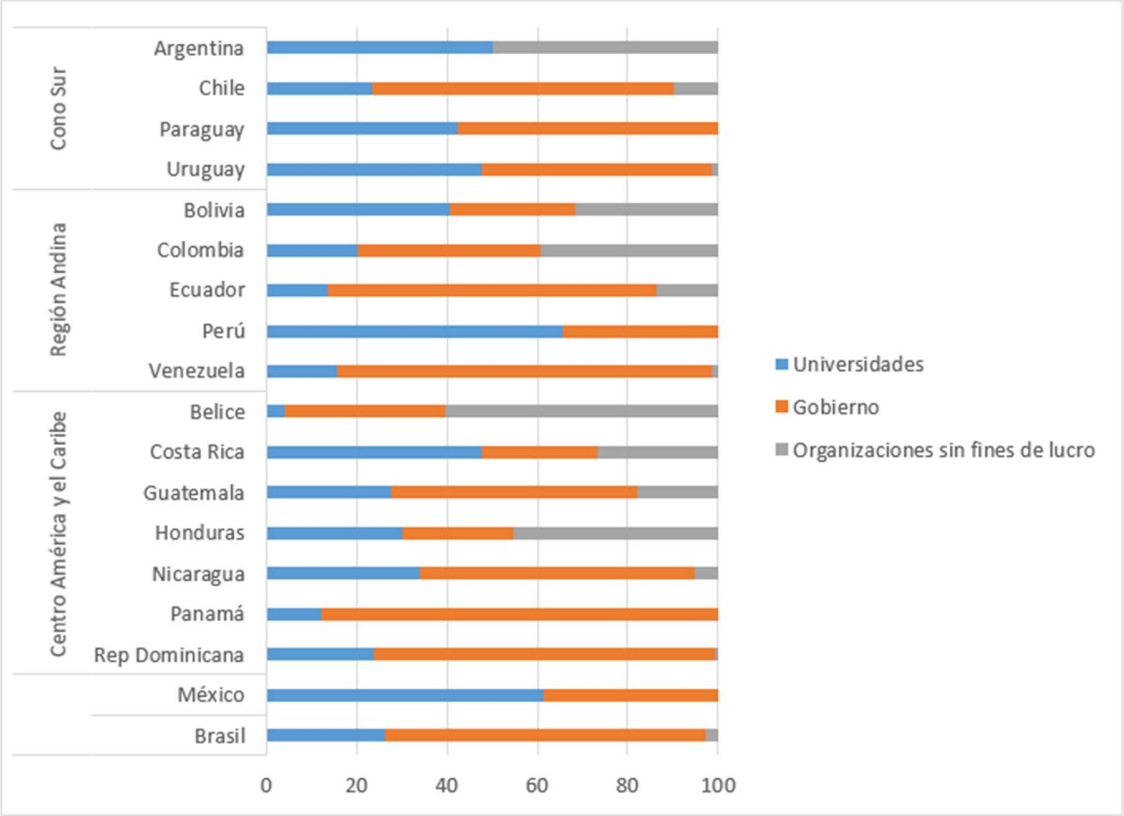


Figura 4 Distribución porcentual de la investigación por las universidades, gobierno y organizaciones sin fines de lucro.

Fuente: ASTI 2018.

- Fuentes de financiamiento para la investigación

En Uruguay y Bolivia el aporte del gobierno al presupuesto de investigación agropecuaria es menor al 50% (Figura 5). En el caso de Uruguay un componente importante de dicho financiamiento es producto de un impuesto directo a la exportación de los productos agropecuarios; mientras que en Bolivia la mayor parte del financiamiento no gubernamental procede de la cooperación internacional, donaciones e inversión proveniente de los bancos locales para el desarrollo rural. En contraste, en países como Brasil, Argentina, Panamá, Honduras, Costa Rica, México, República Dominicana, Colombia y México, más del 80% de la inversión para investigación agropecuaria la aporta el gobierno.

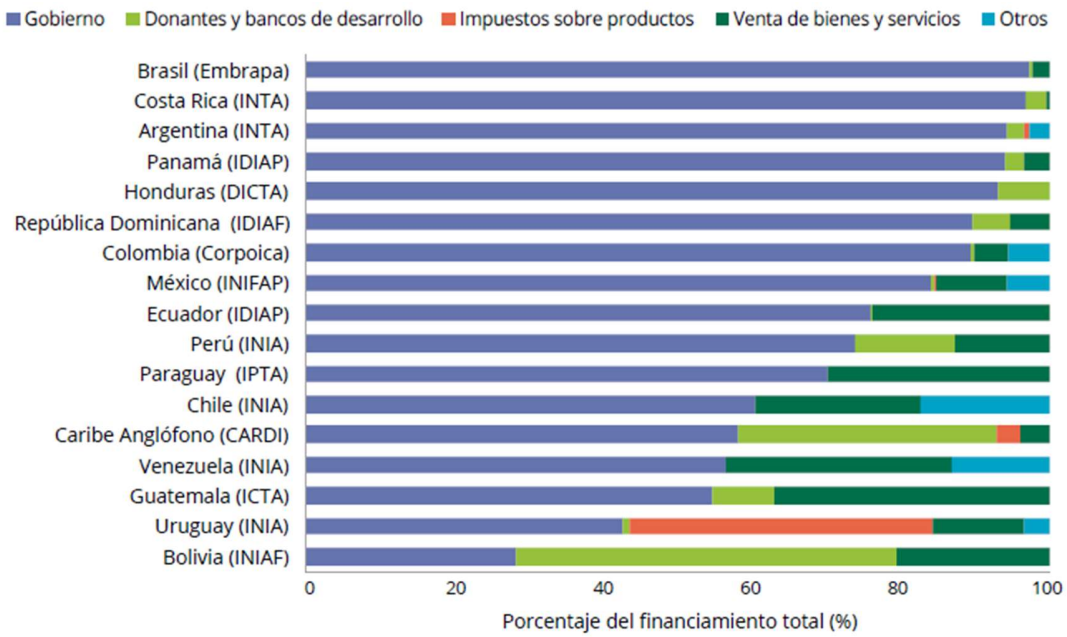


Figura 5Distribución porcentual de las fuentes de financiamiento en investigación realizadas por el gobierno, donantes y bancos de desarrollo, impuesto sobre productos, venta de bienes y servicios y otros en los países de América Latina y el Caribe.

Fuente: ASTI 2016

Como parte del análisis de los datos descritos en el apartado de resultados, a continuación, se analizan las fortalezas y oportunidades de la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe (ALC), para identificar posteriormente las sinergias y divergencias de la investigación.

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Considerando las variables número de publicaciones indexadas y alternas, calificación del personal con base en el tiempo dedicado a la investigación medido en equivalencias a tiempo completo (ETC) por profesionales con diferentes grados académicos, disponibilidad de recursos provenientes del PIBA para la investigación agropecuaria, instituciones que desarrollan investigación y fuentes de financiamiento para la investigación se desarrolla un análisis de fortalezas y debilidades para las tres subregiones ganaderas presentes en ALC.

5.1 Fortalezas

En la subregión del Cono Sur se reportó un mayor número de publicaciones, tanto indexadas como alternas, respecto a las reportadas en las subregiones Andina y de Centroamérica y el Caribe. El número de publicaciones bajo tecnologías agropecuarias fue mayor que el reportado bajo las categorías ambiente y clima, aspectos socioeconómicos, de mercados y de políticas. También se reportó para esta subregión que el tiempo dedicado por los investigadores con grado académico de

doctorado y maestría (1577,68 y 1360,74 ETC, respectivamente) fue superior al de las otras subregiones. En cuanto a la edad, la mayoría de los investigadores se encuentran en el grupo de 30-40 años. Los atributos anteriores, acompañados por la mayor inversión del PIBA en investigación, le confieren a la subregión del Cono Sur una posición de liderazgo en investigación agropecuaria, comparado con las subregiones Andina y de Centroamérica y el Caribe (Cuadro 6).

Una mayor inversión del PIBA, aunado a la disponibilidad de investigadores jóvenes con formación profesional a nivel de doctorado, quienes por lo regular son contratados para desempeñarse en equipos interdisciplinarios, contribuyen a que la subregión Cono Sur cuente con investigaciones con alto perfil académico en las cinco áreas temáticas de la investigación. Todos estos aspectos en su conjunto son claves para impulsar la intensificación sostenible de la ganadería en dicha subregión.

Las fortalezas de la subregión Andina radican en el esfuerzo dedicado a investigaciones bajo la categoría tecnologías de producción, y el tiempo equivalente completo dedicado a la investigación por personal con edades entre 30 a 60 años.

La fortaleza de la subregión de Centroamérica y el Caribe radica en el esfuerzo dedicado a investigación bajo la categoría tecnologías de producción.

Cuadro 6. Variables evaluadas para determinar las fortalezas de los sistemas de investigación existentes en tres subregiones de América Latina y el Caribe

Variable	Cono Sur	Andina	Centroamérica y Caribe
Publicaciones científicas indexadas	+++++[a]	++	+
Publicaciones alternas	++++++	+	+
Investigación en tecnologías agropecuaria	+++	+++	+++
Investigación en ambiente y clima	++	+	+
Investigación en aspectos socioeconómicos	++		
Investigación en mercados	+		
Investigación en políticas	+		
ETC (equivalencias a tiempo completo)	++++	++	++
Inversión en investigación	+++++	++	+++
Grado académico de los investigadores	++++	++	++
Investigadores por edades (juventud y alto grado académico)	+++++	+++	++

[a] El número de signos + es indicativo de la importancia de las variables listadas para las diferentes subregiones.

5.2 Debilidades

El análisis de debilidades se basó en la ausencia de los atributos citados como fortalezas que presenta una subregión o país. La debilidad detectada, para la subregión Cono Sur en términos generales consistió en el reducido número de publicaciones en las categorías políticas y mercados.

En las subregiones Andina y de Centroamérica y del Caribe como debilidades se reportan el menor número de publicaciones científicas indexadas (381 y 59 publicaciones) y alternas (97 y 108 publicaciones, respectivamente) (Cuadros 2 y 3), además de un reducido número de publicaciones en

las categorías relacionadas a aspectos socioeconómicos mercados, políticas públicas, clima y ambiente.

Respecto a la baja cantidad de publicaciones reportadas en la subregión de Centroamérica y el Caribe, se estima que puede estar relacionada con la baja capacidad de los institutos de investigación para destinar esfuerzos y facilitar las condiciones para que los investigadores publiquen los hallazgos científicos relevantes, y porque tampoco existe una diferenciación económica entre los investigadores que publican sus trabajos y entre aquellos que no lo hacen.

En la subregión Andina la inversión del PIBA en investigación fue ligeramente inferior a la subregión de Centroamérica y del Caribe (0,52 vs 0,54%), pero al menos en la primera existe una tendencia a favor del relevo generacional, lo cual no parece haber ocurrido de manera significativa en la subregión de Centroamérica y el Caribe, donde la edad promedio de los investigadores superó los 50 años; esto puede constituirse en una limitante para la sostenibilidad del sistema de investigación agropecuaria en esos países.

5.3 Sinergias

La búsqueda de información permitió identificar la existencia de acciones de cooperación para la investigación en las subregiones. Algunos ejemplos de sinergias con institutos extraregionales son los acuerdos de cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el Centro de Cooperación Internacional para la Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD, Francia) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, España). A nivel de la región se identificó que el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina es quien ha mostrado desarrollo de alianzas de mayor intensidad con instituciones en el Cono Sur y en menor grado hacia las subregiones Andina y de Centroamérica y el Caribe (Cuadro 7).

Algunos ejemplos puntuales de esas acciones de cooperación en investigación con el USDA fue el desarrollo y validación de modelos para maíz bajo condición limitantes para la producción (Durand *et al.* 2018), el estudio de la secuenciación de la microbiota del rumen (Seshadri *et al.* 2018); con el CIRAD el estudio de la filogenómica asociada a pérdidas de nitrógeno en los nódulos de plantas (Griesmann *et al.* 2018), el uso de sensores remotos en la agricultura (Bégué *et al.* 2018), disponibilidad de fósforo orgánico (George *et al.* 2018); por mencionar las referencias más citadas. El CONICET coopera en la investigación sobre uso de sensores remotos en la agricultura (Bégué *et al. 2018)*, analiza el uso eficiente de los recursos de la finca (Pellegrini y Fernández 2018) e identifica algunos rasgos relacionados con el crecimiento en tomate (de Oliveira *et al.* 2018). La Universidad Estadual Paulista por su parte evalúa la expresión genética del ganado en estado de gestación (Ochoa *et al.* 2018), las técnicas utilizadas para la extracción de células madre en el ganado (Okamura *et al.* 2018) y el estudio de los ácaros que afectan el ganado (Rivera-Paez *et al.* 2018).

Cuadro 7 Algunos casos de sinergias en términos de cooperación para los diez institutos con más frecuencia de aparición en las publicaciones científicas de las subregiones del Cono Sur, Andina, Centroamérica y el Caribe y otras regiones de América Latina en 2018.

Nombre del Instituto	Cono Sur	Andina	Centroamérica y el Caribe	Otras	Total general
United States Department of Agriculture – USDA	3	4	3	2	12
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –CONICET	4	3	2	3	12
Universidad de Estadual Paulista	3	3	2	3	11
CIRAD	3	2	3	3	11
Consejo Superior de Investigaciones Científicas –CSIC	3	4	1	3	11
University of California System	3	3	2	2	10
Wageningen University Research	3	3	1	3	10
Universidad de Sao Paulo	4	3	1	2	10
University of Florida	3	4	1	2	10

Nombre del Instituto	Cono Sur	Andina	Centroamérica y el Caribe	Otras	Total general
State University System of Florida	3	4	1	2	10
Cornell University	3	3	1	3	10

Fuente: Clarivate Analytics 2018.

En resumen, en este estudio se ha encontrado que en las tres subregiones se presentan sinergias en aspectos que contribuyen directamente a mejorar la producción primaria de los diferentes sistemas productivos y la resiliencia ante el cambio climático (Cuadro 8).

De acuerdo con la página web de PROCISUR, los INIA trabajaron en la implementación del proyecto "Tecnologías para la clasificación y tipificación de canales y carne bovina para el Mercosur ampliado". Este proyecto tuvo por objetivo establecer las bases tecnológicas mínimas que posibilitarán el desarrollo de sistemas homologables de clasificación y tipificación de canales y carne bovina, con énfasis en terneza en la región del Mercosur ampliado y su compatibilización con sistemas de uso en los mercados de interés. El proyecto fue desarrollado por un consorcio en el cual participaron el Centro de Investigación de Agroindustria del Instituto de Tecnología de Alimentos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, la Universidad de Morón de Argentina, la Universidad Nacional de Tucumán de Argentina, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay, el Instituto Nacional de Carnes de Uruguay, la Universidad de la República de Uruguay, el Laboratoire Ondes et Acoustique Francia, la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária y Universidade de São Paulo Brasil.

Otro proyecto que fue desarrollado en el marco de PROCISUR es el denominado Contribución para una producción sostenible de alfalfa mediante el manejo de microorganismos rizosféricos. Este proyecto tuvo como objetivos: i) cuantificar la eficiencia relativa en la fijación de nitrógeno de sistemas nodulares formados con diferentes grados de ocupación nodular por cepas introducidas y nativas o naturalizadas, ii) estudiar la biodiversidad en poblaciones de rizobios nativos o naturalizados y seleccionar las mejores cepas en diferentes regiones de los países que componen el proyecto, iii) caracterizar y seleccionar bacterias PGPR, NPR y solubilizadoras de P, que solas o coinoculadas con rizobios mejoren la productividad de la alfalfa, iv) generar criterios normativos para el uso de microorganismos rizosféricos que participaban en la sustentabilidad del cultivo de alfalfa. Participaron representando a Argentina el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal, el Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, la Universidad Nacional de Río Cuarto, la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, Rizobacter y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay, así como el instituto de Investigaciones Agropecuarias en Chile. Esto ejemplos muestran las alianzas que se desarrollan en el Cono Sur en términos de investigación agropecuaria entre los INIA y las universidades, así como otras instituciones con interés de velar por el desarrollo de la ganadería en el Cono Sur.

5.4 Divergencias

En la subregión Cono Sur se detectaron más esfuerzos en temas relacionados con impacto del ambiente sobre la producción animal, evaluaciones de los efectos de diversas variables sobre la calidad de la carne y de la leche que responden a las demandas de nuevos mercados con mayor poder adquisitivo, particularmente de exportación; de igual forma se identificaron esfuerzos para investigar políticas que pueden contribuir a incentivar la ganadería. En cambio, en las subregiones Andina y Centroamérica y Caribe aún son incipientes ese tipo de esfuerzos de investigación.

Otra divergencia es relacionada con la integración de esfuerzos que se realizan a nivel de los diferentes actores de las cadenas de producción ganaderas para alcanzar las metas productivas, sociales y ambientales que persigue el sector ganadero en los diferentes países y así lograr mayor competitividad, una distribución equitativa de la riqueza y en general mejorar los medios de vida de quienes participan directa e indirectamente en el sector ganadero. El Cuadro 8 muestra que las investigaciones en temas como los aspectos socioeconómicos, de mercados y políticas para el sector ganadero fueron menores en las subregiones Andina y Centroamérica y Caribe.

Cuadro 8. Variables evaluadas para determinar las divergencias de los sistemas de investigación existentes en tres subregiones de América Latina y el Caribe.

Variable	Cono Sur	Andina	Centroamérica y Caribe
Publicaciones alternas	++++++	+	+
Publicaciones indexadas	+++++	++	+
Investigación en ambiente y clima	++	+	+
Investigación en aspectos socioeconómicos	++		
Investigación en mercados	+		
Investigación en políticas	+		

5.5 Fortalezas y debilidades a nivel de países

La información colectada para los países miembros de Fontagro evidenció que los países de la subregión Cono Sur han logrado mayor desarrollo en términos de investigación que los de otras subregiones, y de los países del Cono Sur: Argentina, Chile y Uruguay han sido los más activos en la investigación (Cuadro 3), especialmente en los temas de tecnologías de producción, ambiente y clima y en menor grado en temas socioeconómicos, mercados y políticas. En la subregión Andina, Colombia ha desarrollado mayor investigación que el resto de los países andinos enfatizando las tecnologías de producción, ambiente y clima, y aspectos socioeconómicos. Y aunque Ecuador y Perú le siguen, aparentemente los temas de mercados y políticas no parecen estar en las agendas de investigación de ninguno de los países de la subregión Andina.

En la subregión de Centroamérica y Caribe, Costa Rica es el país con mayor actividad de investigación evidenciada en los hallazgos, seguido de Panamá y Nicaragua. En todos los países los temas predominantes en las investigaciones fueron las tecnologías de producción, y en menor grado

clima y ambiente. En el tema mercados, solo Nicaragua mostró un estudio y ninguno de los países evidenció investigaciones sobre políticas.

Dentro de las áreas temáticas de investigación se puede resaltar que en los aspectos de ambiente y clima, Chile y Uruguay han desarrollado esfuerzos para determinar las emisiones de GEI en los sistemas de producción ganaderos, la contaminación de fuentes subterráneas de agua mediante la lixiviación de fosfatos y nitratos, así como con coliformes. Estos países y Argentina también han desarrollado investigaciones sobre mercados, lo cual les ha permitido identificar las demandas del sector ganadero para satisfacer las necesidades de los mercados, posicionar sus productos y para que los diferentes actores de las cadenas productivas de la carne y leche obtengan mayores beneficios.

Respecto a las políticas investigadores en el INIA de Chile han establecido acuerdos voluntarios entre productores y la industria para producir de manera limpia. Otros países como Colombia, Ecuador, Costa Rica y Nicaragua se encuentran realizando investigaciones no solo para incrementar la producción, sino para lograr la sostenibilidad, creando condiciones habilitadoras tales como créditos diferenciados, tratando de posicionar sus productos en nuevos mercados y legislando para intensificar la ganadería en sus países.

5.6 Debilidades por países

Los INIA de Paraguay en el Cono Sur, Colombia en la subregión Andina y de todos los países de Centroamérica y el Caribe no reportaron investigaciones en temas relacionados con mercados y políticas.

Se identificó como una debilidad que los INIA en Paraguay, Colombia y todos los países de Centroamérica y el Caribe no reportan investigaciones en temas relacionados con mercados y políticas. Por su parte, los INIA de Paraguay, Honduras y República Dominicana no muestran avances en investigación o lo hacen de manera incipiente en temas de ambiente y clima. Coincidentemente en los casos de Paraguay, Honduras y la República Dominicana donde la inversión en investigación es muy baja, aspecto que limita la formación y contratación de mayor cantidad de investigadores con grados de maestría y doctorado que puedan asumir nuevas áreas de investigación que contribuyan con la intensificación sostenible de la ganadería.

5.7 Sinergias entre países

Los países de ALC han comenzado a construir sinergias en los esfuerzos de investigación orientados a mejorar la producción primaria de los sistemas ganaderos, pero también para que las investigaciones en ambiente y clima se consideren cada vez de mayor importancia, considerando los impactos actuales y potenciales del cambio climático. En ese sentido, los esfuerzos apoyados por Fontagro y el GRA de Nueva Zelanda son un ejemplo del cómo iniciativas de cooperación intra y extrarregional pueden contribuir a promover ese tipo de sinergias.

6 CONSIDERACIONES FINALES

El análisis revela la importancia de la inversión en investigación y su efecto sobre la dinámica del sector agropecuario para fortalecer los programas de investigación pública y la difusión y adopción de tecnologías eficientes. Además, se logró establecer que los principales logros en materia de investigación en parte son producto del financiamiento estatal y de las alianzas establecidas con los institutos internacionales de investigación; aún falta una mayor interacción entre el sector estatal y privado para promover la investigación en temas de relevancia para el sector ganadero.

Aunque no resulta fácil lograr la eficiencia en el gasto, ya que no siempre la mayor inversión dará como resultado mayor calidad de investigación, se asume que una mayor asignación presupuestaria a la I+D+I permite a los institutos de investigación contar con profesionales mejor formados, y mayores facilidades de espacio y equipamiento para el desarrollo de la investigación. El análisis de la asignación de un mayor porcentaje de PIBA a la investigación en el caso de Brasil y México así lo sugieren. En países tales como Panamá, Costa Rica, y República Dominicana recientemente se ha logrado mejorar la calidad de la investigación mediante un incremento en la inversión estatal, lo cual se refleja en mayor cantidad de publicaciones. En términos generales se reconoce además que las limitaciones en inversión comprometen la I+D+I, dando como resultado que los productores no perciban los beneficios de las investigaciones, lo cual redunda en una menor adopción de las innovaciones, con el consiguiente impacto negativo sobre el desarrollo del sector agropecuario (World Bank 2015).

Para lograr el desarrollo de nuevas tecnologías también es necesaria la formación de investigadores, ya que la especialización de los investigadores es un factor que contribuye al crecimiento y al desarrollo; por lo cual es conveniente abrir oportunidades de acceso a los estudios de posgrado y realizar ajustes en los programas de estudios. En ese sentido, los países de las subregiones región Andina y el Cono Sur han establecido o están en proceso de establecer mecanismos que les permitan abordar las limitantes de investigadores. Por citar un ejemplo, la Universidad de la República Oriental de Uruguay ofrece un programa de doctorado en agricultura y ciencias veterinarias con nueve programas de maestría y de doctorado (CAP 2018), lo cual abre oportunidades para el mejoramiento del nivel académico de los profesionales sin tener que salir del país, evitando así la fuga potencial de profesionales.

En aquellos casos donde la I+D+I es promovida por las universidades públicas como en Argentina y Uruguay, se observa la presencia de mayor número de ideas innovadoras de investigación y el desarrollo de tecnología agropecuaria en vínculo estrecho con los INIA.

Conviene destacar el papel de la transferencia tecnológica, actividad que en el Cono Sur es desarrollada, por ejemplo, por los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA), que está conformado por productores, asesores técnicos y empresas quienes se reúnen constantemente para intercambiar ideas, experiencias y conocimientos con la finalidad de fomentar el desarrollo tecnológico. Estas asociaciones civiles sin fines de lucro integradas y dirigidas por empresarios agropecuarios permiten que las innovaciones sean fácilmente implementadas en el campo. Además, en Argentina y Uruguay mediante los CREA se logra parte del intercambio de experiencias entre productores, técnicos e investigadores.

En la subregión de Centroamérica y Caribe el desarrollo y la adopción de nuevas prácticas está muy por debajo del nivel logrado por las otras regiones, lo cual en el análisis de los indicadores de la investigación (No. de publicaciones e inversión en investigación). Por lo tanto, el reto más importante consiste en vincular la producción con el desarrollo agropecuario, con la finalidad de lograr acuerdos comerciales y convenios de cooperación, ya que se ha demostrado que la innovación ocurre en un ecosistema donde los negocios, regulaciones y normas sociales promueven la conectividad, creatividad, emprendimiento, colaboración y la adopción de las últimas tecnologías para generar nuevas ideas y desarrollar nuevos productos y modelos de negocios (World Economic Forum 2017).

7 RECOMENDACIONES

Para un análisis de la información en un próximo trabajo sobre fortalezas, debilidades, sinergias y divergencias, se recomienda que la categoría tecnologías de producción debería ser separada en mayor número de subcategorías tales como nutrición y alimentación animal, manejo del hato, salud animal y genética y genómica vegetal y animal.

Se recomienda profundizar en los análisis sobre sinergias y divergencias diseñando un instrumento que permita recolectar información de una manera fluida y representativa de las relaciones de los INIA con universidades, instituciones internacionales y participación en redes.

8 BIBLIOGRAFÍA

AGROSAVIA. 2018. Investigación e innovaciones agropecuarias en Colombia (En línea). Colombia, Consultado 12 de Jul 2018 Disponible en http://www.corpoica.org.co/agrosavia

ASTI (Agricultural Science and Technology Indicators). 2018. Indicadores de ciencia y tecnología agropecuaria: Datos y análisis de libre acceso sobre inversión y capacidad de investigación agropecuaria en países de bajo y mediano ingreso (Base de datos en línea). International Food Policy Research Institute (ed.). Washington, DC, , Consultado 30 Jul 2018 Disponible en https://www.asti.cgiar.org/

Banco Mundial. 2018. Indicadores de desarrollo: valor porcentual del PIB agropecuario en América Latina y el Caribe (Base de datos). Washington, DC., Estados Unidos, Consultado 20 Sep 2018 Disponible en http://databank.bancomundial.org/data/home.aspx

Bégué, A; Arvor, D; Bellon, B; Betbeder, J; De Abelleyra, D; PD Ferraz, R; Lebourgeois, V; Lelong, C; Simões, M; R Verón, S. 2018. Remote sensing and cropping practices: A review. Remote Sensing 10(1):99.

CAP (Comisión académica de post-grado). 2018. Programas de estudio superior en Uruguay (En línea). Montevideo, Uruguay, Disponible en http://www.universidad.edu.uy/

CIPAV. 2018. Investigación e innovación agropecuaria en Colombia (En línea). Colombia, Consultado 16 de Jul 2018 Disponible en www.cipav.org.co

Clarivate Analytics. 2018. Publicaciones científicas sobre ganadería, cultivos y sistemas silvopastoriles en Web of Sciencie para el período 2010-2018 (Base de datos en línea). Pensilvania, Estados Unidos, Consultado 25 Oct 2018 Disponible en https://clarivate.com/products/web-of-science/

de Oliveira Silva, FM; Lichtenstein, G; Alseekh, S; Rosado-Souza, L; Conte, M; Suguiyama, VF; Lira, BS; Fanourakis, D; Usadel, B; Bhering, LL. 2018. The genetic architecture of photosynthesis and plant growth-related traits in tomato. Plant, cell & environment 41(2):327-341.

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2018. Base de datos de investigación agropecuaria en Honduras (En línea). Honduras. Disponible en http://dicta.gob.hn/

Durand, JL; Delusca, K; Boote, K; Lizaso, J; Manderscheid, R; Weigel, HJ; Ruane, AC; Rosenzweig, C; Jones, J; Ahuja, L; Anapalli, S; Basso, B; Baron, C; Bertuzzi, P; Biernath, C; Deryng, D; Ewert, F; Gaiser, T; Gayler, S; Heinlein, F; Kersebaum, KC; Kim, SH; Muller, C; Nendel, C; Olioso, A; Priesack, E; Villegas, JR; Ripoche, D; Rottert, RP; Seidel, SI; Srivastava, A; Tao, FL; Timlin, D; Twine, T; Wang, EL; Webber, H; Zhao, ZG. 2018. How accurately do maize crop models simulate the interactions of atmospheric CO2 concentration levels with limited water supply on water use and yield? European journal of agronomy 100:67-75.

FAO. 2017. El futuro de la alimentación y la agricultura: Tendencias y desafíos (En línea). Roma, Italia. Disponible en http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf

FAO. 2018. AGROVOC tesauro multilingüe de agricultura (En línea). Roma, Italia, Consultado 27 Sep 2018 Disponible en http://aims.fao.org/es/agrovoc

FONTAGRO. 2018. Países miembros de la red FONTAGRO en América Latina y el Caribe (Página Web en línea).Washington DC, Estados Unidos, Consultado 12 de Ago 2018 Disponible en https://www.fontagro.org

George, TS; Giles, CD; Menezes-Blackburn, D; Condron, LM; Gama-Rodrigues, AC; Jaisi, D; Lang, F; Neal, AL; Stutter, MI; Almeida, DS. 2018. Organic phosphorus in the terrestrial environment: a perspective on the state of the art and future priorities. Plant and soil 427(1-2):191-208.

Griesmann, M; Chang, Y; Liu, X; Song, Y; Haberer, G; Crook, MB; Billault-Penneteau, B; Lauressergues, D; Keller, J; Imanishi, L. 2018. Phylogenomics reveals multiple losses of nitrogen-fixing root nodule symbiosis. Science 361(6398):eaat1743.

IDIAF. 2018. Investigación e innovación agropecuaria en República Dominicana (En línea). República Dominicana, Consultado 25 de Jul 2018 Disponible en www.idiaf.gov.do/

IDIAP. 2018. Investigación e innovación agropecuaria en Panamá (En línea). Ciudad de Panamá, Panamá, Consultado 04 de Jul 2018 Disponible en www.idiap.gob.pa/

INIA. 2018a. Innovaciones agropecuarias en Chile (página web). Ministerio de Agricultura de Chile (ed.). Santiago de Chile, Chile, Disponible en www.inia.cl

INIA. 2018b. Investigación e innovación agropecuaria en Uruguay (En línea). Montevideo, Uruguay, Consultado 18 Jun 2018 Disponible en www.inia.uy/

INIA. 2018c. Investigación e innovación agropecuaria en Venezuela (En línea). Caracas, Venezuela, Consultado 2 de Ago 2018 Disponible en www.inia.gob.ve/

INIA. 2018d. Investigación e innovación agropecuaria en Perú (En línea). Perú, Consultado 27 de jun 2018 Disponible en www.inia.gob.pe/

INIAF. 2018. Investigaciones en la producción ganadera de Bolivia (Página Web). La Paz, Bolivia, Consultado 15 de Jun 2018 Disponible en www.iniaf.gob.bo

INIAP. 2018. Investigación e innovación agropecuaria en Ecuador (En línea). Ecuador, Consultado 5 de Jul 2018 Disponible en www.iniap.gob.ec/

INTA. 2018a. Investigaciones en la producción ganadera de Argentina (Página web). Argentina, Consultado 24 de May 2018 Disponible en https://inta.gob.ar/

INTA. 2018b. Investigación e innovación agropecuaria en Costa Rica (En línea). San José, Costa Rica, Consultado 20 de Jul 2018 Disponible en www.inta.go.cr/

IPTA. 2018. Investigación e innovaciones agropecuarias en Paraguay (En línea). San Lorenzo, Paraguay, Disponible en www.ipta.gov.py

Okamura, LH; Cordero, P; Palomino, J; Parraguez, VH; Torres, CG; Peralta, OA. 2018. Myogenic Differentiation Potential of Mesenchymal Stem Cells Derived from Fetal Bovine Bone Marrow. Animal Biotechnology 29(1):1-11.

Ochoa, JC; Penagaricano, F; Baez, GM; Melo, LF; Motta, JCL; Garcia-Guerra, A; Meidan, R; Ferreira, JCP; Sartori, R; Wiltbank, MC. 2018. Mechanisms for rescue of corpus luteum during pregnancy: gene expression in bovine corpus luteum following intrauterine pulses of prostaglandins E-1 and F-2 alpha. Biology of Reproduction 98(4):465-479.

Organización Mundial del Trabajo, O. 2018. Regiones de América Latina y el Caribe para la organización internacional del trabajo (Página Web en línea). Ginebra, Suiza, Consultado 30 de Sep 2018 Disponible en http://libguides.ilo.org/PueblosIndigenasALC/Paises/Regiones

Pellegrini, P; Fernández, RJ. 2018. Crop intensification, land use, and on-farm energy-use efficiency during the worldwide spread of the green revolution. Proceedings of the National Academy of Sciences 115(10):2335-2340.

Rivera-Paez, FA; Labruna, MB; Martins, TF; Perez, JE; Castano-Villa, GJ; Ossa-Lopez, PA; Gil, CA; Sampieri, BR; Aricapa-Giraldo, HJ; Camargo-Mathias, MI. 2018. Contributions to the knowledge of hard ticks (Acari: Ixodidae) in Colombia. Ticks and Tick-Borne Diseases 9(1):57-66.

Seshadri, R; Leahy, SC; Attwood, GT; Teh, KH; Lambie, SC; Cookson, AL; Eloe-Fadrosh, EA; Pavlopoulos, GA; Hadjithomas, M; Varghese, NJ; Paez-Espino, D; Perry, R; Henderson, G; Creevey, CJ; Terrapon, N; Lapebie, P; Drula, E; Lombard, V; Rubin, E; Kyrpides, NC; Henrissat, B; Woyke, T; Ivanova, NN; Kelly, WJ; Palevich, N; Janssen, PH; Ronimus, RS; Noel, S; Soni, P; Reilly, K; Atherly, T; Ziemer, C; Wright, AD; Ishaq, S; Cotta, M; Thompson, S; Crosley, K; McKain, N; Wallace, RJ; Flint, HJ; Martin, JC; Forster, RJ; Gruninger, RJ; McAllister, T; Gilbert, R; Ouwerkerk, D; Klieve, A; Al Jassim, R; Denman, S; McSweeney, C; Rosewarne, C; Koike, S; Kobayashi, Y; Mitsumori, M; Shinkai, T; Cravero, S; Cucchi, MC; Hungate Project, C. 2018. Cultivation and sequencing of rumen microbiome members from the Hungate1000 Collection. Nature biotechnology 36(4):359-367.

Stands, G-J; Beintema, N; Pérez, S; Flaherty, K; Falconi, C. 2016. Investigación Agropecuaria en Latinoamérica y el Caribe: Un análisis de las instituciones, la inversión y las capacidades entre países. ASTI; BID (eds.). Washington, DC, Estados Unidos. 32 p.

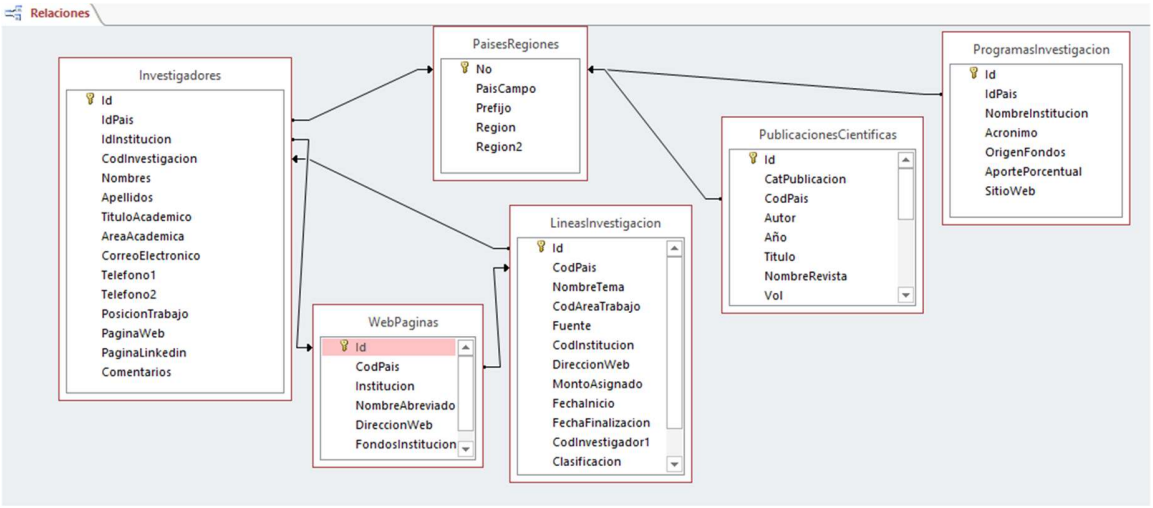
UNESCO. 2015. UNESCO Sciencie report: Towards 2030. Luxemburgo. 794 p. Disponible en http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002354/235406e.pdf

World Economic Forum. 2017. The Global Competitiveness Report (En línea). Schwab, K; Sala-i-Martín, X; Samans, R (eds.). Ginebra, Suiza, Disponible en http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/

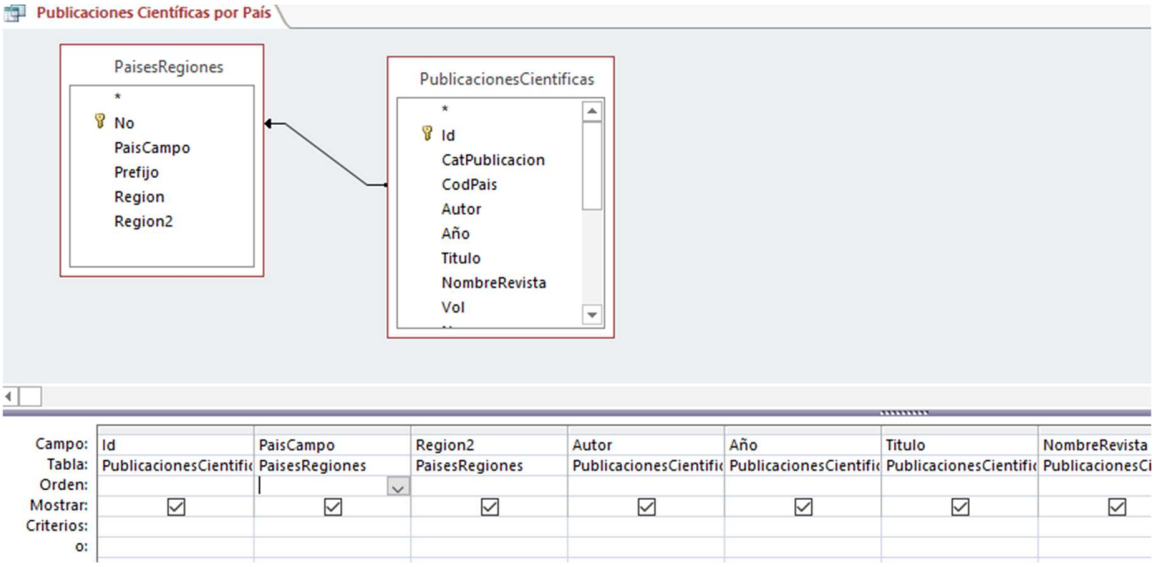
World Bank. 2015. Shared prosperity and poverty eradication in Latin America and the Caribbean. Cord, L; Genoni, ME; Rodríguez-Castelán, C (eds.). Washington, DC, World Bank Publications. 326 p.

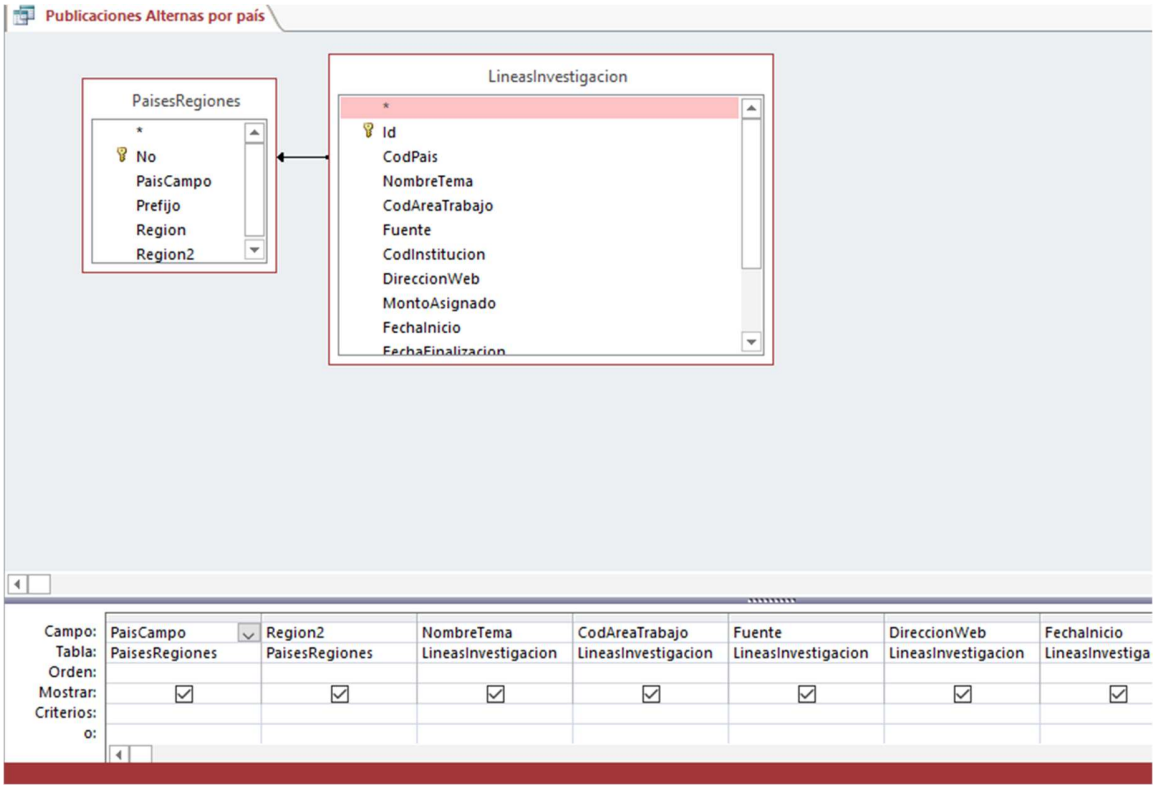
9 ANEXOS

La estructura de la base de datos está compuesta de las siguientes relaciones entre las tablas.

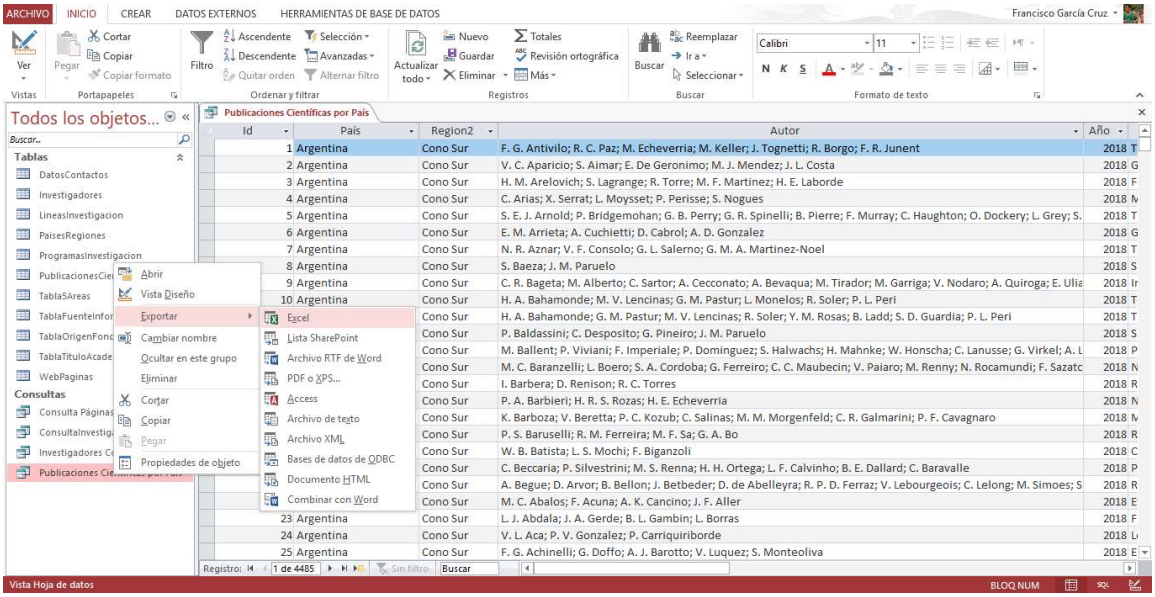


Las publicaciones las alternas se encuentran relacionadas por los campos No y CodPais tal como se muestra a continuación.





Por lo que para exportarlo, se debe hacer clic en la pestaña consultas y luego en exportar al formato deseado, tal como se muestra a continuación.



BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 1
Agenda Regional de Investigación y Desarrollo

Actividad 1.3

Talleres con instituciones y actores clave de la región para desarrollar una agenda de investigación coordinada, planificar la implementación y revisar el progreso

Producto **3**

Una agenda regional coordinada para la investigación y el desarrollo de sistemas ganaderos intensivos sostenibles en el contexto del cambio climático y un plan de implementación

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Preparado por

Unidad de Ganadería Ambiental
-GAMMA-
Preparado por

Francisco Casasola
Danilo Pezo
Claudia J. Sepúlveda L.

Costa Rica, marzo 2019

Siglas y acrónimos

AACREA	Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola
ACV	Análisis de ciclo de vida
ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Ca	Calcio
CC	Cambio climático
CH_4	Metano
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CO_2	Dióxido de carbono
$CO_{2\,eq}$	Dióxido de carbono equivalente
CNPL	Cámara Nacional de Productores de Leche de Costa Rica
Corfoga	Corporación de Fomento Ganadero de Costa Rica
COS	Carbono orgánico en el suelo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Fecalac	Federación Centroamericana del Sector Lácteo
Fecescabo	Federación Centroamericana del Sector Cárnico Bovino
Fontagro	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
Fedegan	Federación Colombiana de Ganaderos
FUCREA	Fundación Uruguaya de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola
Gebv	Valores genómicos de mejoramiento
GEI	Gases de efecto invernadero
GHG	Greenhouse gases
Gra	Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero en el Sector Agropecuario
ha	Hectárea
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático, por su sigla en inglés
ISG	Intensificación sostenible de la ganadería
LAC	Latinoamérica y el Caribe
MIP	Ministerio de Industrias Primarias, Nueva Zelanda
MIR	Espectrofotómetro del infrarrojo
N	Nitrógeno
N_2O	Óxido nitroso
Nama	Acciones nacionalmente apropiadas de mitigación ante el cambio climático
NH_3	Amoniaco

P	Fósforo
PME	Emisión de metano propuesta, por su sigla en inglés
RFI	Ingesta de alimento residual, por su sigla en inglés
SLI	Sustainable livestock intensification
USD	Dólares estadounidenses

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 6
EXECUTIVE SUMMARY 10
1 ANTECEDENTES 13
2 OBJETIVOS 14
2.1 Objetivo general 14
2.1.1 Objetivos específicos 14
3 METODOLOGÍA DE TRABAJO 14
4 EJES TEMÁTICOS Y TEMAS DE INVESTIGACIÓN GENERALES 17
4.1 Genética y genómica animal 17
4.1.1 Genética 17
4.1.3 Genómica 19
4.1.4 Temas de investigación 20
4.2 Nutrición y alimentación animal 21
4.2.1 Manejo de sistemas pastoriles y silvopastoriles para ofrecer alimentos de mayor calidad a los animales 21
4.2.2 Uso de residuos de cultivo 22
4.2.3 Uso de forrajes conservados 22
4.2.4 Inclusión de concentrado en la dieta 22
4.2.5 Nutrición de precisión 22
4.2.6 Manipulación de la fermentación ruminal 23
4.2.6 Temas de investigación 23
4.3 Manejo y salud animal 24
4.3.1 Descarte de animales con baja productividad en el hato 25
4.3.2 Salud animal 25
4.3.3 Instalaciones para el manejo de los animales 25
4.3.4 Prácticas de manejo de los hatos 26
4.3.5 Temas de investigación 26
4.4 Eficiencia productiva, económica y ambiental 27
4.4.1 Temas de investigación 28
4.5 Manejo recursos naturales y ambiente 28
4.5.1 Servicios ecosistémicos 28
4.5.1.1 El recurso suelo 28
4.5.1.2 El recurso hídrico 28
4.5.1.3 La biodiversidad 29
4.5.1.4 Emisión de gases de efecto de invernadero (GEI) y almacenamiento y fijación de carbono 29
4.5.2 Manejo de excretas y residuos vegetales 30

4.5.3 Temas de investigación 31
4.6 Cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado 31
4.6.1 Efectos del cambio climático sobre la producción ganadera 31
4.6.2 Temas de investigación 32
4.7 Condiciones Habilitadoras para Alcanzar la Intensificación Sostenible 32
4.7.1 Marco de políticas y acuerdos comerciales 32
4.7.2 Acuerdos y condiciones intrínsecas de los actores que componen las cadenas de valor ganaderas 33
4.7.2.1 Acuerdos entre actores 33
4.7.2.2 Condiciones intrínsecas de los actores involucrados en las cadenas de valor 33
4.7.3 Mecanismos de incentivos 34
4.7.4 Desarrollo, innovación y transferencia de tecnología 35
4.7.5 Características deseables de los productos y su relación con los mercados 35
4.7.6 Temas de investigación 36
6 AGENDA DE INVESTIGACION PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 36
7 PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA EN ALC. 47
8 CONCLUSIONES 47
9 REFERENCIAS 49
9 ANEXOS 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Condiciones habilitadoras necesarias para alcanzar la intensificación sostenible de la ganadería. Fuente: Elaboración propia. 32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Agenda de Investigación para la Intensificación Sostenible del Sector Primario de la Ganadería en diferentes subregiones de ALC. 38

Agenda de investigación para la intensificación sostenible de la ganadería en América Latina y el Caribe

Resumen ejecutivo

La demanda total mundial de alimentos de origen animal aumentará en un 70% entre 2000 y 2050 debido al aumento de su consumo per cápita y al crecimiento de la población (FAO 2017). América Latina y el Caribe (ALC) constituyen una región importante para responder a estas demandas futuras de alimentos debido a su riqueza de recursos naturales, disponibilidad de tierras, potencial para desarrollar e implementar innovaciones en el sector ganadero, presencia de profesionales capacitados y condiciones habilitadoras apropiadas para promover la intensificación sostenible de la ganadería (ISG). Sin embargo, el desafío para la región está en cómo responder a dicho aumento en la demanda mejorando la producción, incrementando la rentabilidad de los sistemas de producción ganaderos, ofreciendo productos a precios competitivos, utilizando los recursos disponibles en las fincas, incrementando la seguridad alimentaria de las familias que dependen de la ganadería, generando empleo a lo largo de las cadenas productivas y minimizando los impactos ambientales, en particular la pérdida de cobertura arbórea y el incremento en las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI).

Con esta finalidad, el Banco Mundial, el Ministerio de Industrias Primarias de Nueva Zelanda, la Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero (GRA), el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro) y la Plataforma Latinoamericana y del Caribe para la Intensificación Sostenible de la Producción Ganadera (implementada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), han venido trabajando en el desarrollo de una agenda regional de investigación para la intensificación sostenible de la ganadería en el sector primario coordinada y colaborativa que permita optimizar el uso de los recursos existentes y superar los cuellos de botella que impiden avanzar hacia la intensificación sostenible. La agenda tiene como objetivo promover el desarrollo de la investigación aplicada para la generación de nuevos conocimientos y de herramientas que faciliten una mejor comprensión y abordaje de los problemas de la ganadería tradicional y el cambio de paradigma hacia un nuevo enfoque que conduzca hacia la intensificación de la actividad con menores emisiones por unidad de producto.

La agenda propone siete ejes temáticos de investigación que contribuirán a lograr la ISG en los sistemas productivos presentes en distintas regiones geográficas y climáticas en ALC. A continuación, se describen brevemente cada uno y se sugieren temas de investigación que han sido discutidos y priorizados con expertos en el sector primario de los sistemas de producción ganaderos de la región de ALC. Se espera que posteriormente se implementen en cada una de las subregiones de ALC para lograr la ISG.

Los temas de investigación seleccionados en el eje temático **Genética y genómica animal** podrían contribuir a evaluar los cruces de ganado criollo o cebuino con razas de zonas élite para mejorar el desempeño actual en aspectos relacionados a la tolerancia del estrés calórico, al incremento del desempeño productivo y reproductivo de los animales, al incremento en la resistencia a plagas y

enfermedades, así como a la selección de animales que presenten menores emisiones de GEI por cantidad de alimento consumido.

Los temas de investigación seleccionados en el eje temático **Nutrición y alimentación animal** proponen evaluar: i) en la inclusión de las dietas de los animales, diferentes fuentes alimenticias y compuestos químicos y orgánicos para mejorar la producción por animal; reducir la huella de carbono de los productos; incrementar la resiliencia de los sistemas productivos ante el cambio climático y proveer seguridad alimentaria y nutricional a los productores y sus familias. ii) La manipulación del ecosistema ruminal mediante inhibidores de la metanogénesis como los antibióticos, el uso de aditivos como grasas y aceites o compuestos químicos sintéticos, compuestos naturales como las saponinas y los taninos, y las vacunas y su efecto sobre las emisiones de GEI. De acuerdo a los expertos en nutrición y alimentación y en microbiología ruminal, no solo es importante evaluar el efecto del uso de las alternativas anteriores sobre la reducción del metano entérico, sino también sobre la salud humana y animal, su efecto sobre la productividad y las propiedades de la carne y la leche, así como evaluar los costos de utilización de las tecnologías a implementar.

Los temas de investigación seleccionados en el eje **Manejo y salud animal** proponen evaluar el desempeño de indicadores productivos, reproductivos y ambientales de los animales para descartar aquellos animales cuya producción es baja o su comportamiento reproductivo es deficiente, así como en la evaluación de las enfermedades venéreas en animales reproductores que afectan el comportamiento reproductivo del hato y la evaluación de enfermedades metabólicas como la mastitis subclínica en hatos lecheros y la retención de placenta.

Los temas de investigación seleccionados en el eje sobre **Eficiencia productiva, económica y ambiental** de los sistemas de producción ganaderos de agricultura familiar y comercial presentes en ALC se orientarán a evaluar de forma holística el efecto de las mejoras genéticas del hato, las ofertas alimenticias, las prácticas de manejo del hato y el mejoramiento de los parámetros reproductivos sobre la productividad de carne y leche, la rentabilidad, las emisiones de GEI, y la resiliencia de los sistemas de producción ganaderos ante el cambio climático. También se espera desarrollar y evaluar modelos de simulación que permitan modelar escenarios que ayuden a tomadores de decisiones a fomentar modelos de producción ganaderos familiares que contribuyan a reducir la pobreza, a alcanzar la seguridad alimentaria y a colocar excedentes en los mercados y sistemas de producción ganaderos comerciales que contribuyan con la ISG en ALC y a mejorar su competitividad.

Los temas seleccionados en el eje **Manejo de recursos naturales y ambiente** se orientan a la evaluación de metodologías y a la generación de protocolos estandarizados y reconocidos para evaluar la fijación y el almacenamiento de carbono, nutrientes como el nitrógeno, fósforo y el calcio; emisiones de GEI; la determinación de nitrógeno, fósforo y carbono en aguas residuales provenientes de diferentes sistemas ganaderos; el reciclaje de nutrientes y la utilización de energía proveniente de los subproductos de la actividad ganadera; la acumulación de carbono y la inhibición biológica del nitrógeno; la evaluación de la calidad, disponibilidad del agua y su huella; la biodiversidad, la huella de carbono y la fijación de carbono atribuibles a los usos de la tierra y la relación existente en los paisajes ganaderos y la salud y competitividad de los ecosistemas, y la evaluación del efecto de la recolección, almacenamiento y la aplicación de las heces y la orina del ganado sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación de fuentes de agua superficiales y subterráneas, y el aprovechamiento de la energía y los nutrientes que contienen los purines y los residuos vegetales.

El tema reciclaje eficiente de nutrientes no solo es importante desde el punto de vista ambiental, sino también desde la óptica de la economía del sistema.

Los temas seleccionados en el eje sobre **Cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado** permitirán evaluar el efecto del cambio climático sobre el estrés calórico, el desempeño productivo y reproductivo de los animales, así como el efecto del cambio climático sobre las poblaciones de microrganismos, parásitos y plagas existentes en diferentes sistemas de producción ganaderos.

Los temas seleccionados en el eje **Condiciones habilitadoras necesarias para la intensificación sostenible de la ganadería**, permitirán evaluar el marco normativo y las políticas existentes en los países que pueden favorecer la ISG , el efecto de los incentivos financieros sobre la adopción de prácticas forrajeras que conlleven al incremento de la producción y a la reducción de emisiones de GEI, el efecto de los sistemas de pago basados en la clasificación de canales sobre la calidad de la carne e investigar el efecto de los productos con trazabilidad, inocuidad, empaque, etiquetado, sellos y certificaciones sobre las preferencias y gustos de los consumidores y el acceso a los mercados.

Una vez consensuados y priorizados los ejes y los temas de investigación propuestos para cada una de las subregiones, se determinó que en la subregión de **Centroamérica y el Caribe** es prioritario investigar sobre alimentación y nutrición de los animales y, dentro de este eje, se apunta al tema de la renovación y recuperación de los sistemas pastoriles y sistemas silvopastoriles, para contar con una mayor disponibilidad y calidad de los forrajes que les permita a los ganaderos incrementar su resiliencia ante el cambio climático. Es prioritario investigar la genética de los animales y como esta podría contribuir a mejorar la salud y los parámetros productivos y reproductivos de los mismos.

En la subregión **Andina**, el principal objetivo de la agenda de investigación es proveer seguridad alimentaria a las familias campesinas y reducir las amenazas relacionadas a las variaciones del clima y el cambio climático. Por lo tanto, la nutrición y alimentación de los animales y el manejo de pasturas son fundamentales para mejorar la disponibilidad y calidad de forrajes durante todo el año, así como balancear dietas con concentrados y subproductos de las agroindustrias.

En la subregión del **Cono Sur** el objetivo principal de la agenda de investigación es incrementar la productividad de los sistemas de producción actuales. Para ello es necesario mejorar el manejo actual de los pastos naturales y mejorados presentes en los sistemas de producción ganaderos y los parámetros reproductivos de los sistemas ganaderos de cría, aunque ya existe productores que manejan apropiadamente sus pasturas, la alimentación y los animales, se debe seguir trabajando con aquellos productores que aún desarrollan ganadería extensiva.

En las tres subregiones, aunque existen unas pocas evaluaciones holísticas de los sistemas de producción ganaderos en diversas condiciones agroecológicas y socioeconómicas, se requiere seguir investigando sobre la mayoría de temas propuestos en la agenda y no basta solamente con desarrollar algunos de los temas propuestos de manera aislada. Es fundamental tener en las fincas el apropiado material genético, una adecuada nutrición y alimentación, apropiado manejo animal, una evaluación de los indicadores de desempeño biofísico, económico y ambiental, generar servicios ecosistémicos saludables, reutilizar la energía y nutrientes existente en los sistemas productivos como base para la conservación de los recursos naturales y mediante la adopción de buenas prácticas ganaderas llegar a contar con sistemas de producción más resilientes ante la variabilidad y el cambio climático. Para

lograr la ISG será determinante que existan condiciones habilitadoras que permitan el desarrollo del sector primario de las cadenas de valor ganaderas.

Finalmente, se planea aprovechar la Reunión anual de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal a realizarse en Colombia en octubre de 2020 para desarrollar el plan de implementación de esta agenda de investigación propuesta en este documento.

EXECUTIVE SUMMARY

The total worldwide demand for animal products will increase by 70% between 2000 and 2050 as a result of growth in population and the increase in per capita consumption. Latin America and the Caribbean (LAC) are key regions in responding to future food demands due to their wealth of natural resources, land availability, potential to develop and implement innovations with trained professionals in the livestock sector and enabling appropriate conditions in order to promote Sustainable Livestock Intensification (SLI) in LAC. However, the challenge for the region, is to respond to this increasing demand by improving livestock production, increasing livestock production systems profitability, offer products at competitive prices, using available farms products, increase food security in families depending on livestock, generating employment along productive chains and minimize environmental impacts with emphasis on the net emissions of Greenhouse Gases (GHG).

For this reason, the World Bank, the Ministry of Primary Industries of New Zealand, the Global Alliance for Research on Greenhouse Gases (GRA), the Regional Fund for the Promotion of Agricultural Technologies (FONTAGRO) and the Platform for Sustainable Intensification of Livestock Production implemented by the Tropical Agricultural Research and Higher Education Centre (CATIE) have been working on development a common and coordinated regional research agenda to allow through the appropriate use of the existing resources to eliminate bottlenecks already halting progress towards the SLI in LAC. The aim of the agenda is to promote the development of applied research looking for to generate new knowledge and tools that facilitate a better understanding and approach of traditional livestock problems and the shift the paradigm towards a new approach that leads to livestock intensification with lower GHE emissions per unit of product.

The agenda proposes seven thematic axes of research that will contribute to achieving the ISG in actual productive systems in different geographic and climatic regions in LAC. Below, each one is briefly described and suggested research topics that have been discussed and prioritized with experts in the primary sector of livestock production systems in LAC region. It is expected that in year to come the research themes will be implemented to achieve the ISG in each LAC sub-regions.

The research topics selected in the thematic axis Genetics and animal genomics could contribute to evaluate the genetic crosses of Creole or Cebuino cattle with races of elite zones to improve heat-stress tolerance in livestock current performance, to increase in the animals, the performance in production and reproduction, to the increase the resistance to plagues and diseases, as well as to select animals with lower GHG emissions by amount of food consumed.

The research topics selected in the thematic axis Nutrition and animal feed propose to evaluate: i) to add for the animal diets, different food sources and chemical and organic compounds to improve production per animal; to reduce the carbon footprint of the products; increase the resilience of productive systems in the face of climate change and provide food and nutrition security to producers and their families. ii) The manipulation of the ruminal ecosystem by inhibitors of methanogenesis such as antibiotics, the use of additives such as fats and oils or synthetic chemical compounds, natural compounds such as saponins and tannins, and vaccines and their effect on GHG emissions. According to experts in nutrition and food and ruminal microbiology, it is not only important to evaluate the effect of in using the above alternatives on enteric methane reduction, but, also on human and animal health, its effect on productivity and properties of meat and milk, as well as evaluating the costs of using the technologies to be implemented.

The research topics selected in the axis Management and animal health propose to evaluate the performance of productive, reproductive and environmental indicators of animals to rule out those animals whose production is low or their reproductive behavior is deficient, as well as in the evaluation of venereal diseases in reproductive animals that affect the reproductive behavior of the herd and the evaluation of metabolic diseases such as subclinical mastitis in dairy herds and retention of placenta.

The research topics selected in the axis on Productive, economic and environmental efficiency of livestock production systems of family and commercial agriculture present in LAC will be oriented to holistically evaluate the effect in the herd genetic improvements, feed supplies', herd management practices and the improvement of reproductive parameters on meat and milk productivity, profitability, GHG emissions, and the resilience of livestock production systems in the face of climate change. It is also expected to develop and evaluate simulation models that allow modelling scenarios to help decision makers to promote family livestock production models that contribute to reducing poverty, achieving food security and placing surpluses in markets and commercial livestock production systems contributing to ISG in LAC and improving its competitiveness.

The topics selected in the axis Management of Natural Resources and Environment are oriented to evaluate methodologies and to generate standardized and recognized protocols to evaluate the fixation and storage of carbon, nutrients such as nitrogen, phosphorus and calcium; GHG emissions; the determine cpncentrations of nitrogen, phosphorus and carbon in wastewater from different livestock systems; the recycling of nutrients and the use of energy from the by-products of livestock activity; the accumulation of carbon and the biological inhibition of nitrogen; the evaluation of the quality, availability of water and its footprint; biodiversity, carbon footprint and carbon fixation attributable to land uses and the existing relationship in livestock landscapes and the health and competitiveness of ecosystems, and the evaluation of the effect of the collection, storage and application of the faeces and the urine of the cattle on the greenhouse gas emissions, the contamination of superficial and subterranean water sources, and the use of the energy and the nutrients that contain the purines and vegetal residues. The issue of efficient nutrient recycling is not only important from the environmental point of view, but also from the perspective of the economy of the system.

The topics selected in the axis on Climate Change and its impact on livestock production will allow to assess the effect of climate change on heat stress, the productive and reproductive performance of animals, as well as the effect of climate change on the populations of microorganisms , parasites and pests living in different livestock production systems.

The topics selected in the Enabling conditions necessary for the sustainable intensification of livestock, will allow to assess the regulatory framework and existing policies in countries that may favour the ISG, the effect of financial incentives on the adoption of forage practices that lead to increase in production and reduction of GHG emissions, the effect of payment systems based on the classification on the quality of meat at channels levels and investigate the effect of products with traceability, safety, packaging, labelling, seals and certifications about the preferences and tastes of consumers and access to markets.

Once the research themes and axes themes proposed for each of the subregion have been agreed and prioritized, it was determined that in the subregion of Central America and the Caribbean, research on animal feeding and nutrition was identified as a priority and, within this axis, it is suggested to the issue of the renewal and recovery of pastoral systems and silvopastoral systems, to have a greater availability and quality of fodder that allows farmers to increase their resilience to climate change. It

is a priority to investigate the genetics of animals and how this could contribute to improve health and their productive and reproductive parameters.

In the Andean subregion, the main objective of the research agenda is to provide food security to peasant families and reduce threats related to climate variations and climate change. Therefore, the nutrition and feeding of the animals and the management of pastures are fundamental to improve the availability and quality of forages throughout the year, as well as to balance diets with concentrates and by products of agro-industries.

In the Southern Cone subregion, the main objective of the research agenda is to increase the productivity of present-day production systems. For this, it is necessary to improve the actual management of natural and improved pastures present in livestock production systems and the reproductive parameters of livestock breeding systems, although there are already producers who properly manage their pastures, feed and animals, should be continue working with those producers that still develop extensive livestock.

In the three subregions, although there are a few holistic evaluations of livestock production systems in diverse agro-ecological and socioeconomic conditions, it is necessary to continue researching most of the topics proposed in the agenda and it is not enough to develop some of the proposed topics isolated. It is fundamental to have the appropriate genetic material on the farms, adequate nutrition and feeding, appropriate management of animals, an evaluation of biophysical, economic and environmental performance indicators, generate healthy ecosystem services, reuse the energy and nutrients existing in the productive systems as base for the conservation of natural resources and through the adoption of good livestock practices to get to have production systems more resilient to the climatic variability and climate change. Therefore, enabling conditions for the development of the primary sector of livestock value chains will be crucial to achieving ISG.

Finally, it is planned to take advantage of the annual meeting of the Latin American Association of Animal Production to be held in Colombia in October, 2020 to develop the implementation plan for this research agenda proposed here.

1 ANTECEDENTES

En los años 80s en América Central (Szott 2000) y entre 1996 al 2005 en la región Amazónica (Nepstad *et al*. 2009; Ibrahim *et al.* 2010) se presentaron fuertes procesos de deforestación para dar paso a sistemas ganaderos que satisfacieran la demanda de leche y carne. Dicha deforestación también ha sido responsable de la fragmentación de los bosques en los paisajes agropecuarios y de la pérdida de funciones ecológicas, entre ellas la conservación de la flora y la fauna, la conservación del suelo, la regulación hidrológica y la captura de carbono (Harvey *et al.* 2005). La adopción de los modelos de producción ganaderos tradicionales resultó insostenible y conllevó a la degradación de pasturas y del ambiente (Szott, 2000; Dias-Filho 2007). Por otro lado, la variabilidad climática y el cambio climático actualmente representan una amenaza importante para el sector ganadero. A los retos anteriores se suma la globalización, que exige que los sistemas productivos de América Latina y el Caribe (ALC) tengan que ser cada vez más competitivos.

FAO (2017) estima que para el año 2050 la demanda mundial de alimentos de origen animal aumentará en un 70% debido al crecimiento de la población, al poder adquisitivo de algunas poblaciones y al aumento del consumo per cápita. En ese contexto se considera que ALC es una región fundamental para responder a las demandas futuras debido a su riqueza de recursos naturales, disponibilidad de tierras, potencial para desarrollar e implementar innovaciones en el sector ganadero, y la existencia de profesionales capacitados y de marcos institucionales sólidos. Sin embargo, el desafío para la región es responder a estas expectativas mejorando la productividad ganadera, ofreciendo productos a precios competitivos y minimizando los impactos ambientales, en particular las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI).

Lo anterior requerirá que el sector ganadero cambie el paradigma de producción actual o tradicional hacia uno más eficiente y competitivo, capaz de alcanzar la intensificación sostenible, especialmente en áreas con condiciones adecuadas para la producción ganadera. Al mismo tiempo, el sector tendrá que desarrollar estrategias y tecnologías que le permitan adaptarse al cambio climático, en particular al aumento gradual de la temperatura y al incremento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como sequías e inundaciones. Así mismo, deberá fortalecer las cadenas de producción ganaderas y los grupos de actores que intervienen en estas para acceder a nuevos mercados con productos con mayor valor agregado.

El Banco Mundial, el Ministerio de Industrias Primarias de Nueva Zelandia, la Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero (GRA), el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro) y la Plataforma Latinoamericana y del Caribe para la Intensificación Sostenible de la Producción Ganadera (implementada por el CATIE), trabajan en el desarrollo de una agenda regional común y coordinada de investigación que permita hacer un uso apropiado de los recursos existentes y superar las limitaciones que impiden avanzar hacia la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganaderos en ALC. Para responder este reto, las investigaciones deberán enfocarse en incrementar la productividad y la rentabilidad, reducir las emisiones de GEI, mejorar la seguridad alimentaria y la generación de empleo digno y de ingresos, aprovechando las fuentes energéticas y los nutrientes disponibles.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo es proponer una agenda de investigación basada en ejes y temas de investigación relevantes que tienen el potencial de contribuir de manera importante a la intensificación sostenible de la ganadería en ALC. Dicha agenda debe ser consensuada con los actores de los diferentes grupos de interés tales como las instituciones de investigación y los gremios de productores de las tres subregiones.

2.1.1 Objetivos específicos

- Revisar críticamente los programas y proyectos de los centros de investigación y asociaciones, consorcios y cámaras de productores que trabajan en ganadería en ALC.
- Proponer una agenda de investigación para la intensificación sostenible de la ganadería que responda a las necesidades de los sistemas productivos existentes en las distintas subregiones geográficas y climáticas de ALC.
- Realizar una propuesta para la implementación de la agenda de investigación para el sector primario de las cadenas de valor ganaderas.

3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La construcción de esta agenda de investigación se desarrolló en diferentes etapas, las cuales se describen a continuación.

Etapa 1 Recolección y revisión de documentos técnicos y científicos e información en páginas web

Esta etapa se desarrolló en dos pasos. El primero consistió en la recolección y revisión de documentos técnicos tales como: i) el reporte del foro regional sobre las Estrategias de desarrollo de los sistemas de producción ganaderos climáticamente inteligentes con bajas emisiones en Mesoamérica y el Caribe; ii) la memoria del curso de Intensificación sostenible de la ganadería de Fontagro; iii) la minuta del taller sobre el Rol de las pasturas para reducir emisiones de GEI organizado en Costa Rica por FAO y CATIE; iv) las notas de las reuniones de AG Research; v) los documentos del progreso de las acciones de mitigación nacionalmente apropiadas (NAMA) que se desarrollan en algunos países de la región; vi) las minutas de la reunión de Codegalac realizada en 2017; vi) el estudio sobre el estado del arte de las investigaciones y sobre el desarrollo de tecnologías para hacer frente al cambio climático, el cual fuegenerado por el proyecto Intensificaciónsostenible de la ganadería en ALC financiado por el BID/Fontagro y por MIP/GRA de Nueva Zelanda; vii) la revisión de documentos emitidos por organizaciones de productores ganaderos entre ellas AACREA, FUCREA, Fedegan, Fecalac y Fecescabo; viii) la revisión de más de noventa documentos técnicos y artículos científicos relevantes para la intensificación sostenible de la ganadería en ALC y para la competitividad del sector primario.

El segundo paso de la primera etapa consistió en revisar los aspectos relacionados a temas de ganadería presentes en las siguientes páginas web: i) (Procisur) (http://www.procisur.org.uy/inicio/es) y Programa Cooperativo de Investigación, Desarrollo e Innovación Agrícola para los Trópicos (Procitropicos) (https://procitropicos.org.br/) ii) CIAT

(https://ciat.cgiar.org/), iii) AGROSAVIA (http://www.corpoica.org.co/); iv) Centro para la Investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria (Cipav) (http://www.cipav.org.co/); v) Indio Hatuey (https://www.ihatuey.cu/), vi) Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto de invernadero en el Sector Agropecuario (Gra) (https://globalresearchalliance.org/country/new-zealand/); vii) AG Research (https://www.agresearch.co.nz/); viii) Fundación Uruguaya de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (FUCREA) (http://www.fucrea.org/); Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) (https://www.crea.org.ar/), Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) (https://www.fedegan.org.co/), Corporación Ganadera, Costa Rica (Corfoga) (https://www.corfoga.org/) y Cámara Nacional de Productores de Leche, Costa Rica (CNPL) (http://proleche.com/).

Etapa 2. Consultas con expertos en temas relevantes para la ISG en ALC

Entre el 16 y el 19 de abril 2018, se realizó en el CATIE el taller Cambio climático y desarrollo de la ganadería en América Latina y el Caribe: requisitos de formulación de conocimientos, políticas y proyectos para la inversión. Durante la realización de este taller, 64 participantes se dividieron en cuatro subgrupos, en cada uno de los cuales se hicieron dos presentaciones de países sobre los vacíos y las necesidades de ISG y, posteriormente, mediante el consenso de los participantes, se identificaron los vacíos y necesidades de investigación. Luego, en plenaria se presentaron los resultados de los subgrupos y se discutieron los resultados. Estos constituyeron aportes importantes para la definición de los ejes y temas que se utilizaron para la construcción de una agenda preliminar de ISG para ALC.

Además, en el mismo taller se identificaron expertos en diferentes temas relevantes para la intensificación sostenible de la ganadería en ALC, con los cuales se realizaron reuniones /entrevistas presenciales y virtuales para obtener información relevante para la ISG en ALC. Los temas de trabajo, nombres de los expertos e instituciones para las cuales laboran se presentan en Anexo 1.

- **Etapa 3.** Generación de una propuesta inicial sobre los ejes y temas de investigación

Esta etapa se desarrolló en dos pasos. El primero consistió en analizar la información generada en las etapas anteriores y en desarrollar una propuesta inicial sobre los ejes y temas relevantes en la ISG en ALC. En la propuesta inicial se definieron los ejes temáticos siguientes: i) alimentación y nutrición animal; ii) genética y genómica animal; iii) microbiología ruminal; iv) manejo animal; v) gestión integral del estiércol y la orina; vi) recuperación y manejo de sistemas pastoriles y sistemas silvopastoriles; vii) almacenamiento y fijación de carbono y gases de efecto invernadero en sistemas pastoriles y silvopastoriles; viii) generación de servicios ecosistémicos; ix) eficiencia productiva, económica, social y ambiental de los sistemas ganaderos actuales; x) condiciones habilitadoras necesarias para alcanzar la intensificación sostenible de la ganadería y xi) mercados, cadenas de valor y calidad de los productos. Para cada uno de los ejes se realizó una revisión bibliográfica y se generaron cuadros con los temas de investigación que comprendía cada uno de los ejes, los cuales se presentan en el Anexo 2.

El segundo paso consistió en la redefinición, por parte de un grupo de expertos de las tres subregiones cubiertas en el estudio, de siete ejes temáticos en lugar de los 11 identificados inicialmente. Los nuevos ejes resultantes fueron: i) la genética y la genómica animal, ii) la nutrición y alimentación animal, iii) manejo y salud animal, y cuatro ejes transversales, iv) eficiencia productiva, económica

y ambiental de los sistemas ganaderos, v) manejo de recursos naturales y ambiente vi) cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado y vii) condiciones habilitadoras necesarias para la intensificación de la ganadería.

En la cuarta sección de este documento, llamada ejes temáticos y temas de investigación generales, se presenta una breve descripción técnica de cada uno de los ejes y en la dirección electrónica http://bit.do/eNksd se accede al archivo Ejes y temas propuesta AISG ALC.xls, donde se pueden observar los ejes y temas de investigación que a criterio de los investigadores consultados en las diferentes subregiones de ALC deberían ser considerados en una propuesta para la agenda de investigación por su potencial de contribuir a la ISG, así como temas que los autores de este trabajo agregaron con base en la revisión de literatura, especialmente considerando los temas que se encuentran trabajando los INIA, los consorcios regionales de experimentación de Argentina y Uruguay, Fedegan, Fecalac y Fecescabo.

- **Etapa 4**. Generación de la agenda para la ISG en ALC

Los resultados de esta etapa se presentan en la quinta sección de este documento y la forma de llegar a ella constó de seis pasos, los cuales se mencionan a continuación:

1. Socialización de la información sobre ejes y temas de investigación generados en la primera etapa cuando se consideraban los 11 ejes temáticos.
2. Generación de matrices las cuales presentaban los 11 ejes y los temas de investigación. (Anexo 2)
3. Revisión de las matrices en cada una de las subregiones por parte de los diferentes actores clave, a los cuales se les solicitó seleccionar al menos dos temas por eje que fueran considerados como más relevantes. Esto se realizó en las subregiones de Centroamérica y el Caribe y en la Andina; en cambio, los investigadores de la subregión Cono Sur hicieron una nueva propuesta y aún no han priorizado los temas. Luego de revisar las propuestas individuales de los investigadores en cada una de las subregiones se generó una única matriz por subregión que contenía los temas identificados como relevantes en cada eje.
4. A cada tema seleccionado se le asignó el plazo en que consideraban que al realizar la investigación se podrían obtener resultados. Las opciones utilizadas fueron: corto plazo (uno a dos años), mediano plazo (dos a cuatro años) y largo plazo (más de cuatro años).
5. Se compararon las matrices generadas por las subregiones Centroamérica y el Caribe y Andina, y además, se incorporaron algunos temas claves que fueron adicionados en los ejes por los investigadores del Cono Sur y aportes del autor del trabajo a partir de la revisión de las necesidades de investigación de los consorcios regionales de investigación en el Cono Sur, las cámaras de productores de Centroamérica, la consulta a actores vinculados al sector industrial de la carne y los vacíos de investigación que se enlistan en el documento “Estado del arte de la investigación e innovación para la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos y de la adaptación y mitigación ante el cambio climático en ALC” (BID 2019).
6. Se consolidó la información colectada en lo que constituye la propuesta de la agenda de investigación para la intensificación sostenible de la ganadería en el sector primario. Esta incluye ejes, temas de investigación, zona agroecológica y plazo en que debe realizarse la investigación para que presente resultados que contribuyan a la ISG. Esta propuesta se presenta en la sección seis de este documento.

- **Etapa 5.** Propuesta de implementación en las diferentes subregiones de ALC de sus agendas de investigación

Para este propósito se propone que en la XXVII reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal a realizarse en Colombia del 7 al 9 de octubre del 2020, se invite a los actores clave de las tres subregiones de ALC para que permanezcan un día adicional para que revisen la agenda de investigación propuesta y para que desarrollen el plan de implementación de las investigaciones que consideren pertinentes de realizar en su subregión. El plan de implementación de la agenda de investigación deberá mostrar a detalle el nombre de la o las instituciones que desarrollarán los temas de investigación, el personal a cargo de cada tema, los compromisos de los recursos económicos y logísticos (equipos, laboratorios, transporte, etc.), en que incurriría la o las instituciones que proponen desarrollar la investigación.

4 EJES TEMÁTICOS Y TEMAS DE INVESTIGACIÓN GENERALES

La agenda de investigación para la ISG en ALC se compone de siete ejes temáticos. Tres ejes insignia: i) genética y genómica animal; ii) nutrición y alimentación animal; iii) manejo y salud animal y cuatro ejes transversales: iv) eficiencia productiva, económica y ambiental; v) manejo de recursos naturales y ambiente: vi) cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado y vii) condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible.

Vale la pena mencionar que algunos de los temas propuestos en la agenda de investigación tienen aplicación para todos los sistemas de producción presentes en diferentes condiciones agroecológicas, mientras otros son de aplicación solamente para ciertas áreas o sistemas de producción dentro de las subregiones presentes en ALC. Esta región, de acuerdo a sus condiciones agroecológicas se puede dividir en cuatro zonas agroecológicas: i) las tropicales que comprenden el sureste de México, Centroamérica y el Caribe; ii) la zona que comprende los Andes y parte de Paraguay y Brasil; iii) la zona que comprende los valles y mesetas de las partes altas de Centroamérica, los valles interandinos y la mayor parte del territorio de Argentina, Uruguay, Chile y la parte sur de Brasil, y iv) la zona alta que comprende los territorios andinos denominados como laderas, Suni, Jalca y Puna y las estepas semiáridas de la Patagonia. Es importante mencionar que dentro de cada una de las zonas los sitios mencionados presentan condiciones agroecológicas similares (Quiroz *et al*. 1997).

A continuación se presenta la descripción técnica de los ejes y se mencionan los temas que se propone abordar dentro de los ejes que forman parte de la agenda de investigación para la intensificación sostenible de la ganadería en el sector primario de las cadenas de producción bovinas presentes en América Latina y el Caribe.

4.1 GENÉTICA Y GENÓMICA ANIMAL

4.1.1 Genética

Los avances en mejoramiento animal y genética se basan en la investigación que involucra la selección y uso de animales que tienen características deseables identificadas (GACSA 2016). El mejoramiento genético explota la variación natural entre los animales (tanto entre como dentro de razas) para mejorar los parámetros productivos y reproductivos de los hatos, contribuir a mejorar la resistencia al estrés calórico, la longevidad de los animales, la resistencia a enfermedades (Cassell

2009) y reducir las emisiones de GEI (Clark *et al.* 2011), entre otros. En los países en desarrollo, el aumento en la productividad de los sistemas pecuarios es un elemento clave para reducir la intensidad de las emisiones de metano. Para lograrlo, se necesita mejorar la genética, manejar adecuadamente la nutrición y el manejo de los animales para optimizar el beneficio.

Selección genética para reducir emisiones de metano entérico

Para reducir la intensidad de las emisiones de metano entérico se pueden seleccionar animales directamente con base en la intensidad de las emisiones, en la productividad y la eficiencia; o al reducir los desperdicios en el sistema finca. Para un mayor detalle sobre cómo seleccionar animales para reducir emisiones de metano entérico a partir de la selección genética de los mismos se siguiere revisar la publicación (BID 2019).

Como la medición de emisiones de GEI directamente en los animales es un proceso costoso y difícil, se han empezado a realizar trabajos para predecir las emisiones de CH_4 a partir de variables de más fácil medición tales como la espectrofotometría del infrarojo medio, o la ingesta de alimento residual (RFI) y la composición de la dieta. Experimentos realizados utilizando el método SF_6 demostraron que es posible estimar las emisiones de CH_4 de las vacas lecheras lactantes mediante la espectrofotometría del infrarrojo medio de muestras de leche (Bertozzi *et al.* 2006). En el futuro si las predicciones de CH_4 utilizando la técnica del espectro medio del infrarrojo (MIR) llegaran a ser más robustas y confiables, se podría seleccionar vacas con bajas emisiones de CH_4.

En un estudio realizado por de Haas *et al.* (2011) se evaluó la variación fenotípica y genética en la producción prevista de CH_4 para determinar el potencial de la genética de los animales para reducir las emisiones de metano en el ganado lechero. La evaluación de 548 novillas permitió obtener registros de ingesta diaria de alimento[1], peso corporal semanal y producción semanal de leche. La emisión de metano prevista (PME; g/d) fue del 6% de la ingesta bruta de energía de acuerdo con la metodología del IPCC corregida por el contenido de energía del metano (55,65 kj/g). Las heredabilidades estimadas para PME y RFI fueron 0,35 y 0,40, respectivamente. La correlación genética positiva entre RFI y PME indicó que las novillas con un RFI más bajo tuvieron un PME más bajo (estimaciones que van de 0,18 a 0,84). Por lo tanto, es posible disminuir la producción de metano en novillas seleccionando las novillas más eficientes; la variación genética sugiere que las reducciones en un programa de selección genómica a 10 años podrían ser incluso mayores. Sin embargo, los autores mencionan que se consideran varias incertidumbres; por ejemplo, la falta de mediciones reales de metano (y el supuesto clave de que el metano producido por unidad de alimentación no se ve afectado por el nivel de RFI), así como las limitaciones de predecir las consecuencias biológicas de la selección.

Selección y utilización de genotipos de animales adaptados

Una de las estrategias empleadas en ALC para hacer frenteal cambio climático consiste en utilizar animales criollos o cebuinos en los sistemas de producción porque resisten las enfermedades, toleran mejor el estrés calórico y aprovechan mejor recursos forrajeros de baja calidad (Alcalá 2010).

[1] La ingesta residual de alimento (MJ d) es la diferencia entre la ingesta neta de energía y los requerimientos netos de la misma calculados para el mantenimiento en función del peso corporal y para la producción de leche corregida por grasa y proteína.

El uso de los genotipos adaptados, e incluso de híbridos entre razas europeas como Jersey x Holstein en el caso de la producción de leche, se considera una medida de mitigación de CH_4 (Palombi y Sessa 2013), porque cuando aumenta la productividad de leche se reducen las emisiones de CH_4.

Renaudeau *et al*. 2012, mencionan que una vía rápida en países en desarrollo para mejorar el rendimiento genético asociado con la mitigación de metano es cruzando el ganado lechero de regiones templadas con razas locales (a menudo criollas) para mantener la tolerancia al calor y la resistencia a enfermedades y parásitos. En países desarrollados y templados, se puede aún reducir la intensidad de emisiones de GEI mediante la selección directa de animales que presenten bajas emisiones de metano para una determinada cantidad de consumo de alimento.

En América Latina hay una diversidad de razas criollas de bovinos (Anzola-Vásquez 2005) con características fenotípicas relevantes que se han utilizado como razas puras o en programas de cruzamiento orientados a mejorar la resiliencia en los sistemas pecuarios.

Un trabajo realizado en el trópico húmedo de Costa Rica por Abarca Monge *et al.* (2018) encontró que las vacas lactantes triple cruce Jersey x Holstein x Sahiwal presentaban una menor intensidad de emisiones de CH_4 que las Jersey puras y cruces de Jersey x Gyr o Sahiwal cuando fueron manejadas bajo pastoreo.

El cruzamiento y los métodos de selección tradicional son estrategias a largo plazo para la mejora genética del ganado y requieren sistemas de registro de datos e infraestructura para su implementación. Hoy es factible una estrategia más rápida con el descubrimiento de una variación genética (el gen "liso") dominante e importante a la tolerancia al calor en las razas *Bos taurus* Senepol y Romosinuano (Littlejohn *et al.* 2014). Este descubrimiento abre la posibilidad de convertir esta variante específica de tolerancia al calor dentro de *Bos taurus* en rendimiento mejorado, lo que permitirá su despliegue efectivo en las zonas tropicales para acelerar el mejoramiento genético en el rendimiento y caracteres de fertilidad. Variantes genéticas que se reproducen rápidamente (como el "gen liso") dentro de razas templadas élite, permitirán el aumento sustancial y rápido en el rendimiento de las vacas en los trópicos. A este enfoque de zoomejoramiento también se le conoce como "introgresión[2]". Dado que la mayoría del ganado vacuno y lechero mundial está en los países tropicales y tiene para la producción un mérito genético relativamente pobre, la sencilla introgresión del carácter de tolerancia al calor para la productividad genética templada, ofrece en ambientes cálidos, una opción atractiva para aumentar la producción de leche y la seguridad alimentaria, la resistencia al estrés climático y reducir la intensidad de las emisiones de metano de una población genéticamente mejorada en el trópico.

Otro hallazgo importante es el uso de la imagen termográfica en ganado lechero en Nueva Zelanda donde se determinó que los bovinos de pelo corto disipan más rápidamente el calor que los de pelo largo.

4.1.2 Genómica

La selección genómica podría acelerar el proceso de mejoramiento genético. En el largo plazo será posible estimar valores genómicos de mejoramiento, (GEBV) para estimar emisiones de CH_4 en esquemas de mejoramiento (Meuwissen *et al.* 2013). Para que se implementen GEBVs, se requiere

2 La introgresión (o "hibridación introgresiva") describe la incorporación (generalmente vía hibridación y retrocruzamiento) de alelos de una especie en el acervo genético de otra especie divergente.

una población de referencia de varios miles de animales genotipados con mediciones de CH_4 para proporcionar estimaciones iniciales de la contribución de cada región genómica a la expresión del fenotipo bajo investigación (Calus *et al.* 2013).

Las emisiones de CH_4 (como g CH_4/día o el consumo de materia seca por unidad de emisión de CH_4), son difíciles de medir. Las metodologías para cuantificar CH_4 como las cámaras de respiración o el hexafloruro de azufre son caras, requieren mucho tiempo y someten a los animales a ambientes artificiales. Sin embargo, la selección genómica abre la posibilidad de seleccionar eficientemente animales que emiten menor cantidad de CH_4 por unidad de producto, mayor producción y calidad de la carne y producción de leche. En Uruguay el proyecto mejora de la competitividad de la ganadería por el desarrollo de herramientas genómicas que mejoren la eficiencia de alimentación y la calidad de la carne de la raza Herdford, permitió obtener información sobre la eficiencia de conversión de alimentos y caracterizar la calidad de la carne en esta raza (INAC 2013). En Costa Rica por otra parte, Julio Rodríguez[3], investigador del Instituto Tecnológico de Costa Rica menciona que se está realizando una investigación con la raza Angus que permitirá predecir a partir de la diferencia esperada de la progenie de los toros la terneza de la carne; con ello se podrían seleccionar aquellos toros capaces de transmitir a sus progenies esta importante característica asociada a la calidad de la carne.

El número de animales con fenotipos en la población de referencia requerida para obtener GEBV de alta precisión y determinar las emisiones por unidad de materia seca consumida es grande y excede los recursos disponibles en cualquier país. Para superar estas limitaciones se requiere un esfuerzo internacional para reunir datos sobre producción, ingesta de alimentos y emisiones de CH_4 de rumiantes. Cuando se disponga de esa información, la selección genómica podría permitir seleccionar animales que generen menos emisiones de GEI por unidad de producto, que produzcan más o que aseguren la calidad de un producto entre otras cosas.

Sin embargo, se debe enfatizar que el tener animales genéticamente superiores no es garantía para obtener una mayor productividad; también se necesitan estrategias de alimentación y manejo adecuados que faciliten que esos animales expresen todo su potencial genético (GRA SAI 2013).

4.1.3 Temas de investigación

- Evaluar los cruces entre razas locales o criollas con razas élite de clima templado para mejorar la productividad animal, la resistencia y tolerancia a enfermedades y parásitos y para reducir emisiones de GEI.
- Identificar aquellos animales capaces de aumentar su producción por unidad de alimento consumido debido a que son menos susceptibles a las enfermedades y tolerantes a los cambios en su entorno y manejo.
- Evaluar razas con el gen liso que poseen algunas razas *Bos taurus* (p.e., Senepol y Romosinuano), el cual se asocia con tolerancia al calor. Este podría incorporarse mediante cruzamientos.
- Evaluar la introgresión del gen liso dentro de razas templadas élite para producir vacas mejor adaptadas al estrés calórico que presenten mayor producción de leche en los trópicos.

3 Rodríguez, J. (14, feb. 2019). Comunicación personal. Turrialba, Costa Rica, ITCR

- Evaluar las razas de pelo corto tolerantes al calor.
- Evaluar los hatos y eliminar animales improductivos o con baja productividad, o con pobre desempeño reproductivo.
- Identificar razas de animales más longevas cuyas tasas de reposición de animales sean más largas que las de las razas con que se trabaja en la actualidad, especialmente en los trópicos.
- Investigar la selección de marcadores genómicos en bovinos para la identificación de los rasgos de selección y establecer pruebas de ausencia de efectos negativos sobre la productividad.
- Realizar evaluaciones genómicas para seleccionar toros dentro de las razas cuya diferencia de la progenie esperada se asocie a la terneza de la carne.

4.2 Nutrición y alimentación animal

El eje sobre nutrición y alimentación animal hace referencia a los temas de manejo de los sistemas pastoriles y silvopastoriles, el uso de residuos de cultivos, el uso de forrajes conservados, la inclusión de concentrados en la dieta y la nutrición de precisión para ofrecer alimentos de mayor calidad a los animales y la manipulación de la fermentación ruminal como estrategias para reducir las emisiones de GEI.

4.2.1 Manejo de sistemas pastoriles y silvopastoriles para ofrecer alimentos de mayor calidad a los animales

Las pasturas y silvopasturas son la fuente más importante de alimentos para los rumiantes; constituyen recursos de menor costo que los concentrados, además de que algunos de los forrajes que proveen estos sistemas son de alta calidad nutritiva. El uso de estos recursos alimenticios permite que estos animales produzcan proteínas de alta calidad nutritiva para consumo humano, sin que haya competencia con los alimentos que consumen los humanos. A escala global se estima que aproximadamente la mitad del consumo total de materia seca del ganado proviene de pasturas y otros forrajes, aunque existen variaciones entre regiones y entre sistemas productivos. En el caso particular de los sistemas de producción de rumiantes en ALC, las pasturas representan al menos el 70% de la dieta.

El mejoramiento en la calidad de los pastos y forrajes consumidos por el ganado, ya sea por el uso de genotipos con mayor valor nutritivo o como resultado de la aplicación de buenas prácticas de manejo del pastoreo o corte, constituye una práctica eficaz para disminuir las emisiones de GEI por unidad de producto animal (GRA SAI 2013).

En el caso de las opciones silvopastoriles, estas contribuyen a la mitigación por su contribución en la mejora de la calidad de dieta, con la consecuente reducción de las emisiones de GEI, pero además por la capacidad que tienen las leñosas para la captura de carbono. Además, estas opciones contribuyen a la adaptación porque mejoran la resiliencia de los sistemas a la variabilidad climática, usando los árboles y otras leñosas perennes para intensificar y diversificar la producción y como amortiguador ("buffer") de los sistemas contra los riesgos asociados al cambio climático (Pezo *et al.* 2018a).

4.2.2 Uso de residuos de cultivo

El uso de los residuos de cultivo es un recurso forrajero muy utilizado por productores pobres (Lenné *et al.* 2003), para alimentar animales en los sistemas de producción ganaderos presentes en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas (Steinfeld *et al.* 2006).

La mayoría de los residuos de cultivo utilizados en la alimentación de los animales durante épocas de escasez de alimentos presentan baja calidad nutricional (Steinfeld *et al.* 2006), pero existen diferentes opciones para mejorar la calidad nutritiva de los residuos (Murgueitio *et al.* 2013; Makkar 2016), para incrementar la productividad y reducir las emisiones de CH_4 entérico.

4.2.3 Uso de forrajes conservados

El uso de heno y el ensilaje se consideran prácticas ganaderas con potencial de conferirle a los sistemas ganaderos adaptabilidad ante el cambio climático, mejoran el desempeño productivo a los hatos, especialmente durante periodos críticos de alimentación (Pezo *et al.* 2018) y contribuyen a reducir las emisiones de CH_4 (Hristov *et al*. 2013b).

4.2.4 Inclusión de concentrado en la dieta

La inclusión de concentrados en la dieta de vacas lecheras generalmente resulta en incrementos en el nivel de consumo total de materia seca y en la producción de leche. La emisión de metano entérico por unidad de leche se reduce conforme aumenta el nivel de consumo de concentrado (Jiao *et al*. 2014, van Wyngaard *et al*. 2018). Hristov *et al.* (2013) e Iñamagua (2015) señalan que la reducción de metano entérico es más marcada en ganado que recibe dietas con más del 40% de concentrado. Cuando la dieta tiene una mayor proporción de concentrados (granos o alimentos energéticos), el pH ruminal puede bajar hasta 5,8, lo cual favorece el incremento de bacterias amilolíticas, provoca la defaunación de protozooarios y la reducción de la población de grupos de bacterias relacionadas con la producción de metano entérico (Posada–Ochoa *et al*. 2014). Sin embargo, el uso de granos en la alimentación animal en algunas regiones crea problemas de competencia con la seguridad alimentaria de la población humana que utilizan los granos como parte de su dieta.

4.2.5 Nutrición de precisión

La adopción de esta práctica permite maximizar la producción al utilizar los nutrientes contenidos en los alimentos y disminuir las emisiones de GEI. El uso de esta estrategia de alimentación puede resultar en ahorros económicos por concepto de un menor rechazo de alimento en los comederos y una menor prevalencia de enfermedades metabólicas, así como en una mejora en el desempeño animal tanto en incrementos en peso como en producción láctea. La nutrición de precisión requiere análisis químicos periódicos en los componentes de la dieta para asegurar que se satisfacen los requerimientos de los animales. Si bien los enfoques de nutrición de precisión son más costosos por la inversión en análisis frecuentes de los alimentos y controles de los niveles de consumo, tienen mayor aplicabilidad en sistemas intensivos (Hristov *et al*. 2013a), donde los animales permanecen estabulados y se conoce la cantidad y calidad de los alimentos que consumen; en cambio, parece ser poco funcional en sistemas con animales a libre pastoreo, pues es difícil obtener información confiable sobre los nutrientes que estos animales consumen.

4.2.6 Manipulación de la fermentación ruminal

La fermentación microbiana de los carbohidratos a nivel del retículo-rumen y en el intestino grueso de los animales, y en menor medida la de los aminoácidos, resultan en la producción de CH_4 y CO_2.(Hristov *et al.* 2013b). En el caso de los rumiantes la mayor producción de estos gases ocurre en el retículo-rumen (Gerber *et al.* 2013a). Como las condiciones en el rumen son anaeróbicas, una buena parte del CH_4 se produce a partir del CO_2, pero también hay alguna producción a partir de los ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico) generados en el proceso de fermentación. Algunas intervenciones en la dieta resultan en cambios de los patrones de fermentación en el rumen, pues se afecta la composición de la microbiota, conformada por diferentes comunidades de bacterias y arqueas que tienen preferencia por diferentes substratos y generan distintos productos, así como de protozoos e incluso hongos, y de las interacciones entre ellos (Janssen 2010).

La reducción de la producción de CH_4 entérico se puede lograr a través de diferentes mecanismos (Cottle *et al.* 2011), unos directamente relacionados con el manejo de la dieta, sus componentes y las relaciones entre ellos, y otros con el uso de aditivos en la dieta tales como los inhibidores de metanogénesis, aceptores de electrones, ionóforos, compuestos bioactivos de las plantas (Hristov *et al.* 2013b), lípidos dietéticos (Chuntrakort *et al*. 2014; Chung *et al*. 2011), enzimas exógenas, agentes microbianos, defaunación y manipulación de las arqueas y bacterias del rumen, entre otros (Hristov *et al.* 2013b). Adicionalmente, hay otros mecanismos que han recibido atención recientemente como es el uso de vacunas, los inhibidores de las enzimas en microorganismos metanogénicos y la selección de animales con menores emisiones de metano (Eckard *et al.* 2010). Debe tenerse presente que la factibilidad de aplicación de cada una de ellas debe ser el resultado de una evaluación cuidadosa primero a nivel del animal, específicamente a nivel del tracto gastrointestinal y luego a nivel del hato, en términos de sus efectos sobre la productividad, la utilización de nutrientes, los costos y beneficios esperados, los que al final son los que determinarán su aceptación por los productores (Martin *et al.* 2010).

4.2.7 Temas de investigación

- Investigar el efecto de renovar y/o recuperar pasturas y sistemas silvopastoriles sobre la calidad y la productividad del forraje, la productividad animal y las emisiones de GEI en sistemas productivos presentes en diferentes regiones agroecológicas de ALC.
- Evaluar el efecto de las estrategias de manejo sostenible de esos agroecosistemas (p.e al aplicarles fertilizantes, estiércol y riego, ajustar la densidad animal, realizar pastoreo rotacional e introducir leguminosas sobre la calidad y la productividad de la pastura o silvopastura, la productividad animal y las emisiones de GEI en sistemas productivos presentes en diferentes regiones agroecológicas de ALC.
- Estudiar la capacidad de *Brachiaria* spp. y otras especies de pastos para la Inhibición biológica del nitrógeno (IBN), bajo diferentes tipos de suelos y manejos.
- Estudiar cómo los diferentes alimentos (pasturas y forrajes, leñosas forrajeras, rastrojos de cosecha, forrajes conservados, uso de subproductos agrícolas o industriales usados en la alimentación animal), pueden favorecer la producción de ácido propiónico en el rumen, aumentar la productividad, reducir las emisiones de GEI, especialmente de CH_4 y los costos asociados.
- Investigar el efecto del procesamiento de forraje sobre la digestibilidad efectiva de la dieta y la productividad de los animales.

- Estudiar la productividad y calidad de los pastos, forrajes y leñosas en diferentes condiciones agroecológicas, de manejo y en distintas épocas del año en diferentes zonas agroecológicas de ALC.
- Investigar el balance de dietas con el uso de concentrados, suplementos y subproductos de mayor calidad sobre la productividad del sistema y las emisiones de GEI.
- Estudiar mejoras en la calidad de la alimentación debidas al método de pastoreo sobre la eficiencia alimenticia, la producción y las emisiones de GEI.
- Investigar el efecto de la alimentación de bovinos con diferentes especies forrajeras, leguminosas o gramíneas y forrajeras de clima tropical y templado sobre la producción animal, la calidad de los productos y emisiones de CH_4.
- Evaluar el efecto de la inclusión de leguminosas y otros forrajes proteicos en dietas a base de gramíneas frescas o conservadas sobre la excreción de N en la orina y las emisiones de GEI.
- Estudiar el efecto de la adición de nitrato en dietas sobre la reducción de emisiones de GEI en bovinos.
- Estudiar los efectos de los metabolitos secundarios y su efecto en la producción de metano en el rumen, la producción en bovinos y la calidad de los productos.
- Estudiar el efecto de la nutrición de precisión en sistemas intensivos sobre las emisiones de GEI y productividad de los sistemas productivos.
- Investigar el mapa del paisaje microbiano del rumen en bovinos en diferentes regiones de ALC.
- Investigar la secuenciación del metagenoma e identificar taxonómicamente los microbios del rumen.
- Estudiar la diversidad y las diferencias en las comunidades microbianas entre animales individuales.
- Evaluar mediante técnicas *in vitro*, el efecto de compuestos químicos y antibióticos, metabolitos secundarios de plantas, aditivos alimenticios naturales y sintéticos y vacunas sobre la producción de metano en el rumen, la salud de las personas y animales, la productividad, la calidad de los productos, el medio ambiente, los costos y el potencial de adopción por parte de los productores cuando los animales son alimentados con dietas de diferente calidad.
- Estudiar el efecto de la inclusión de diferentes fuentes y niveles de nitrógeno sobre el metabolismo de los animales y sobre la generación de metano entérico.
- Identificar y seleccionar antígenos que pueden estimular las respuestas de anticuerpos a los metanógenos presentes en el rumen.
- Evaluar los costos de las alternativas antes mencionadas como promisorias para reducir emisiones de metano entérico a nivel del rumen.
- Evaluar el efecto de transferir microbioma de rumiantes de baja emisión de metano al rumen de rumiantes de alta producción de metano.

4.3 Manejo y salud animal

El manejo de los animales comprende una serie de prácticas orientadas a un adecuado desempeño productivo y reproductivo de los hatos, el cual puede incidir en la disminución de las emisiones de gases de efecto de invernadero por unidad de producto. Ejemplos de un manejo apropiado de los hatos son el descarte de animales poco productivos, el diseño de instalaciones apropiadas, el manejo

sanitario del hato, la alimentación óptima de los animales de acuerdo a su etapa de productiva, el destete precoz o temporal de los animales, el manejo del empadre de las vacas y la crianza de los animales de reemplazo o el desarrollo de animales para el engorde, entre otras.

4.3.1 Descarte de animales con baja productividad en el hato

Una de las decisiones de manejo más importantes para mejorar la eficiencia de producción, y por ende intensificar la producción, es el descarte oportuno de los animales poco productivos; pero estas prácticas también tienen incidencia en reducir las emisiones a nivel de hato. En el caso de ganado de carne, las medidas propuestas para mejorar la eficiencia y reducir emisiones son disminuir la edad al sacrificio y acortar la duración del proceso de engorde; mientras que en ganado de leche las medidas se refieren a la reducción de días abiertos en vacas lactantes (Mc Geough *et al.* 2012). En el caso de las hembras, en ambos tipos de sistemas se consideran medidas importantes aquellas orientadas a incrementar la eficiencia reproductiva como son la reducción de la edad al primer parto y la disminución de los intervalos entre partos (Hristov *et al.* 2013b; Gerber *et al.* 2013b).

4.3.2 Salud animal

La salud del ganado es un aspecto importante del bienestar animal, la seguridad alimentaria, la salud humana y la eficiencia de la producción. Los animales sanos son más productivos y, por lo tanto, utilizan más eficientemente la dieta para generar los productos deseados, además que no comprometen la seguridad alimentaria y la salud pública; en cambio, animales enfermos retardan su crecimiento, presentan un menor rendimiento y se afecta su comportamiento reproductivo; todo lo anterior resulta en mayores emisiones por unidad de producto animal. El aumento de la mortalidad, la disminución de la fertilidad y la disminución de la productividad causadas por las enfermedades y los parásitos implican una mayor intensidad de las emisiones tanto a nivel de los animales como de los hatos, aunque los efectos de posibles mejoras en la salud y el bienestar animal sobre las emisiones de GEI en el sector ganadero aún no han sido cuantificadas exhaustivamente. (GRA SAI 2013).

Por tanto, es clara la necesidad de establecer un programa preventivo para las enfermedades más comunes, tanto parasitarias como infecciosas. Cabe mencionar que algunos programas de mejoramiento consideran la resistencia a helmintos, garrapatas, mastitis y otras enfermedades (De Greef 2009); es conveniente realizar en la medida de lo posible, un manejo integrado de plagas y enfermedades para el mejoramiento de la salud de los hatos.

4.3.3 Instalaciones para el manejo de los animales

Las instalaciones presentes en las fincas ganaderas juegan un papel determinante en el manejo y desempeño de los animales en los distintos sistemas de producción ganaderos de ALC. Las instalaciones sirven para alimentar los animales temporalmente, como en el caso de las lecherías de altura, o totalmente, como en el caso del manejo de los *feedlots* bajo techo, como refugio de los animales ante variaciones de temperaturas extremas o muy bajas como en la zona andina o muy altas como es el caso de las áreas tropicales. En las zonas lecheras de Costa Rica, los productores utilizan dormideros parecidos a las casas mallas utilizados en cultivos donde encierran los animales durante las noches o durante periodos de lluvias extremas para evitar que las vacas no reduzcan su producción de leche. Esta adaptación del sistema también le permite al productor mayor confort pues en las

mañanas las vacas se encuentran cerca del área de ordeño y permanecen secas. Glen Aguilar[4] productor ganadero de la zona alta de Turrialba, Costa Rica menciona que cuando las vacas duermen en estas estructuras padecen menos de mastititis y el estiércol que se recolecta en los dormideros sirve para fertilizar áreas de pasturas en la finca. Es necesario evaluar la contribución de instalaciones apropiadas en las fincas ganaderas sobre el desempeño productivo, reproductivo y ambiental de los sistemas de producción ganaderos en diferentes zonas agroecológicas en ALC.

4.3.4 Prácticas de manejo de los hatos

En los sistemas de producción de lechería especializada, un buen manejo en la etapa de crianza de las terneras ayuda a desarrollar el sistema inmunológico de los animales para que sean capaces de resistir enfermedades en general, reducir el porcentaje de mortalidad y morbilidad, alcanzar el primer parto a una edad óptima y una mayor producción de leche por ciclo de vida (BarPeled *et al*. 1997; Appleby *et al*. 2001; Jasper y Weary 2002). En los sistemas de producción de carne en climas templados el destete precoz es una práctica común (INIA Uruguay 2017); en este, el ternero se separa de la madre a los dos meses de edad, cuando tiene un peso no menor a los 70 kilogramos. Luego del destete precoz, los animales permanecen primero en corral y luego en campo recibiendo una alimentación y manejo adecuados hasta que alcancen los 130 kilogramos, momento en el cual se da por terminado este proceso. Posteriormente inicia la fase de recría, la cual se puede hacer en corral o en el campo. El manejo adecuado de terneros durante este periodo permite alcanzar pesos deseados en menor tiempo, producir carne con la calidad requerida por los mercados y disminuir la huella de carbono de la carne. Adicionalmente, otra práctica utilizada que ayuda a mejorar los parámetros productivos y reproductivos en hatos de cría manejados en pasturas es el *creep feeding,* el cual consiste en la suplementación diferencial del ternero al pie de la madre desde que nace hasta el destete, para que el ternero alcance un mayor peso y las vacas un mayor porcentaje de preñez.

4.3.5 Temas de investigación

- Uso de modelos para evaluar diferentes opciones de manejo del hato, incluyendo tasas y razones de descarte, para evaluar su impacto en emisiones.
- Alimentación de vaca de cría para la mejora de los índices reproductivos y de destete.
- Alternativas de alimentación/suplementación postdestete, durante la recría y terminación para sistemas de carne o recría de terneras en sistemas lecheros.
- Alternativas de manejo de los animales, presupuestación forrajera, sanidad, bienestar animal en planteos mixtos de producción de carne/leche, agricultura, forestación y sistemas agrosilvopastoriles.
- Evaluar el efecto de instalaciones sobre el desempeño productivo, económico y ambiental de sistemas ganaderos presentes en diferentes zonas agroecológicas de ALC.
- Estudiar el efecto de las enfermedades metabólicas, la mastitis subclínica y la retención de placentas en la reducción de la productividad de los hatos y el incremento en las emisiones de GEI en los sistemas de producción de leche especializados y de doble propósito.
- Evaluar los aspectos productivos, socioeconómicos y ambientales de los hatos ganaderos representativos de diferentes sistemas de producción y las pérdidas económicas directas e indirectas causadas por las enfermedades.

[4] Aguilar, G. (15, mar, 2019). Comunicación personal. Productor ganadero. Turrialba, Costa Rica

- Investigar el efecto de la salud animal sobre las tasas y la edad de concepción, la edad al primer parto y el aumento de la vida reproductiva de los animales y sobre las emisiones de GEI globales por unidad de producto.
- Investigar los efectos de la crianza de terneras sobre la salud, la producción, la reproducción y las emisiones de GEI en hatos dedicados a la producción de leche.
- Investigar el efecto del destete precoz y el destete temporal en hatos de cría sobre la tasa de preñez y parición de las vacas y sobre el desarrollo de terneros para la recría.
- Investigar el efecto de distintas alternativas de alimentación sobre la rentabilidad total de los sistemas productivos ganaderos que incorporan la crianza de terneras, del destete precoz con *crep feeding* y del destete temporal.
- Investigar en diferentes zonas agroecológicas, las ganancias de peso posdestete en terneros provenientes de destete con *creep feeding* y destete precoz criados en pasturas naturales o cultivadas.

4.4 Eficiencia productiva, económica y ambiental

Canosa *et al*. (2013) mencionan que para incrementar de manera sostenible la producción de carne en los sistemas de producción argentinos es imprescindible incrementar la oferta forrajera y los parámetros reproductivos tales como la tasa de preñez y la tasa de parición de las vacas. Por su parte Ciganda[5] menciona que los parámetros antes expresados y las prácticas de destete precoz en terneros y el empadre permiten incrementar los parámetros reproductivos de las vacas de cría y por tanto la eficiencia y la competitividad de los hatos de cría.

En sistemas de doble propósito Páez *et al*. (2003) mencionan que la gestión técnica y administrativa, la productividad por hectárea y el manejo sanitario del hato explican la variabilidad entre fincas con diferentes tipologías.

Existe una gran variabilidad en los parámetros bioeconómicos entre fincas dentro de condiciones agroecológicas y entre condiciones agroecológicas y por lo tanto, se considera que hace falta información de fincas y modelos biofísicos representativos de diferentes sistemas de producción y condiciones agroecológicas diversas en ALC (Arzubi *et al.* 2017).

McAuliffe *et al*. (2018) mencionan que mediante la herramienta del análisis de ciclo de vida (ACV), es posible comparar los impactos ambientales de sistemas de producción pecuarios. Una de las estrategias más efectiva de mitigación consiste en el incremento de la eficiencia productiva y ambiental del hato o del rebaño (GRA SAI 2013). Para lograrlo se deben seleccionar los animales más productivos, descartar aquellos que presenten problemas reproductivos, que produzcan poca leche o carne, manejar apropiadamente los pastos y forrajes en la finca, realizar un adecuado manejo sanitario de los animales y manejar los animales apropiadamente. Cabe mencionar que trabajando de manera holística resulta posible evaluar los aspectos productivos, económicos y ambientales que determinan la eficiencia de las fincas ganaderas y con ello lograr una apropiada ISG en los sistemas de producción ganaderos. La modelación productiva, económica y ambiental de los sistemas de

[5] Ciganda, V. (11, Oct. 2018). Comunicación personal. Director de Investigación INIA La Estanzuela.. Cuidad de Colonia del Sacramento, Uruguay.

producción animal permite generar escenarios apropiados para intensificar de manera sostenible la ganadería (Fernández *et al.* 2018).

4.4.1 Temas de investigación

- Evaluar la producción y productividad, los costos e ingresos brutos, el margen bruto y el margen neto, la rentabilidad y las emisiones de GEI en los sistemas ganaderos presentes en las ecorregiones más relevantes de ALC.
- Desarrollar modelos que permitan predecir la productividad animal, las emisiones de GEI y la rentabilidad del sistema bajo diferentes escenarios de producción (genotipos animales, tipos de pasturas, sistemas de alimentación, decisiones de manejo del hato, etc.).
- Utilizar sensores remotos para evaluar la temperatura corporal y el comportamiento de los animales, así como la asignación de concentrados en vacas lactantes y su relación con las emisiones de GEI en los sistemas ganaderos más relevantes en ALC.
- Mediante modelos de simulación identificar los factores que permiten alcanzar mayor eficiencia en sistemas ganaderos presentes en diferentes zonas agroecológicas de ALC.
- Investigar el costo marginal de abatimiento de prácticas ganaderas relevantes que contribuyen a la ISG en fincas ganaderas presentes en diferentes condiciones agroecológicas.

4.5 Manejo recursos naturales y ambiente

En este eje se desarrollan los temas relacionados a la generación de servicios ecosistémicos, suelo carbono, biodiversidad, recursos hídricos, emisiones de GEI y el manejo de excretas y residuos vegetales.

4.5.1 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son aquellos que la naturaleza aporta a la sociedad (FAO 2018). Las fincas ganaderas generan valiosos servicios ecosistémicos, tales como la prevención de la degradación de suelos, la provisión de recursos hídricos, la conservación de la biodiversidad, la fijación de carbono, entre otros.

4.5.1.1 El recurso suelo

La degradación de tierras provocada por la deforestación, el sobrepastoreo y las prácticas inapropiadas de irrigación afectan alrededor del 16% de las tierras de ALC (UNEP 2007).

Entre las causas de la degradación de suelos se mencionan el inadecuado manejo del sistema de producción ganadero, la extracción de leñosas, el uso del fuego (Klink y Machado 2005); el riego, la erosión hídrica y eólica (Metternicht *et al.* 2010); las pérdidas de fertilidad por la extracción de nutrientes (Pezo 2017) y la pérdida de coberturas del suelo, (Colón *et al.* 2009). En condiciones de alta saturación de humedad y en pendientes pronunciadas, los problemas antes mencionados se agudizan (Blanco-Sepúlveda y Nieuwenhuyse 2011). Cuando los suelos se degradan liberan CO_2 a la atmósfera.

4.5.1.2 El recurso hídrico

En los sistemas ganaderos el agua se usa para producir alimentos, para el consumo animal, para lavar las instalaciones y para procesar productos pecuarios (Steinfeld *et al.* 2006). Los sistemas ganaderos pueden contaminar las fuentes de agua con excretas, residuos de drogas –incluyendo antibióticos- que no son metabolizados por los animales, residuos del procesamiento de productos pecuarios y los

nutrientes aplicados como fertilizantes que no han sido absorbidos por los forrajes (Steinfeld *et al.* 2006). El agua puede ser un mecanismo de dispersión de patógenos responsables de zoonosis (p.e. fasciolasis, leptospirosis). Por otro lado, la mayoría de fincas con manejo tradicional, al no poseer bebederos en los potreros, permite que el ganado ingrese a las quebradas, arroyos y "aguadas" para obtener agua de bebida con los consiguientes problemas de contaminación y enlodamiento (Palma *et al.* 2011).

En los sistemas que presentan un inadecuado manejo del pastoreo, la degradación frecuentemente ejerce impactos negativos sobre el balance hídrico, pues se reduce la infiltración de agua por la compactación, se incrementa la erosión y disminuye la capacidad de retención de humedad en el suelo (Ríos *et al*. 2007).

4.5.1.3 La biodiversidad

En aquellas áreas donde las pasturas no son la vegetación nativa, el establecimiento de estas en reemplazo del bosque, puede resultar en la pérdida de gran diversidad de especies leñosas y herbáceas, alterar el hábitat para diferentes especies animales, la dispersión de semillas y la polinización que puede afectar la conservación de la vegetación nativa. La degradación de pasturas y de suelos conlleva a que se presente pérdida de especies y cambios en la dinámica de diversos procesos ecológicos que son claves en el funcionamiento de los ecosistemas, tales como la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y la regulación de las poblaciones de plagas, entre otros (Giraldo *et al.* 2011). Los paisajes ganaderos son importantes para la conservación de la biodiversidad. Sáenz *et al*. 2007 mencionan que en un estudio realizado en el paisaje ganadero de Esparza, Costa Rica, se encontraron 111 especies de aves. El 60,5% de las especies encontradas en ese paisaje necesitan fragmentos de bosques para sobrevivir; el 33,2% depende de cobertura boscosa y un 6,3% muestra poblaciones reducidas.

4.5.1.4 Emisión de gases de efecto de invernadero (GEI) y almacenamiento y fijación de carbono

La actividad ganadera genera dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O (Pérez Espejo 2008). Desde el punto de vista del calentamiento global, el CH_4 y el N_2O son 34 y 298 veces más potentes que el CO_2. El CH_4 es producto de la fermentación ruminal (Carmona *et al.* 2005); el NO_2 proviene fundamentalmente de la descomposición de las excretas animales (Gerber *et al.* 2013a; Gerber *et al.* 2013b), del uso de fertilizantes; y el CO_2 es producto del cambio de uso de la tierra de bosques –que son excelentes sumideros de carbono- a pasturas (Messa 2009), por quemas practicadas, por el uso de energía fósil y de fertilizantes y alimentos concentrados (Steinfeld *et al.* 2006).

La contribución real de la actividad ganadera a la emisión de GEI se ubica en el rango entre 12,0-14,5% del total de emisiones (Herrero *et al*. 2011). De estas, el 44% se le atribuyen a la producción y procesamiento de alimentos, el 38% a la fermentación entérica, el 9% a la descomposición de excretas y el 9% a la sustitución de bosques por pasturas.

Una de las medidas urgentes en los sistemas tradicionales de producción ganadera es la renovación y recuperación de pasturas degradadas, pues estas poseen una capacidad muy pobre para almacenar carbono (Ibrahim *et al.* 2007), en cambio las pasturas mejoradas pueden almacenar hasta cinco veces más carbono que las áreas bajo pasturas degradadas (Montenegro 2012). Igualmente, la incorporación de leñosas en los sistemas ganaderos mediante opciones silvopastoriles también contribuye a reducción de las emisiones por la capacidad que tienen las leñosas de almacenar carbono (Ibrahim *et al.* 2007; Murgueitio *et al.* 2015).

Los sistemas pastoriles y silvopastoriles bien manejados permiten aumentar las existencias de carbono (C) y carbono orgánico (COS) en el suelo. Las estimaciones de emisiones del sector pecuario generalmente no consideran las pérdidas y ganancias de COS. Algunos aspectos que influyen en la concentración de este son la respuesta al pastoreo (McSherry y Ritchie 2013); el mecanismo fisiológico de las plantas (Reeder y Schuman 2002); la disponibilidad de nitrógeno en el suelo (Fornara y Tilman 2008); la presencia de plantas leguminosas fijadoras de N (Conrad *et al*. 2017); y la introducción de especies de gramíneas con raíces profundas que pueden tener efectos positivos en el almacenamiento del COS (Fisher *et al*. 1994), entre otras.

McSherry y Ritchie (2013) llevaron a cabo un metaanálisis global para explicar la variación observada en la respuesta del *stock* COS en suelos bajo pastoreo. Observaron que el 85% de la variación asociada con el COS se explicaba por variables que incluían la textura del suelo, la precipitación, el tipo de pasto, la intensidad del pastoreo, la duración del estudio y la profundidad del muestreo.

Para las gramíneas C3, se encontró una respuesta ligeramente positiva de COS cuando se aplicaba un pastoreo liviano; mientras que el pastoreo de moderado a intenso causó una disminución en las concentraciones de COS (Reeder y Schuman 2002). Una tendencia opuesta se observó para pastizales mixtos C3 / C4 y pastizales dominados por C4, donde los contenidos de COS mostraron una respuesta positiva al aumento de la intensidad de pastoreo (López-Mársico *et al.* 2015).

La introducción de especies leguminosas fijadoras de N generalmente se considera positiva para acumular COS (Conant *et al*. 2001; Boddey *et al*. 2010; Conrad *et al*. 2017). Se ha demostrado que la presencia de plantas leguminosas fijadoras de nitrógeno contribuye significativamente a mejorar las reservas de COS en el suelo (Fornara y Tilman 2008). Los suelos que reciben estiércol líquido tienen la capacidad de retener parte del C agregado a través de estos desechos animales. La adición a largo plazo de nutrientes orgánicos al suelo dentro de los sistemas de producción ganaderos aumenta las existencias de COS. Además, la introducción de especies de gramíneas con raíces profundas puede tener efectos positivos en el almacenamiento del mismo (Fisher *et al*. 1994). El aumento de la biomasa de la planta después de la fertilización tiende a producir mayores aportaciones de carbono al suelo, con efectos positivos asociados con las reservas de COS (Kätterer *et al*. 2012).

Andrade (1999) y Avila (2001) en el trópico húmedo y GEF (2007) en el trópico subhúmedo de Costa Rica reportaron tasas de fijación de carbono en pasturas mejoradas con árboles entre 1 a 2,3 toneladas de carbono/ha/año. Por tanto, se considera que las pasturas mejoradas arboladas funcionan como sumideros de carbono.

4.5.2 Manejo de excretas y residuos vegetales

Los residuos vegetales y pecuarios no tratados constituyen una importante fuente de contaminantes para el agua y el suelo. La gestión de las excretas (estiércol y orina) incluyen todas las actividades que implican la recolección, el almacenamiento y utilización de las heces y la orina del ganado. Su gestión adecuada es importante para mitigar las emisiones de GEI y para aprovechar los nutrientes, la energía y reducir otros impactos ambientales negativos de la producción ganadera, tales como la contaminación del aire y del agua. Aunque el estiércol representa sólo el 10% de las emisiones totales del ganado, innovaciones asociadas con su manejo ofrecen oportunidades tecnológicamente maduras para la mitigación de sus efectos sobre el ambiente, y además cumplen con otros objetivos económicos y sociales, aunque su costo-efectividad puede depender de la escala de trabajo (GRA SAI 2013).

Por otra parte, los residuos vegetales que quedan en los comederos de los animales o que caen al suelo pueden aprovecharse en las fincas para elaborar abonos orgánicos como el compost que luego se utilizan en la fertilización de bancos forrajeros o pastos de corte (Arciniegas 2017).

4.5.3 Temas de investigación

- Determinar la biodiversidad existente en diferentes usos de la tierra presentes en fincas ganaderas en diferentes condiciones agroecológicas en ALC.
- Determinar la huella del agua asociada a diferentes sistemas de producción ganaderos presentes en diferentes condiciones agroclimáticas en ALC.
- Evaluar la acumulación y la fijación del COS, la densidad aparente en diferentes usos de la tierra (p.e., pasturas de gramíneas solas y en asocio con leguminosas y silvopasturas) bajo diferentes condiciones agroecológicas y de manejo.
- Estudiar la inhibición biológica del nitrógeno en diferentes especies de pastos y bajo diferentes condiciones agroecológicas.
- Generar metodologías estándar para determinar las huellas de carbono, agua y biodiversidad y el balance de carbono, ACV en fincas e industrias relacionadas a la ganadería.
- Evaluar metodologías que permitan estandarizar protocolos para cuantificar CO_2, CH_4, N_20 y NH_3 en diferentes sistemas de producción ganaderos con bovinos y otras especies de rumiantes.
- Homologar las métricas de cuantificación de GEI y generar factores de emisión de GEI locales para los sistemas de producción ganaderos que contribuyan con los inventarios nacionales de GEI.
- Generar una base de datos con información de los contenidos de carbono almacenado y fijado dentro de diferentes sistemas productivos presentes en las diferentes zonas agroclimáticas de ALC para utilizarla como una herramienta para la toma de decisiones rápidas y de soporte para decisores de políticas.
- Desarrollar o validar modelos para predecir la fijación de carbono en la biomasa aérea y en el suelo bajo distintos usos de la tierra.
- Cuantificar las emisiones de GEI asociadas a diferentes formas de almacenamiento, distribución e incorporación de excretas en el suelo.
- Determinar los contenidos de N, P, Ca y coliformes fecales en las aguas residuales recolectadas en diferentes sistemas de producción ganaderos y en acuíferos en el área de influencia de fincas ganaderas.
- Determinar los costos evitados en fincas que utilizan la energía y nutrientes provenientes de tecnologías adecuadas de manejo integral del estiércol.

4.6 Cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado

Este capítulo hace referencia a los efectos del cambio climático sobre los sistemas de producción ganaderos.

4.6.1 Efectos del cambio climático sobre la producción ganadera

El cambio climático se manifiesta de forma directa mediante el incremento en la temperatura ambiental, mayor variabilidad en los patrones de precipitación entre y dentro de años y mayor frecuencia de eventos climáticos extremos (p.e sequías, heladas, inundaciones). También afecta el desempeño fisiológico (Gaughan y Cawsell-Smith 2015), productivo (Pezo 2016) y reproductivo

(Hansen 2009) de los animales, así como la disponibilidad de alimentos (Sejian *et al.* 2016). Se considera que el cambio climático compromete el desempeño productivo y ambiental de los sistemas de producción ganaderos.

4.6.2 Temas de investigación

- Evaluar el efecto del cambio climático sobre los parámetros productivos y reproductivos de los animales, la productividad y calidad de los pastos y forrajes, la resiliencia de los diferentes sistemas productivos presentes en distintas zonas agroecológicas, con distintas condiciones de manejo, la rentabilidad de las fincas y las emisiones de GEI.
- Evaluar el efecto del cambio climático sobre los microorganismos del suelo, plagas y enfermedades presentes en sistemas productivos en diferentes zonas agroecológicas y bajo diferentes sistemas de manejo.

4.7 Condiciones habilitadoras para alcanzar la intensificación sostenible

Para lograr la ISG en un país o región es importante que existan una serie de condiciones habilitadoras (Figura 1) que permitan a los actores involucrados en los diferentes segmentos de las cadenas de valor ganaderas ser más competitivos.

Figura 1 Condiciones habilitadoras necesarias para alcanzar la intensificación sostenible de la ganadería. Fuente: elaboración propia.

4.7.1 Marco de políticas y acuerdos comerciales

El marco de políticas está constituido por un conjunto de instrumentos de políticas públicas nacionales e internacionales y las acciones del sector privado. En cada uno de los países de ALC existen políticas derivadas de decretos, leyes, normativas y reglamentos de aplicación local, nacional o regional, las cuales deben revisarse para entender la relación directa o indirecta que estas tienen con los procesos de investigación, transferencia de tecnología y adopción de tecnologías que conducen a la ISG. En algunos países de la región hay experiencia con políticas de fomento a la producción sostenible; por

ejemplo en Brasil, el Programa del novillo Precoz incentivó a los productores a mejorar y manejar las pasturas y promovió el mejoramiento genético de los hatos de carne para que los productores acortaran el periodo de sacrificio de los animales (IEL 2000), otras políticas que han promovido los estados para mejorar la competitividad de la ganadería especialmente en los mercados externos son el mejoramiento de la seguridad alimentaria y nutricional, salud animal, la inocuidad de alimentos, la trazabilidad grupal e individual de los animales, las políticas financieras para facilitar inversiones en los diferentes eslabones de las cadenas productivas, y para el fortalecimiento de los sistemas de investigación y extensión y el desarrollo de infraestructura vial y portuaria, proyectos de riego, centros de acopio, fortalecimiento del sector industrial y comercialización de los productos a nivel local para ayudar a que las cadenas de producción ganaderas favorezcan la ISG.

Laens y Paolino (2004) mencionan que la negociación de cuotas preferenciales para acceder a mercados, por ejemplo la cuota Hilton que otorgó Estados Unidos a Uruguay o la certificación por parte de la Organización Internacional de Epizotias (OIE), donde certifica que el país es libre de fiebre aftosa con o sin vacunación, son ejemplos claros de como un acuerdo comercial o el reconocimiento de un ente mundial acreditado favorecen la comercialización de los productos de un país en mercados internacionales.

4.7.2 Acuerdos y condiciones intrínsecas de los actores que componen las cadenas de valor ganaderas

4.7.2.1 Acuerdos entre actores

En Uruguay, por ejemplo, la Asociación Uruguaya de Producción de Carne Intensiva produce 45 000 novillos para consumidores en Estados Unidos, los cuales se asocian con un determinado frigorífico y venden a un precio mayor al promedio en este mercado. De esta manera, los diferentes segmentos de la cadena obtienen mayores ganancias las cuales se reparten de manera equitativa entre los diferentes eslabones de las cadenas productivas (Laens y Paolino 2004). Otro ejemplo de asociatividad lo constituye la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos RL en Costa Rica, que actualmente recolecta más de 1 100 000 litros de leche diarios, los procesa y la mayor parte de la producción la coloca en el mercado interno y en otros países de Centroamérica. Cabe mencionar que gracias a la cooperativa, sus miembros reciben el precio más alto por litro de leche que se paga en Centroamérica.

4.7.2.2 Condiciones intrínsecas de los actores involucrados en las cadenas de valor

Para lograr la ISG es deseable que se trabaje en una cadena de valor integrada donde los actores se comprometan a jugar sus roles, entendiendo que el trabajo conjunto genera responsabilidades y beneficios.

Las instituciones de gobierno norman, regulan y crean las condiciones para promover la investigación, difusión y adopción de tecnologías. Los ministerios de agricultura y ganadería, mediante sus entes fiscalizadores, velan por el cumplimiento de los protocolos sanitarios de manejo de los hatos y de inocuidad en el manejo de los productos llámense leche, carne o sus derivados y regula la importación y exportación de insumos y productos. Los aspectos de inocuidad de los productos también competen a los ministerios de salud. Los tribunales de justicia resuelven conflictos de intereses entre actores involucrados en la cadena, los ministerio de economía regulan los precios en el mercado y ayuda a identificar mejores oportunidades para el comercio de productos, los

ministerios de obras públicas y transportes construyen y mantienen la red vial y sistemas novedosos de comunicación y el sistema bancario ofrece recursos financieros para promover innovaciones tecnológicas. Cabe mencionar que en algunos casos puede ser necesaria la participación de otras instituciones gubernamentales.

Las organizaciones sectoriales de productores (p.e., corporaciones, asociaciones, cooperativas, centros agrícolas, consorcios de experimentación agropecuaria), son responsables de promover la asociatividad entre los actores para promover mejoras en productividad e higiene en las explotaciones, abastecer de materia prima de calidad a la industria, capacitar a los productores, obtener incentivos y financiamiento y el reconocimiento del valor agregado a los productos.

Los industriales por su parte, deben ofrecer cumplir con los requisitos que demandan los compradores, contar con personal bien capacitado, disponer del equipo que permita responder a las regulaciones de inocuidad y calidad estipuladas por las entidades gubernamentales, manejar las materias primas con altos estándares de calidad, tercerizar actividades, asegurar la trazabilidad de los productos, tener la capacidad apropiada para manipular, empacar y almacenar los productos y presentar costos competitivos.

Los comerciantes deben identificar las demandas de los mercados, mercadear los productos a nivel nacional e internacional tratando de satisfacer las necesidades de los clientes, mostrar las bondades de los productos y el etiquetado cuando fuese necesario para que los consumidores reconozcan los diferentes productos en función de sus atributos de calidad y origen, mostrar el valor agregado de los productos, negociar cuotas, aranceles y precios diferenciales que permitan obtener una retribución justa para todos los actores de las cadenas de producción.

En Uruguay, por ejemplo, el INIA, las universidades, el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, el Instituto Nacional para la Promoción de la Carne Vacuna, los productores, los industriales, los transportistas y los comercializadores vienen trabajando coordinadamente creando un ambiente favorable para que finalmente los productores, industriales y transportistas cuenten con mayor número de tecnologías disponibles que les permita intensificar la ganadería en su país y así obtener una mayor retribución económica por su trabajo. Cada una de las instituciones y sus roles deben ser constantemente evaluados para determinar si existen limitantes y tomar medidas correctivas, en caso de que haya que hacerlo, para propiciar la competitividad del sector ganadero.

4.7.3 Mecanismos de incentivos

Los diferentes actores de los eslabones de las cadenas de producción ganaderas requieren de apoyo financiero y no financiero para facilitar la adopción de tecnologías. Entre los instrumentos financieros innovadores utilizados en fincas ganaderas se encuentran los créditos, pago por servicios ambientales, donaciones, certificaciones ambientales (producción orgánica, producción sostenible, bajas emisiones, etc.), entre otros (Dagang y Nair 2003; López *et al.* 2007; Casasola *et al.* 2007; FDL 2008. Mientras que en los instrumentos no financieros se tienen los ejemplos de subsidios, exoneraciones de impuestos, asistencia técnica, entrega de semillas, material y equipo y capacitación (Pezo *et al.* 2007). En la mayoría de los casos los instrumentos se han enfocado en la promoción de tecnologías que contribuyen con la conservación de los recursos naturales (suelo, agua y biodiversidad), desarrollo de la ganadería sostenible, sistemas que favorecen la adaptación y mitigación frente al

cambio climático (por medio de la reducción de emisiones y/o captura y almacenamiento de carbono) y comercio justo, entre otros.

4.7.4 Desarrollo, innovación y transferencia de tecnología

Está demostrado que el conocimiento y el desarrollo están íntimamente relacionados con la innovación tecnológica. Para el sector ganadero se entiende la innovación tecnológica como la forma de crear nuevas ideas y procesos que den origen a estrategias novedosas de manejo, productos mejorados y servicios de calidad para fomentar el cambio de manera continua con miras a mejorar la productividad de las fincas y la calidad e inocuidad de los productos (leche y/o carne), tanto a nivel de finca como de la industria, y la colocación de los productos en los mercados en condiciones y a precios que favorezcan a todos los actores. Un indicador de éxito es lograr una relación positiva costo – beneficio, con lo cual se eficientizan las inversiones de recursos económicos y humanos.

En el desarrollo de tecnologías es importante tomar en cuenta que rara vez una innovación es de aplicación universal; por el contrario, estas deben ajustarse dada la diversidad de condiciones geográficas, ecológicas, económicas y socioculturales que se presentan en ALC. Las adaptaciones deben darse a cada contexto particular para que verdaderamente sean de utilidad y traigan valor agregado a los productores ganaderos. Adicionalmente, hay herramientas tecnológicas relacionadas con la comunicación e información (TIC) que hoy en día están tomando mucha relevancia; por ejemplo, el uso de los drones para monitorear la fertilidad de los campos y la producción de forrajes, aplicaciones móviles para mejorar la captura, manejo y acceso de la información, los sistemas de alerta temprana y la transferencia de tecnología a través de dispositivos electrónicos, entre otros.

Es importante que cuando se transfiere una tecnología exista una etapa de acompañamiento y asistencia técnica especializada que permita guiar a los productores en el proceso de toma de decisiones para realizar ajustes que contribuyan a reducir riesgos, evitar los fracasos y optimizar el uso de estas tecnologías para asegurar que se compensen las inversiones realizadas.

4.7.5 Características deseables de los productos y su relación con los mercados

En los últimos años la demanda por proteínas de origen animal a nivel mundial y en los países en vías de desarrollo ha venido aumentando. La aparición de la encefalopatía espongiforme bovina (EEB) o "enfermedad de las vacas locas" en el Reino Unido en 1996, y posteriormente en los Estados Unidos en el 2004, cambió el mercado mundial de carne bovina. Hasta el año 2002, Estados Unidos y Australia dominaban el mercado de exportación de carne con una participación de casi el 40%, pero luego de la aparición de la EEB en Estados Unidos su participación cayó a menos del 10%, lo que favoreció las exportaciones de países como Australia, Brasil y Uruguay (Almeida 2009). Esta experiencia ilustra la importancia de considerar la demanda de los consumidores y la inocuidad de los alimentos al momento de definir la calidad de los productos que irán al mercado y cómo este incide en la definición de líneas de trabajo que conlleven para la obtención de nuevos mercados y la consolidación de los ya existentes.

La oferta de productos diferenciados debe satisfacer conceptos de conveniencia, inocuidad, valor nutricional e imagen saludable que demandan los mercados (Silva *et al.* 2006). En ese sentido, la

calidad está definida por la totalidad de las características de un producto o servicio que satisfacen las necesidades o deseos explícitos e implícitos del cliente (Aquino 2011).

Si se toma el caso de la cadena de la carne bovina como ejemplo, para la calidad de la carne de res hay dos conceptos diferentes: la calidad de la canal y la calidad final de la carne. Las fases productivas criador - engordador se vinculan en mayor medida con la calidad de la canal, mientras que la calidad final de la carne se refiere a los atributos exigidos por el consumidor a lo largo de toda la cadena de valor de la carne (Almeida 2009).

4.7.6 Temas de investigación

- Conocer los marcos institucionales y políticas existentes en cada país para identificar las condiciones que favorecen o impiden la ISG y la producción de productos de calidad.
- Investigar el efecto de aplicar incentivos financieros y no financieros, para promover la adopción de prácticas y tecnologías que incrementen la productividad y reduzcan las emisiones de GEI.
- Evaluar las barreras arancelarias y no arancelarias de la leche y la carne que enfrentan los países de ALC cuando participan en mercados internacionales.
- Evaluar la contribución de las políticas financieras para mejorar la producción primaria y la infraestructura existente en los países para mejorar la competitividad de las cadenas de la leche y la carne.
- Evaluar el efecto de medidas orientadas al bienestar animal en el transporte y el manejo previo y durante la matanza sobre la calidad de la carne (color de la carne y de la grasa, pH, marmoleo, terneza).
- Determinar la capacidad de las industrias para manipular empacar, etiquetar y dar información de productos cárnicos con valor agregado.
- Evaluar los costos de producción, industria, distribución y mercadeo de productos en las cadenas de valor de la leche y carne en los países.
- Evaluar los gustos y preferencia de los consumidores.

5 AGENDA DE INVESTIGACION PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

El incremento en la demanda de productos de origen pecuario en ALC, en un escenario de cambio climático, constituye un desafío importante para el sector ganadero y de manera especial, para los actores responsables de la producción primaria en las cadenas de producción ganaderas, pues estas deberán enfocarse en la intensificación sostenible de la producción, pero además en la competitidad para subsistir.

Dentro de ALC se presentan áreas con condiciones agroecológicas muy diversas: desde las que presentan condiciones tropicales en las subregiones América Central y Caribe, amplias áreas en los países de la subregión Andina y parte de algunos países del Cono Sur; las que presentan condiciones templadas en el Cono Sur y en las zonas de altura de Centroamérica y el Caribe y de la subregión Andina. Condiciones de páramos en las partes más altas de la subregión Andina y en el extremo sur del Cono Sur; así como condiciones áridas y semiáridas en el norte de México, en la región costera de Suramérica, y partes de Brasil, entre otros. También, dentro de las subregiones se encuentran

variaciones socioculturales y económicas muy diferenciadas, las cuales han llevado al desarrollo de sistemas ganaderos desde subsistencia hasta aquellos comerciales altamente tecnificados. Esto exige que, si bien en toda ALC existe la necesidad de cambiar los paradigmas de producción para el logro de la intensificación sostenible que haga más competitivo el sector, los mecanismos e innovaciones a investigar y promover deben ajustarse a las condiciones agroecológicas prevalentes.

Cabe mencionar que para que el sector ganadero sea más competitivo se requiere que cada uno de los eslabones de las cadenas de valor ganaderas (leche y carne), sea también más competitivo para que, como producto de la competitividad general, los beneficios para cada uno de los eslabones sean mayores. Para el logro de este propósito se requiere además que se presenten en los países condiciones habilitadoras apropiadas para promover la intensificación sostenible de la ganadería.

Con base en lo presentado en secciones anteriores, en el Cuadro 1 se presenta una propuesta de agenda de investigación para la intensificación sostenible de la ganadería en ALC, la cual hace referencia a los ejes, líneas y temas en los cuales se requiere investigar para incrementar la productividad de las cadenas de valor ganaderas del sector primario. La misma se compone de siete ejes temáticos: tres ejes insignia, a saber: i) genética y genómica animal; ii) nutrición y alimentación animal; iii) manejo y salud animal; y cuatro ejes transversales: iv) eficiencia productiva, económica y ambiental; v) manejo de recursos naturales y ambiente; vi) cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado; y vii) condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible. En cada eje temático se han identificado temas altamente relevantes que ayudarán a la ISG de los sistemas de producción ganaderos en diferentes subregiones y sectores dentro de las subregiones en ALC (Cuadro 1).

Cuadro 1 Agenda de investigación para la intensificación sostenible del sector primario de la ganadería en diferentes subregiones de ALC

Eje	Líneas (celeste) y temas en color transparente	Zona agroecológica	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Genética y genómica animal	Evaluación de razas criollas y cebuinas existentes en ALC y sus cruces en diferentes sistemas productivos y condiciones agroecológicas, en términos de:	-			
	* Adaptación al estrés calórico en los trópicos y al frío en los Andes altos	ZTVIMT, TH, TSH, TS			X
	* Alta producción por unidad de alimento consumido y menores emisiones de GEI	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Tolerancia a plagas y enfermedades en condiciones tropicales	TH, TSH, TS			X
	* Longevidad y eficiencia reproductiva	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS			X
	* Calidad de carne	ZTVIMT, TH, TSH		X	
	* Evaluar herramientas genómicas para mejorar la eficiencia alimentaria y la calidad de la carne y la leche en diferentes agroecosistemas en ALC	ZTVIMT, TH, TSH		X	
Nutrición y alimentación animal	Contribución de diferentes fuentes de alimentación sobre el desempeño productivo y reproductivo, la resiliencia ante el cambio climático y la reducción de emisiones de GEI en los sistemas de producción ganaderos más representativos.	-			

Eje	Líneas (celeste) y temas en color transparente	Zona agroecológica	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	* Evaluación de especies forrajeras resistentes/tolerantes a estrés y factores asociados al cambio climático	ZTVIMT, TH, TSH	X		
	* Evaluación de especies forrajeras con capacidad de inhibir biológicamente el nitrógeno	TH, TSH	X (Subregión Andina)		
	* Incorporación de leguminosas en sistemas pastoriles y silvopastoriles	ZTVIMT, TH, TSH	X		
	* Evaluación de forrajes conservados	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS	X		
	* Rastrojos de cosechas	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS	X		
	* Uso de subproductos agrícolas y agroindustriales	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS	X		
Nutrición y alimentación animal	Opciones de manipulación del ecosistema ruminal para reducir emisiones de GEI.	-			
	* Inclusión en la dieta de forrajes con metabolitos secundarios	ZTVIMT, TH, TSH		X	
	* Uso de aditivos en la dieta (p.e. antibióticos, compuestos químicos, etc.)	ZA, ZTVIMT, TH, TSH		X	
	* Modificaciones en la formulación de la dieta y en su oferta	ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Uso de vacunas o inoculación de cepas seleccionadas de microrganismos ruminales	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS			X
Manejo y salud animal	Prácticas de manejo ganadero que ayuden a mejorar la eficiencia productiva y reproductiva de los hatos y que contribuyan a reducir la huella ecológica.	-			

Eje	Líneas (celeste) y temas en color transparente	Zona agroecológica	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	* Evaluación de la prevalencia de enfermedades y plagas emergentes y su control	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Evaluación del impacto de diferentes criterios de descarte de animales para reducir la huella ecológica del hato	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS			X
	* Evaluar la costo - efectividad de diferentes opciones de alimentación para la crianza de terneras y terneros	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Evaluación de opciones de "creep feeding" y destete precoz sobre el desarrollo de terneros y comportamiento reproductivo de las vacas	ZTVIMT, TH, TSH			X
	* Evaluación de los parámetros reproductivos y las diferencias esperadas de la progenie en sementales	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Alimentación estratégica de las vacas de cría para mejorar los indicadores reproductivos del hato	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
Eficiencia productiva, económica y ambiental	Desarrollo, calibración y utilización de metodologías para medir emisiones y modelos de simulación para predecir el comportamiento económico y ambiental de diferentes sistemas de producción presentes en las diferentes zonas agroecológicas de ALC.	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS			
	* Evaluar las emisiones de GEI en diferentes sistemas productivos bajo diversas condiciones de manejo	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	

Eje	Líneas (celeste) y temas en color transparente	Zona agroecológica	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	* Desarrollar, calibrar y utilizar modelos para evaluar la productividad, rentabilidad y emisiones de GEI en hatos de diferentes sistemas productivos y condiciones de manejo	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X (Sub región Cono Sur)	X (Otras sub regiones)
Manejo de recursos naturales y ambiente	Relación entre prácticas de manejo de pasturas, silvopasturas, rotaciones cultivos-pastos sobre la acumulación y la fijación de carbono en biomasa aérea y en el suelo en sistemas de producción ganadera.	-			
	* Evaluar el efecto de diferentes prácticas para la rehabilitación o renovación de pasturas degradadas	ZA, ZTVIMT, TH, TSH		X	
	* Evaluar el efecto de la fertilización de pasturas	ZTVIMT, TH, TSH	X		
	* Evaluar el efecto de diferentes opciones de intensificación en el manejo del pastoreo	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Evaluar el efecto de diferentes opciones silvopastoriles	TH, TSH, TS		X (con especies de rápido crecimiento y leñosas forrajeras)	X (con especies de más lento crecimiento)
Manejo de recursos naturales y ambiente	Degradación de suelos (p.e., erosión, compactación, pérdida de fertilidad) en fincas ganaderas				
	* Evaluar el efecto de las prácticas de manejo de recursos forrajeros	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	

Eje	Líneas (celeste) y temas en color transparente	Zona agroecológica	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	* Evaluar el efecto de cambios de uso en fincas ganaderas (p.e. extracción de leñosas)	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Cuantificación de las pérdidas económicas asociadas a la degradación de suelos y pasturas en sistemas ganaderos	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
Manejo de recursos naturales y ambiente	Generación de otros servicios ecosistémicos asociados al manejo de diferentes sistemas de producción ganaderos presentes en ALC.				
	* Evaluación del efecto de diversas formas de uso del suelo en fincas ganaderas sobre la biodiversidad y la disponibilidad del recurso hídrico	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
Manejo de recursos naturales y ambiente	Calidad de las aguas residuales recolectadas en diferentes sistemas de producción ganaderos y en acuíferos presentes en el área de influencia de fincas ganaderas en diferentes regiones agroecológicas en ALC.	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS			
	* Evaluación de residuos de pesticidas y de otros agroquímicos en agua	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS	X		
	* Evaluación de la concentración de coliformes fecales y otros patógenos en agua	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
Cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado	Efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la producción ganadera en diferentes sistemas productivos presentes en distintas zonas agroecológicas de ALC.				

Eje	Líneas (celeste) y temas en color transparente	Zona agroecológica	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	* Evaluar el efecto del cambio climático sobre la calidad de los pastos y forrajes	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS	X (bajo condiciones controladas en invernadero y cámaras de crecimiento)		
	* Evaluar el efecto del cambio climático sobre la productividad y rentabilidad de las fincas	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS			X
	* Evaluar el efecto de diversas intervenciones que contribuyen a mejorar la resiliencia al cambio climático en sistemas ganaderos	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS			x
Condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible	Condiciones habilitadoras que promueven la ISG y la mejora en la competitividad de la ganadería	-			
	* Preparar un inventario comparativo de las políticas y regulaciones que contribuyen a promover la ISG y la competitividad	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS	X		
	* Evaluar el papel de los incentivos financieros y no financieros para promover la adopción de prácticas y tecnologías que incrementen la productividad y reduzcan las emisiones de GEI en las fincas ganaderas	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	

Eje	Líneas (celeste) y temas en color transparente	Zona agroecológica	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	* Evaluar el efecto del pago por calidad de producto (p.e. clasificación de canales y cortes; sólidos totales, células somáticas en leche), como incentivos para mejorar la productividad	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	
	* Identificar intervenciones en campo que contribuyen a mejorar el posicionamiento de los productos ganaderos en diferentes mercados	ZA, ZTVIMT, TH, TSH, TS		X	

tZonas agroecológicas: ZA: zona alta de los Andes, Patagonia; ZTVIMT: zona templada, valles interandinos y montañas altas tropicales; TH: Trópico húmedo; TSH: trópico subhúmedo, TS: trópico semiárido.

Plazo en que se espera obtener resultados de la investigación: corto plazo de (0 a 2 años); mediano plazo (2 a 4 años); largo plazo: más de 4 años.

La agenda de investigación para la intensificación sostenible del sector primario de la ganadería en ALC debe incrementar la productividad, la rentabilidad y reducir emisiones de GEI, haciendo un uso racional de los recursos naturales. Por lo tanto, las investigaciones que se proponen en esta agenda necesariamente deben contribuir al alcance de la ISG en ALC.

Los temas de investigación seleccionados en el eje temático Genética y genómica animal requieren que evalúen los cruces de ganado criollo o cebuino con razas de zonas élite para mejorar el desempeño actual en aspectos relacionados a la tolerancia del estrés calórico, al incremento del desempeño productivo y reproductivo de los animales, al incremento en la resistencia a plagas y enfermedades, así como a la selección de animales que presenten menores emisiones de GEI por cantidad de alimento consumido.

Los temas de investigación seleccionados en el eje temático Nutrición y alimentación animal apuntan a evaluar en la inclusión de las dietas de los animales, diferentes fuentes alimenticias y compuestos químicos y orgánicos. Específicamente en los temas sobre microbiología ruminal, se propone realizar investigaciones para manipular el rumen mediante inhibidores de la metanogénesis como los antibióticos, el uso de aditivos como grasas y aceites o compuestos químicos sintéticos, compuestos naturales como las saponinas y los taninos y las vacunas y su efecto sobre las emisiones de GEI. De acuerdo a los expertos en nutrición y alimentación animal, no solo es importante evaluar el efecto de los alimentos y de los compuestos sobre las emisiones de GEI, sino también sobre la salud del animal, su efecto sobre la productividad y las propiedades de la carne y la leche, así como evaluar los costos de utilización de las tecnologías a implementar.

Los temas de investigación seleccionados en el eje Manejo y salud animal proponen evaluar el desempeño de indicadores productivos, reproductivos y ambientales de los animales para descartar aquellos animales cuya producción es baja o su comportamiento reproductivo es deficiente, así como la evaluación de los sementales quienes pueden ser determinantes en el comportamiento reproductivo del hato, la evaluación de enfermedades metabólicas como la mastitis subclínica en hatos lecheros, y la retención de placenta y el efecto de instalaciones apropiadas sobre el desempeño económico y ambiental de los sistemas productivos.

Los temas de investigación seleccionados en el eje sobre Eficiencia productiva, económica y ambiental de los sistemas de producción ganaderos de agricultura familiar y comercial presentes en ALC se orientarán a evaluar de forma holística el efecto de las mejoras genéticas del hato, las ofertas alimenticias, las prácticas de manejo del hato y el mejoramiento de los parámetros reproductivos sobre la productividad de carne y leche, la rentabilidad, las emisiones de GEI y la resiliencia de los sistemas de producción ganaderos ante el cambio climático. También se espera desarrollar y evaluar modelos de simulación que permitan modelar escenarios que ayuden a tomadores de decisiones a fomentar modelos de producción ganaderos familiares que contribuyan a reducir la pobreza, a alcanzar la seguridad alimentaria y a colocar excedentes en los mercados y sistemas de producción ganaderos comerciales que contribuyan con la ISG en ALC.

Los temas seleccionados en el eje Manejo de recursos naturales y ambiente se orientan a la evaluación de metodologías y a la generación de protocolos estandarizados y reconocidos para evaluar la fijación y el almacenamiento de carbono; nutrientes como el nitrógeno, fósforo y el calcio; emisiones de GEI; la determinación de nitrógeno, fósforo y carbono en aguas residuales provenientes de diferentes sistemas ganaderos; el reciclaje de nutrientes y la utilización de energía proveniente de los subproductos de la actividad ganadera; la acumulación de carbono y la inhibición biológica del

nitrógeno; la evaluación de la calidad, disponibilidad del agua y su huella; la biodiversidad, la huella de carbono y la fijación de carbono atribuibles a los usos de la tierra y la relación existente en los paisajes ganaderos y la salud de los ecosistemas y la competitividad de los mismos; la evaluación del efecto de la recolección, almacenamiento y la aplicación de las heces y la orina del ganado sobre las emisiones de gases de efecto invernadero; la contaminación de fuentes de agua superficiales y subterráneas y el aprovechamiento de la energía y los nutrientes que contienen los purines y los residuos vegetales. El tema reciclaje eficiente de nutrientes no solo es importante desde el punto de vista ambiental, sino también desde la óptica de la economía del sistema.

Los temas seleccionados en el eje sobre cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado permitirán evaluar el efecto del mismo sobre el estrés calórico y el desempeño productivo y reproductivo de los animales, así como sobre las poblaciones de microrganismos, parásitos y plagas existentes en diferentes sistemas de producción ganaderos.

Los temas seleccionados en el eje Condiciones habilitadoras necesarias para la intensificación sostenible permitirán evaluar el marco normativo y las políticas existentes en los países que pueden favorecer la ISG en la ganadería, el efecto de los incentivos financieros sobre la adopción de prácticas forrajeras que conlleven al incremento de la producción y a la reducción de emisiones de GEI, los gustos y preferencias de los consumidores, para que el sector productivo satisfaga las necesidades de los consumidores, el efecto de los sistemas de pago basados en la clasificación de canales sobre la calidad de la carne e investigar el efecto de los productos con trazabilidad, inocuidad, empaque, etiquetado, sellos y certificaciones sobre las preferencias de los consumidores y el acceso a los mercados.

Una vez consensuados y priorizados los ejes y los temas de investigación propuestos para cada una de las subregiones, se determinó que en la subregión de Centroamérica y el Caribe es prioritario investigar sobre alimentación y nutrición de los animales y dentro de este eje se apunta al tema de la renovación y recuperación de los sistemas pastoriles y silvopastoriles, para contar con una mayor disponibilidad y calidad de los forrajes que les permita a los ganaderos incrementar su resiliencia ante el cambio climático. Es prioritario investigar la genética de los animales y como podría contribuir a mejorar la salud y los parámetros productivos y reproductivos de los animales.

En la subregión Andina el principal objetivo de la agenda de investigación es proveer seguridad alimentaria a las familias campesinas y reducir las amenazas relacionadas a las variaciones del clima y el cambio climático. Por lo tanto, el eje de alimentación y nutrición de los animales y el de manejo de pasturas son fundamentales para mejorar la disponibilidad y calidad de forrajes durante todo el año, así como balancear dietas con concentrados y subproductos de las agroindustrias.

En la subregión del Cono Sur el objetivo principal de la agenda de investigación es incrementar la productividad de los sistemas de producción actuales. Para ello es necesario mejorar el manejo actual de los pastos naturales y mejorados presentes en los sistemas de producción ganaderos y los parámetros reproductivos de los sistemas ganaderos de cría. Aunque ya existen productores que manejan apropiadamente sus pasturas, la alimentación y los animales se debe seguir trabajando con aquellos productores que aún desarrollan ganadería extensiva en el Cono Sur.

En las tres subregiones, aunque existen unas pocas evaluaciones holísticas de los sistemas de producción ganaderos en diversas condiciones agroecológicas y socioeconómicas, se requiere seguir

investigando sobre la mayoría de temas propuestos en la agenda y no basta solamente con realizar solamente algunos de los temas propuestos de manera aislada. Es fundamental tener en las fincas el apropiado material genético, una adecuada alimentación y nutrición, apropiado manejo de los animales, una evaluación de los indicadores de desempeño biofísico, económico y ambiental, generar servicios ecosistémicos saludables, reutilizar la energía y nutrientes existentes en los sistemas productivos como base para la conservación de los recursos naturales y, mediante la adopción de buenas prácticas ganaderas, poder contar con sistemas de producción más resilientes ante la variabilidad y el cambio climático. Para lograr la ISG será determinante que existan condiciones habilitadoras que permitan el desarrollo del sector primario de las cadenas de valor ganaderas.

6 PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE DE LA GANADERÍA EN ALC

Es necesaria la revisión de esta propuesta de agenda de investigación por expertos de ALC. Se proponen varias opciones: a. Una serie de webinarios de consulta donde se presente la agenda en secciones, invitando para cada una de ellas comentaristas clave que ayuden a facilitar la discusión; b. Realizar reuniones presenciales de consulta con expertos de las diferentes subregiones; puede ser una por subregión o una sola con participantes de las diferentes subregiones; y c. Aprovechar la XXVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal a realizarse en Colombia en octubre del 2020 e invitar a actores clave de las tres subregiones de ALC para que permanezcan un día adicional pre- o postcongreso, para revisar la agenda de investigación propuesta y para que desarrollen el plan de implementación de las investigaciones que consideren pertinentes de realizar en su subregión. El plan de implementación de la agenda de investigación deberá mostrar a detalle el nombre de la o las instituciones que liderarán el desarrollo de los temas de investigación, el personal a cargo de cada tema de investigación, los compromisos de los recursos económicos y logísticos (equipos, laboratorios, transportes, etc.), en que incurrirían la o las instituciones que proponen desarrollar la investigación.

7 CONCLUSIONES

La agenda de investigación para la intensificación sostenible del sector primario de las cadenas de valor ganaderas para ALC se desarrolló considerando siete ejes temáticos: i) Genética y genómica animal; ii) Nutrición y alimentación animal; iii) Manejo y salud animal; iv) Eficiencia productiva, económica y ambiental; v) Manejo de recursos naturales y ambiente; vi) Cambio climático y su impacto sobre la producción de ganado; y vii) Condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible.

Existen dos tipos de sistemas de producción ganadera en ALC: los familiares, orientados en primera instancia a proveer seguridad alimentaria y nutricional a sus propietarios y los comerciales, que deben satisfacer la demanda de productos de origen animal en los mercados nacionales e internacionales. En ambos casos el énfasis se debe dar en la utilización racional de los recursos naturales, reduciendo las emisiones de GEI del sector y buscando incrementar la resiliencia ante el cambio y variabilidad climáticos.

En las zonas de trópico y subtrópico de ALC, es importante profundizar los esfuerzos de evaluación del ganado criollo y las razas cebuinas altamente adaptadas a las condiciones tropicales, así como sus cruces con razas europeas altamente productoras para poder contar con animales más adaptados al estrés calórico y a la presencia de plagas y enfermedades. En esos estudios se debe prestar atención no solo a los parámetros tradicionales asociados con el mejor desempeño productivo y reproductivo, sino también a generar información sobre la reducción en la huella ecológica de la carne y leche que estas producen. Algo similar se propone para el ganado criollo de las zonas altas de los Andes, reconocidos por su adaptación a la altura y a los fríos extremos. En las zonas templadas y en aquellas de los trópicos que no presentan extremos de temperatura como para comprometer la productividad de los animales, se deben evaluar la variabilidad entre animales de las razas existentes presenten en términos de producción y emisiones de GEI por unidad de alimento consumido con respecto al promedio del hato, y si estos atributos son heredables.

En las diferentes subregiones y condiciones agroecológicas presentes en ALC, un tema prioritario para intensificar la ganadería consiste en mejorar la disponibilidad y la calidad de los recursos forrajeros existentes (pasturas, silvopasturas, rastrojos de cosechas, forrajes conservados, subproductos agrícolas e industriales, etc.), para alimentar las diferentes categorías de animales presentes en los sistemas de producción de manera que se pueda lograr un mejor desempeño productivo y reproductivo de los animales, que sea económicamente viable, que contribuya a incrementar la resiliencia ante el cambio climático y a reducir las emisiones de GEI. Lo anterior supone una diversidad de trabajos que incluyen desde la evaluación de recursos alimenticios existentes con un nuevo enfoque, el mejoramiento genético de especies forrajeras, hasta el diseño de sistemas de manejo de los recursos alimenticios que conlleven a un uso más eficiente de estos solos o en combinación con otros alimentos.

Atención especial merece la identificación de aquellos forrajes que poseen metabolitos secundarios que contribuyen a reducir las emisiones de GEI, así como el uso de compuestos químicos y organismos que pueden utilizarse para manejar el ecosistema ruminal de los bovinos para la reducción de emisiones GEI, que sean de bajo costo, seguras para los humanos y animales y que no afecten la calidad de los productos.

Con respecto al manejo de los animales es relevante evaluar aquellas prácticas que ayudan a mejorar la eficiencia productiva en los hatos y que de esta manera contribuyan a reducir la intensidad de emisiones por kilogramo de producto animal y las del hato en su conjunto. En muchos casos, estos estudios deben apoyarse en el desarrollo, calibración y utilización de modelos de simulación que permitan evaluar esos atributos y la huella hídrica, además de los parámetros tradicionales de productividad animal, y las evaluaciones de la factibilidad económica de las intervenciones, etc. El uso de estas herramientas metodológicas para realizar análisis holísticos permitirá evaluar diferentes escenarios, tanto de decisiones de manejo como aquellos resultantes del cambio climático para las zonas agroecológicas y sistemas de producción más relevantes, de manera que ayuden en la toma de decisiones de los productores, los decisores de política, el sector financiero y otros actores involucrados en el sector ganadero.

En aquellas zonas donde se presenta degradación de suelos y pasturas en paisajes dominados por la ganadería, es necesario identificar los factores que han conducido a esa condición para diseñar estrategias que permitan revertir ese proceso y proponer a los productores acciones que permitan mejorar el manejo del recurso suelo, es cual es reconocido como la base para promover la sostenibilidad de los sistemas de producción ganaderos. Asimismo, se debe seguir evaluando la generación de servicios ecosistémicos en las diferentes subregiones de ALC y bajo diversas

condiciones de manejo, pues estos son elementos clave para un adecuado funcionamiento de los sistemas de producción ganaderos. También es necesario profundizar las investigaciones sobre el manejo apropiado de las excretas animales y otros residuos vegetales presentes en la finca, pues ellos constituyen oportunidades para mejorar la fertilidad de los suelos, son fuente de energía renovable y contribuyen a reducir la contaminación de fuentes de agua y otros recursos, previniendo posibles efectos sobre la salud humana y animal.

En cada país es necesario realizar un inventario de las condiciones habilitadoras existentes (marco de políticas y acuerdos comerciales, acuerdos entre actores y condiciones intrínsicas de los actores de las cadenas de producción, mecanismos de incentivos financieros y no financieros, características de los productos y su relación con mercados), que promueven la intensificación sostenible de la ganadería y mejorar la competitividad del sector ganadero, especialmente del eslabón primario de las cadenas de valor ganaderas. Esto debe resultar en una mayor oferta de productos de calidad a los industriales y, eventualmente, a los consumidores. Adicionalmente, es necesario identificar las intervenciones que pueden ayudar a posicionar mejor los productos animales en los mercados, involucrando trazabilidad, inocuidad, producción bajo protocolos de bienestar animal y manejo amigable con el ambiente, entre otros, para de esa manera obtener una mejor retribución por el trabajo en los sistemas ganaderos.

La suma de investigaciones y no cada una de ellas por separado, así como una visión holística del sector ganadero contribuirán a la intensificación sostenible y a mejorar la competitividad del sector primario de la ganadería en ALC.

8 REFERENCIAS

Abarca Monge, S; Soto Blanco, R; Villanueva Najarro, C. 2018. Pastoreo, consumo de materia seca y emisión de metano entérico en vacas Jersey y sus cruces con Bos indicus (póster). *In* Congreso Centroamericano del Sector Lácteo (VII, 2018, San José, Costa Rica).

Alcalá, AM. 2010. Biodiversidad y conservación de razas autóctonas de animales domésticos. Ambienta: 91:109-125.

Almeida, P. 2009. Uruguay país productor de carnes de calidad programas de certificación y trazabilidad, atributos esenciales para los mercados de alto valor. Rev Colomb Cienc Pecu. 22(3):346-351.

Andrade, H. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 70 p.

Anzola-Vásquez, HJ. 2005. Conservación y utilización de las razas bovinas criollas y colombianas para el desarrollo rural sostenible. Archivos de Zootecnia 54(206):141-144.

Appleby, M; Weary, D; Chua, B. 2001. Performance and feeding behaviour of calves on *ad libitum* milk from artificial teats. Applied Animal Behaviour Science 74:191-201.

Aquino, R. 2011. La calidad en la cadena de producción, industrialización y consumo de carnes (en línea). Consultado 18 set. 2018. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R138/R_138_28.pdf.

Arciniegas, D. 2017 ¿Cómo debe hacerse el manejo de residuos vegetales en ganaderías? (en línea). Consultado 15 ene. 2019. Disponible en https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-debe-hacerse-el-manejo-de-residuos-vegetales-en-ganaderias

Arzubi, A; Vidal, R; Moraes, J. 2017. Resultados económicos ganaderos. Informe Técnico Trimestral No 27 / Septiembre 2018 (en línea). s. l. Secretaria de Agroindustria. Ministerio de Producción y Trabajo. Presidencia de la Nación Argentina. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/resultados/_archivos//000001_Bolet%C3%ADn%20trimestral/000000-2018/000000_Bolet%C3%ADn%20N%C2%BA%2027%20SEPTIEMBRE%202018.pdf

Ávila, G, Jiménez, F; Beer, J; Gómez, M; Ibrahim, M. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales, en sistemas agroforestales en Costa Rica. Agroforestería en las Américas 8(30):32-35 p.

BarPeled, U; Robinzon, B; Maltz, E; Tagari, H; Folman, Y; Bruckental, L; Voet, H; Gacitua, H; Lehrer, R. 1997. Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. J. Dairy Sci. 80:2523-2528.

BID (Banco Interamericano de Desarrollo, Estados Unidos). 2019. Producto 1: Estado del arte de la investigación e innovación sostenible de los sistemas ganaderos y de la adaptación / mitigación ante el cambio climático en América Latina y el Caribe (documento electrónico). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 89 p. (1 documento electrónico). In Prep.

Blanco-Sepúlveda, R; Nieuwenhuyse, A. 2011. Influence of topographic and edaphic factors on vulnerability to soil degradation due to cattle grazing in humid tropical mountains in northern Honduras. Catena 86(2):130-137.

Boddey, R; Jantalia, C; Conceicao, P; Zanatta, J; Bayer, C; Mielniczuk, J; Dieckow, J, Dos Santos, H; Denardin, J; Aita, C; Giacomini, S; Alves, B; Urquiaga, S. 2010. Carbon accumulation at depth in Ferrasols under zero-till subtropical agriculture. Global Change Biology 16:784-795.

Calus MPL, De Haas Y, Pszczola M and Veerkamp RF 2013. Predicted accuracy of and response to genomic selection for new traits in dairy cattle. Animal 7:183–191.

Canosa, F; Feldkamp, C; Urruti, J; Morris, M; Moscoso, M. 2013. Potencial de la Producción ganadera Argentina ante diferentes escenarios. Consultado 25 set. 2018. Disponible en http://producirconservando.org.ar/intercambio/docs/TrabajofinalFC2012014.pdf

Carmona, JC; Bolívar, DM; Giraldo, LA. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 18(1):49-63.

Casasola, F; Ibrahim, M; Ramírez, E; Villanueva, C; Sepúlveda, C; Araya, J. 2007. Pagos por servicios ambientales y cambios en usos de la tierra en paisajes dominados por la ganadería en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. Agroforestería en las Américas (45):79-85.

Cassell B. 2009. Using heritability for genetic improvement. Virginia, United States of America, Virginia Tech & Virginia State University. (Technical Note 404-084).

Chung, Y; He, M; McGinn, S; McAllister, T; Beauchemin, K. 2011. Linseed suppresses enteric methane emissions from cattle fed barley silage, but not from those fed grass hay. Animal Feed Science and

Technology 166–167(23):321-329. Disponible enhttp://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.022.

Chuntrakort, P; Otsuka, M; Hayashi, K; Takenaka, A; Udchachon, S; Sommart, K. 2014. The effect of dietary coconut kernels, whole cottonseeds and sunflower seeds on the intake, digestibility and enteric methane emissions of Zebu beef cattle fed rice straw-based diets. Livestock Science 161: 80-89. Disponible en http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.003.

Clark, H; Kelliher, F; Pinares-Patino, C. 2011. Reducing CH4 emissions from grazing ruminants in New Zealand: challenges and opportunities. Asian-Australasian J. Anim. Sci. 24(2):295-302.

Colón, A; Benjamín, T; Pezo, D; Piniero, M; Aguilar Stoen, M. 2009. Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala. Agroforestería en las Américas 47:27-35.

Conant, R; Paustian, K; Elliott, E. 2001 Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. Ecological Applications 11:343-355.

Conrad, K.A., Dalal, R.C., Dalzell, S.A., Allen, D.E. & Menzies, N.W. 2017. The sequestration and turnover of soil organic carbon in subtropical leucaena-grass pastures. Agriculture Ecosystems and Environment 248:38-47.

Cottle, DJ; Nolan, JV., Wiedemann, SG. 2011. Ruminant enteric methane mitigation: A review. Anim. Prod. Sci. 51:491–51.

Dagang, ABK; Nair, PKR. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. Agroforestry Systems 59:149-155.

De Greef, J. 2009. Actual standing and perspectives for the sustainable use and development of parasite resistant or tolerant breeds in developed regions: Australia and NZ as an example. *In* Presentation, joint FAO/INRA workshop on animal genetic resources and their resistance/tolerance to diseases, with special focus on parasitic diseases in ruminants, Paris. 19-25. La referencia no guarda los elementos del manual IICA-CATIE, pero no la puedo corregir pues no la encuentro en internet.

de Haas, Y; Winding, J; Calus, M; Dijstra, J; de Haan, M; Bannink, A; Veerkamp, R. 2011. Genetic parameters for predicted methane production and potential for reducing enteric emissions through genomic selection. Journal of Dairy Science 94(12):6122-6134.

Dias-Filho, MB. 2007. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. Belem, Brazil, Ed. do Autor. 190 p.

Eckard, R; Grainger, C; De Klein, C. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review. Livestock Science 130(1):47-56.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Servicios ecosistémicos y biodiversidad (sitio web). Consultado 3 set. 2018. Disponible en http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. El futuro de la alimentación y la agricultura: Tendencias y desafíos. Consultado el 14 de diciembre 2018. Roma, Italia. Disponible en http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf

FDL (Fondo de Desarrollo Local). 2008. Productos financieros (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 20 oct. 2008. Disponible en http://www.fdl.org.ni/productos.es

Fernández, C; Lauric, A; de Leo, G; Billoto, F; Torres C; Machado, C. 2018. Modelación productiva, económica y emisión de metano en sistemas de cría vacuna de Bahía Blanca y Coronel Rosales. RIA online:129-135.

Fisher, M; Tao, I; Ayarza, M; Lascano, C; Sanz, J; Thomas, R; Vera, R. 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. Nature 371:236-238.

Fornara, D; Tilman, D. 2008. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. Journal of Ecology 96:314-322.

Gaughan, JB; Cawsell-Smith, AJ. 2015. Impact of climate change on livestock production and reproduction. *In* Sejian, V; Gaughan, J; Baumgard, L; Prasad, CS (ed.). Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation. New Delhi, India, Springer-Verlag GMbH Publisher. p. 51-60.

GEF (Informe Anual del Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas). 2007. (ed). Muhamad Ibrahim, Francisco Casasola, Elías Ramírez y Enrique, Murgueitio. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 137 p. redacción de referencia muy confusa y no encontré el texto en internet

Gerber, P; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Tempio, G. 2013a. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy, FAO. 115 p.

Gerber, PJ; Henderson, B; Makkar, HP. 2013b. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production. A review of technical options for non-CO2 emissions. Rome, Italy, FAO. 206 p. (Animal Production and Health Paper No. 177).

Giraldo, C; Escobar, F; Chará, JD; Calle, Z. 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. Insect Conservation and Diversity 4(2):115-122.

GACSA (Global Alliance for Climate Smart Agriculture). 2016. Practice brief. Climate Smart Agriculture. Improved ruminant genetics: Implementation guidance for policymakers and investors Consultado 12 set. 2018. Disponible en https://globalresearchalliance.org/library/csa-practise-brief-animal-breeding-september-2016/

GRA (Global Alliance Research on Agricultural Green House Gases); SAI (Plataforma de la Iniciativa para la Agricultura Sustentable). 2013.). Reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería: Mejores prácticas y opciones emergentes. Consultado 28 abri. 2018. Disponible en https://globalresearchalliance.org/wp-content/uploads/2016/09/LRG-SAI-Mitigacion.pdf

Hansen, PJ. 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences 364(1534):3341-3350.

Harvey, C; Alpízar, F; Chacón, M; Madrigal, R. 2005. Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives. Arlington, United State of America, The Nature Conservancy. 162 p.

Herrero, M; Gerber, P; Vellinga, T; Garnett, T; Leip, A; Opio, C; Westhoek, H; Thornton, PK; Olesen, J; Hutchings, N. 2011. Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right. Animal Feed Science and Technology 166:779-782.

Hristov, A; Oh, J; Lee, C; Meinen, R; Montes, F; Ott, T; Firkins, J; Rotz, A; Dell, C; Adesogan, A; Yang, W; Tricarico, J; Kebreab, E; Waghorn, G; Dijkstra, J; Oosting, S. 2013a. Mitigación de las

emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera: Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO_2. Roma, Italia. FAO Producción y Sanidad Animal F Estudio 177. Eds. Gerber, PJ; Henderson, B; Makkar, HPS).

Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforestería en las Américas 45:27–36.

Ibrahim, M; Porro, R; Mauricio, R. 2010. Deforestation and livestock expansion in the Brazilian legal amazon and Costa Rica: drivers, environmental degradation, and policies for Sustainable land management. In Steinfeld, H; Mooney, HA; Schneider, F; Neville, LE (eds.). Livestock in a Changing Landscape: Experiences and Regional Perspectives. Washington DC, United States of America, Island Press. p. 79-92.

INAC (Instituto Nacional de Carnes, Uruguay). 2013. Mejora de la competitividad de la ganadería uruguaya por el desarrollo de nuevas herramientas genómicas que mejoren la eficiencia de alimentación y calidad de canal (sitio web). Consultado 15 ene. 2019. Disponible en https://www.inac.uy/innovaportal/v/8488/17/innova.front/mejora-de-la-competitividad-ganadera.

INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Uruguay). 2017. Destete precoz (en línea). Consultado 20 set. 2018. Disponible en http://www.inia.org.uy/prado/2004/destete%20precoz.htm

IEL (Instituto Euvaldo Lodi). 2000. Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil / IEL, CNA E SEBRAE. – Brasília, D.F., Brazil. 317 p.

Iñamagua, J. 2015. Estrategias de alimentación, emisiones de gases efecto invernadero y relación ingresos-costos de alimentación asociados a la producción de leche en fincas productoras de leche de la cooperativa Dos Pinos en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 77 p.

Janssen, PH. 2010. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. Animal Feed Science and Technology 160(1-2):1-22.

Jasper, J; Weary, D. 2002. Effects of *ad libitum* milk intake on dairy calves. J. Dairy Sci. 85:3054-3058.

Jiao, HP; Dale, AJ; Carson, S; Murray, AW; Gordon; Ferris, CP. 2014. Effect of concentrate feed level on methane emissions from grazing dairy cows. Journal of Dairy Science 97:7043-7053.

Kätterer, T; Bolinder, M; Berglund, K; Kirchmann, H. 2012. Strategies for carbon sequestration in agricultural soils in northern Europe. Acta Agriculturae Scandinavica, Section. A–Animal Science 62:181-198.

Klink, CA; Machado, RB. 2005. Conservation of the Brazilian cerrado. Conservation Biology 19(3):707-713.

Laens, S; Paolino, C. 2004. Estudio de competitividad de cadenas agoindustriales: Cadena carne vacuna (en línea). Consultado 10 ene. 2019. Disponible en https://docplayer.es/12345264-Cinve-centro-de-investigaciones-economicas-estudio-de-competitividad-de-cadenas-agroindustriales-cadena-carne-vacuna-borrador-para-discusion.html

Lenné, JM; Fernandez-Rivera, S; Blümmel, M. 2003. Approaches to improve the utilization of food–feed crops—synthesis. Field Crops Research 84(1-2):213-222.

Littlejohn M; Henty K; Tiplady, K. 2014. Functionally reciprocal mutations of the prolactin signalling pathway define hairy and slick cattle. Nature Communications 5:5861.

López, M; Pezo, D; Mora, J. Prins, C. 2007. El proceso de toma de decisiones en la adopción de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* por productores de doble propósito en Rivas, Nicaragua. Pastos y Forrajes 30(1):177-185.

López-Mársico, L; Altesor, A; Oyarzabal, M; Baldassini, P; Paruelo, J. 2015. Grazing increases below-ground biomass and net primary production in a temperate grassland. Plant and Soil 392:155-162.

Makkar, HP. 2016. Smart livestock feeding strategies for harvesting triple gain–the desired outcomes in planet, people and profit dimensions: a developing country perspective. Animal Production Science 56(3):519-534.

Martin, C; Morgavi, D; Doreau, M. 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. Animal 4(3):351-365.

Mc Geough, E; Little, S; Janzen, H; McAllister, T; McGinn, S; Beauchemin, K. 2012. Life-cycle assessment of greenhouse gas emissions from dairy production in Eastern Canada: a case study. Journal of Dairy Science 95(9):5164-5175.

McAuliffe, G; Takahashi, T; Lee, M. 2018. Framework for life cycle assessment of livestock production systems to account for the nutritional quality of final products (en línea). Consultado 16 set. 2018. Disponible en https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fes3.143

McSherry, M; Ritchie, M. 2013. Effects of grazing on grassland soil carbon: a global review. Global Change Biology 19:1347-1357.

Messa, HF. 2009. Balance de gases de efecto invernadero en un modelo de producción de ganadería doble propósito con alternafivas silvopastoriles en Yaracuy. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 225 p.

Metternicht, G; Zinck, J; Blanco, P; Del Valle, H. 2010. Remote sensing of land degradation: Experiences from Latin America and the Caribbean Journal of environmental quality 39(1):42-61.

Meuwissen T; Hayes, B; Goddard, M 2013. Accelerating improvement of livestock with genomic selection. Annual Review of Animal Biosciences 1:221–237.

Montenegro, JB. 2012. Evolución de la emisión de metano en el hato bovino costarricense. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos 11(1):5-17.

Murgueitio, E; Barahona, R; Chará, J; Flores, M; Mauricio, R; Molina, J. 2015. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 49(4):541-554.

Murgueitio, E; Chará, JD; Solarte, AJ; Uribe, F; Zapata, C; Rivera, JE. 2013. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 26:313-316.

Nepstad, D; Soares-Filho, BS; Merry, F; Lima, A; Moutinho, P; Carter, J; Bowman, M; Cattaneo, A; Rodrigues, H; Schwartzman, S. 2009. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. Science 326(5958):1350-1351.

Páez, L; Linares, T; Sayazo, S. Pacheco, R. 2003 Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio de Páez de Apure, Venezuela. Zootec. Tropical. 21(3):301-323.

Palma, E; Cruz, J; Martínez, A; Aguilar, A; Nieuwenhuyse, A. 2011. ¿Cómo construir mejores aguadas para el suministro de agua al ganado? Turrialba, Costa Rica, CATIE 60 p. (Serie Técnica, Manual Técnico No. 101).

Palombi, L; Sessa, R. 2013. Climate-smart agriculture: sourcebook. Rome, Italy, FAO. 557 p.

Pérez Espejo, R. 2008. El lado oscuro de la ganadería. Problemas del desarrollo 39(154):217-227.

Pezo, D. 2016. Estrategia regional para la intensificación sostenible de la ganadería, dentro del contexto de la adaptación/mitigación al cambio climático y políticas asociadas. San José, Costa Rica IICA. 72 p.

Pezo, D. 2017. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería en el contexto del cambio climático. UTN Informa 78:18-25.

Pezo, D. 2018. Establecimiento y manejo de sistemas intensivos de pastoreo racional. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 56 p. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 96).

Pezo, D; Ríos, N; Ibrahim, M; Gómez, M. 2018a. Silvopastoral Systems for Intensifying Cattle Production and Enhancing Forest Cover: The Case of Costa Rica. Washington DC, United States of America, Profor/World Bank. 76 p. (LEAVES, Background Paper).

Pezo, D; Cruz, J; Cardona, J; Piniero, M. 2007. Las Escuelas de Campo de Ganaderos como estrategia para promover la rehabilitación y diversificación de fincas con pasturas degradadas: Algunas experiencias en América Central. *In* Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. (II, IV Foro de Pastos y Forrajes,). Trabajo PF-01. La Habana, Cuba. ICA. 13 p.

Posada Ochoa, S; Ramírez Agudelo, J; Rosero Noguera, R. 2014. Producción de metano y digestibilidad de mezclas kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y papa (*Solanum tuberosum*). Agronomía Mesoamericana 25(1):141-150.

Quiroz, RA; Pezo, D; Rearte, DH; San Martin, F. 1997. Dynamics of feed resources in mixed farming systems of Latin America. Crop residues in sustainable mixed crop/livestock farming systems. *In* Renard, C (ed.). Crop Residues in Sustainable Mixed Crop/Livestock Systems. Patancheru, India, International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics. p. 149-180.

Reeder, J; Schuman, G. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. Environmental Pollution 116: 457-463.

Renaudeau D; Collin A; Yahav S. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. Animal 6(5):707-728.

Ríos, N; Cárdenas, A; Andradre, H; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2007. Estimación de la escorrentía superficial e infiltración en sistemas de ganadería convencional y en sistemas silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica. Agroforestería en las Américas 45:66-71.

Sáenz, J; Villatoro, F. Ibrahim, M; Fajardo, D; Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. Agroforestería en las Américas 45:37-48.

Sejian, V; Gaughan, J; Bhatta, R; Naqvi, S. 2006. Impact of climate change on livestock productivity. Broadening Horizons 26:1-4. Disponible en https://www.feedipedia.org/content/impact-climate-change-livestock-productivity

Silva, J; Cantou, G; Saldías, R. 2006. Calidad e inocuidad de los alimentos en las cadenas de carne vacuna y frutícolas del Uruguay. Revista INIA 6:43–47.

Soyeurt, H; Dardenne, P; Dehareng, F; Lognay, G; Veselko, D. Marlier, M; Bertozzi, C; Mayeres, P: Gengler, N.2006. Estimación de los ácidos grasos contenidos en la leche de vaca utilizando la espectrometría del infra rojo medio. J. Dairy Science. 89: 3690 ‑ 3695

Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; de Haan, C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Rome, Italy, FAO. 392 p.

Szott, L. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 133 p. (Serie Técnica, Informe Técnico No. 313).

UNEP (United Nations Environment Programme). 2007. GEO-4: Global Environmental Outlook: Environment for development. Nairobi, Kenya. . Consultado 20 ene 2019. Disponible en https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-4

Van Wyngaard, JDV; Meeske, R; Erasmus, LJ. 2018. Effect of concentrate feeding level on methane emissions, production performance and rumen fermentation of Jersey cows grazing ryegrass pasture during spring. Animal Feed Science and Technology 241:121-132.

9 ANEXOS

Anexo 1. Especialistas entrevistados en temas de interés para la construcción de una agenda de investigación para la intensificación sostenible del sector primario de la ganadería en América Latina y el Caribe

Persona contactada	Institución	Temas de trabajo
Alexandre Berndt	Embrapa, Brasil	Carbono
Mauricio Chacón	Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica	Carbono
Patricia Ricci	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina	Alimentación y nutrición
Carlos Gómez	Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú	Alimentación y nutrición
Juan Ku Vera	Universidad Autónoma de Yucatán, México	Alimentación y nutrición
Juan Arias	Cooperativa LIC, Nueva Zelanda	Genética
David Pacheco	AG Research, Nueva Zelanda	Microbiología ruminal
Mario Cobos	Colegio de Postgraduados, México	Microbiología ruminal
Jacobo Arango	Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia	Mediciones de GEI
Claudia Ardnt	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	Mediciones de GEI
Francisco Salazar	Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile	Mediciones de GEI
Juan José Romero	, Costa Rica	Salud animal
Bernardo Vargas	Universidad Nacional, Costa Rica	Sistemas de producción ganaderos
Verónica Ciganda	Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Uruguay	Sistemas de producción ganaderos de carne
Julio Rodríguez	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Calidad de la carne

Anexo 2. Ejes y temas de investigación enviados a los actores clave consultados inicialmente

Alimentación y nutrición animal

Cod	Temas	Priorizar
1	Estudiar el efecto del manejo del pastoreo y de las mejoras en la calidad de la alimentación sobre la eficiencia alimenticia, la producción y las emisiones de GEI.	
2	Estudiar cómo los diferentes alimentos (pasturas y forrajes, leñosas forrajeras, rastrojos de cosecha, forrajes conservados, uso de subproductos agrícolas o industriales usados en la alimentación animal) pueden favorecer la producción de ácido propiónico en el rumen, aumentar la productividad, reducir las emisiones de GEI, especialmente de CH_4 y los costos asociados.	
3	Investigar cómo el procesamiento de forraje puede mejorar simultáneamente la digestibilidad efectiva de la dieta y la productividad de los animales.	
4	Estudiar la productividad y calidad de los pastos, forrajes y leñosas en diferentes condiciones de manejo, agroecológicas y en distintas épocas del año.	
5	Investigar el balance de dietas con el uso de concentrados, suplementos y subproductos de mayor calidad sobre la productividad del sistema y las emisiones de GEI.	
6	Investigar el efecto de la suplementación con ensilajes de maíz, sorgo o de leguminosas, almidón o soya sobre la producción de metano.	
7	Investigar el efecto de la alimentación de bovinos con brásicas (por ejemplo, forraje de *Brassica rapa*, nabo) sobre la producción y emisiones de CH_4.	
8	Investigar el efecto de la combinación de ensilaje de maíz y leguminosas sobre la excreción de nitrógeno (N) en la orina y sobre las emisiones de GEI.	
9	Estudiar el efecto de los lípidos (de aceite vegetal o grasa animal) y la suplementación de alimentos concentrados en los sistemas mixtos e intensivos sobre las emisiones de GEI y productividad de los sistemas productivos.	
10	Estudiar el efecto de los aceptores de electrones en sistemas mixtos e intensivos sobre las emisiones de GEI y productividad de los sistemas productivos.	

Cod	Temas	Priorizar
11	Estudiar el efecto de la adición de nitrato en dietas sobre la reducción de emisiones de GEI en bovinos.	
12	Estudiar a largo plazo los efectos de los metabolitos secundarios y su efecto en la producción de metano en el rumen y la producción en bovinos.	
13	Realizar investigaciones sobre inhibidores de los metanógenos en el rumen.	
14	Realizar investigaciones con el uso de aditivos para los alimentos para reducir emisiones de GEI.	
15	Investigar sobre el uso de vacunas para reducir las emisiones de metano en el rumen (esta investigación se dirige a la identificación y selección de antígenos que pueden estimular las respuestas de anticuerpos a los metanógenos presentes en el rumen).	
16	Estudiar el efecto de la nutrición de precisión en sistemas mixtos e intensivos sobre las emisiones de GEI y productividad de los sistemas productivos.	

Genética y genoma

Cod	Temas	Priorizar
1	Evaluar los cruces entre razas élite de áreas templadas con razas locales o criollas para mejorar la productividad animal, la resistencia y tolerancia a enfermedades y parásitos y para reducir emisiones de GEI.	
2	Investigar aquellos animales capaces de aumentar su producción por unidad de alimento consumido debido a que son menos susceptibles a las enfermedades y a los cambios en su entorno y manejo.	
3	Evaluar hatos y rebaños donde se registren los parámetros productivos y reproductivos, las emisiones de GEI y algunos rasgos en la leche como los ácidos grasos que permitan hacer estimaciones de las emisiones de metano.	
4	Evaluar razas con el gen principal de tolerancia al calor que poseen algunas como Bos Taurus (Senepol y Romosinuano) y que podría incorporarse mediante cruzamiento con otros animales.	
5	Evaluar las razas de pelo corto tolerantes al calor que son capaces de perder calor rápidamente.	
6	Evaluar los cruces entre razas que presenten altos índices reproductivos con razas altamente productoras.	
7	Evaluar los hatos y eliminar animales improductivos o con baja productividad, o con pobre desempeño reproductivo.	
8	Evaluar cruces en rumiantes menores entre una raza con alto porcentaje de preñez y otra con partos múltiples con razas altamente productoras de carne y/o leche.	
9	Identificar razas de animales más longevas cuyas tasas de reposición de animales dentro del hato sean más largas que las de las razas existentes.	
10	Investigar la selección de marcadores genómicos en bovinos para la identificación de los rasgos de selección y establecer pruebas sobre ausencia de efectos negativos sobre la productividad.	

Microbiología ruminal

Cod	Temas	Priorización
1	Investigar el mapa del paisaje microbiano del rumen en bovinos en diferentes regiones de ALC.	
2	Investigar la secuenciación del meta genoma e identificar taxonómicamente los microbios del rumen.	
3	Estudiar la diversidad y las diferencias en las comunidades microbianas entre animales individuales.	
4	Evaluar, mediante técnicas *in vitro*, el efecto de compuestos químicos y antibióticos, compuestos de plantas, aditivos alimenticios naturales y sintéticos y vacunas sobre la producción de metano en el rumen, la salud de las personas y animales, la productividad, la calidad de los productos, el medio ambiente, los costos y el potencial de adopción por parte de los productores cuando los animales son alimentados con dietas de diferente calidad.	
5	Comparar emisiones de CH_4 cuando los animales consumen forrajes tropicales vrs forrajes de clima templado y gramíneas vrs leguminosas.	
6	Estudiar las interacciones que se presentan a nivel del rumen cuando se les proporciona a los animales diferentes fuentes de nitrógeno en las dietas y cuál es el efecto sobre el metabolismo de los rumiantes sobre la producción de CH_4 y la utilización del nitrógeno.	
7	Estudiar las rutas metabólicas del nitrógeno en bovinos alimentados con dietas de diferente calidad nutricional.	
8	Evaluar el efecto del 3 hidroxi – nitro – propanol sobre la reducción de emisiones de CH_4, cuando se aplica a bovinos alimentados con dietas de diferente calidad, los efectos secundarios sobre los animales y el costo de aplicación de esta tecnología.	
9	Investigar el efecto de vacunas que estimulan al animal huésped para producir anticuerpos contra los metanógenos presentes en el ecosistema microbiano ruminal.	
10	Identificar y seleccionar antígenos que pueden estimular las respuestas de anticuerpos a los metanógenos presentes en el rumen.	
11	Evaluar los costos de las alternativas antes mencionadas como promisorias para reducir emisiones de metano entérico a nivel del rúmen.	
12	Evaluar el efecto de transferir microbioma de rumiantes de baja emisión de metano al rumen de rumiantes de alta producción de metano.	
13	Estudiar el efecto de los ionóforos para reducir las emisiones de GEI	

Manejo de animales

Cod	Temas	Priorización
1	Investigar los efectos de la crianza de terneras sobre la salud, la producción, la reproducción y las emisiones de GEI en hatos dedicados a la producción de leche.	
2	Investigar el efecto del destete precoz en rodeos de cría sobre la tasa de preñez y parición de las vacas y sobre el desarrollo de terneros para la recría.	
3	Investigar el efecto de la crianza de terneras y del destete precoz sobre la rentabilidad total de los sistemas productivos ganaderos.	
4	Investigar, en diferentes zonas agroecológicas, los efectos del *creep feeding* sobre el peso de los terneros al destete cuando se crían con recursos forrajeros en campo natural.	
5	Investigar las ganancias de peso postdestete en terneros provenientes de destete con *creep feeding*.	
6	Investigar en diferentes regiones agroecológicas alternativas de alimentación que les permita a los ganaderos reducir los costos de alimentación de los animales durante la etapa de destete precoz y la crianza de terneras.	

Gestión integral del estiércol

Cod	Temas	Priorización
1	Cuantificación de las emisiones de GEI en lagunas de almacenamiento de purines.	
2	Cuantificación de emisiones de GEI en estiércol aplicado en fresco a las áreas de pasturas y forrajes.	
3	Cuantificación de emisiones de GEI en purines aplicados en campo después de haber sido almacenados en lagunas abiertas y lagunas cerradas.	
4	Cuantificación de emisiones de GEI de acuerdo al método de aplicación de purines en campo.	
5	Evaluar las emisiones de GEI al comparar la aplicación de purines con la de fertilizantes químicos en áreas de pasturas o para corte y acarreo.	
6	Determinar los contenidos de N, P, Ca y coliformes fecales, en las aguas residuales recolectadas en diferentes sistemas de producción ganaderos y en acuíferos presentes en el área de influencia de fincas ganaderas en diferentes regiones agroecológicas en ALC.	
7	Determinar los contenidos de nutrientes y materia orgánica que aporta la aplicación de purines en áreas de la finca regadas con estos.	
8	Determinar los costos evitados en fincas que utilizan la energía y nutrientes provenientes de tecnologías adecuadas de manejo integral del estiércol.	

Recuperación y manejo de sistemas pastoriles y silvopastoriles

Cod	Temas	Priorización
1	Investigar el efecto de renovar la pastura, fertilizarla, aplicarle estiércol, aplicarle riego, ajustar la densidad animal, del sobrepastoreo, realizar pastoreo rotacional e introducir leguminosas en la pastura sobre la calidad y la productividad de la misma, la productividad animal y las emisiones de GEI en sistemas productivos presentes en diferentes regiones agroecológicas.	
2	Estudiar la capacidad de IBN de *Brachiaria humidicola* y de otras especies de pastos para conocer el comportamiento del nitrógeno en la orina aplicada en el transcurso de varias temporadas, y establecer qué tan persistente es la capacidad de IBN de las especies forrajeras.	
3	Estudiar la capacidad de IBN de brachiaria y otras especies de pastos en diferentes tipos de suelo para establecer una imagen más detallada de cómo el tipo de suelo afecta su función.	
4	Investigar el efecto de la cantidad de horas de pastoreo sobre la excreción urinaria de nitrógeno al suelo y sobre las emisiones de óxido nitroso (N_2O).	

Almacenamiento y fijación de carbono en sistemas agro y silvopastoriles

Cod	Temas	Priorización
1	Evaluar la acumulación y la fijación del COS, y la densidad aparente y el N_2O a distintas profundidades de muestreo en diferentes usos de la tierra (pasturas y asocios de pasturas con leguminosas y silvopasturas, bajo diferentes condiciones agroecológicas y de manejo tales como el sistema de pastoreo o ramoneo, la intensidad de pastoreo o ramoneo, tipo de plantas C_3 y C_4, la respuesta a fertilización y al uso de estiércol líquido, la presencia de plantas fijadoras de nitrógeno, y la introducción de especies gramíneas de raíz profunda.	
2	Estudiar la descompactación del suelo y su relación con el contenido de carbono y materia orgánica en el suelo en áreas con pasturas mejoradas del género *Brachiaria*.	
3	Evaluar el potencial de reducción de emisiones por parte de diferentes tecnologías y el costo de reducción de las mismas.	
4	Estudiar la inhibición biológica del nitrógeno en diferentes especies de pastos y en diferentes regiones de ALC.	
Cod	**Sublíneas de investigación sobre metodologías de cuantificación de CO_2 eq**	**Priorización**
5	Homologar las métricas a nivel de país que se utilizan en los métodos empleados en la cuantificación de GEI para que los resultados sean comparables.	
6	Generar metodologías estándar para determinar la huella de carbono, balance de carbono, ACV en fincas e industrias relacionadas a la ganadería.	
7	Evaluar metodologías que permitan estandarizar protocolos para cuantificar CO_2, CH_4, N_20 y NH_3 en diferentes sistemas de producción ganaderos con bovinos y otras especies de rumiantes.	
8	Generar factores de emisión de GEI locales para los sistemas de producción ganaderos en los países que contribuyan con los inventarios nacionales de GEI en los países.	
9	Comparar la precisión y costos de las diferentes metodologías existentes en la actualidad para reducir emisiones de CH_4 entérico.	
10	Generar una base de datos con información de los contenidos de carbono almacenado y fijado de las diferentes zonas agroclimáticas de ALC para utilizarla como una herramienta para la toma de decisiones rápidas y de soporte para decisores de políticas.	
11	Desarrollar modelos para predecir la fijación de carbono en la biomasa aérea y en el suelo en distintos usos de la tierra.	

Generación de servicios ecosistémicos

Cod	Temas	Priorización
1	Determinar la biodiversidad existente de diferentes taxas en distintos usos de la tierra presentes en diferentes regiones agroecológicas en ALC.	
2	Determinar la disponibilidad y calidad química, física y biológica del agua con la cual cuentan los establecimientos ganaderos para el manejo de las instalaciones y para el consumo animal y humano.	
3	Determinar la huella del agua asociada a diferentes sistemas de producción ganaderos presentes en diferentes condiciones agroclimáticas en ALC.	
4	Determinar los contenidos de N, P, Ca en las aguas residuales recolectadas en diferentes sistemas de producción ganaderos y en acuíferos presentes en el área de influencia de fincas ganaderas en diferentes regiones agroecológicas.	

Eficiencia productiva, económica y ambiental de los sistemas productivos actuales en diferentes condiciones agroecológicas

Cod	Temas	Priorizar
1	Evaluar la producción y productividad y los costos de producción, los ingresos brutos, la rentabilidad y margen bruto y neto y las emisiones de GEI de diferentes sistemas ganaderos presentes en distintas regiones agroecológicas.	1
2	Utilizar modelos que permitan a partir de datos de campo para predecir la productividad animal, las emisiones de GEI y rentabilidad del sistema productivo.	2
3	Evaluar la huella de carbono y de agua de los productos que generan cada uno de los sistemas de producción ganaderos que se estudien en diferentes zonas agroecológicas del país.	7
4	Evaluar de manera integral el uso de razas mejor adaptadas, el manejo de las pasturas, el manejo del hato, la alimentación del ganado, el bienestar y la reproducción animal sobre la producción de la finca, la rentabilidad y la generación de emisiones de gases de efecto de invernadero.	3
5	Utilizar tecnologías de sensores para evaluar de manera integral el efecto de la salud, la alimentación, y el manejo de los animales sobre las emisiones de GEI.	6
6	Identificar los factores que permiten alcanzar mayor eficiencia en sistemas ganaderos presentes en diferentes zonas agroecológicas de ALC.	4
7	Estudiar en fincas de diferentes regiones los factores que determinan por qué estas, dentro de una misma región, son más eficientes en términos productivos, económicos, ambientales.	5

Condiciones habilitadoras necesarias para alcanzar la intensificación sostenible de la ganadería

Cod	Temas	Priorización
1	Investigar el papel de los incentivos financieros y no financieros para promover la adopción de prácticas y tecnologías que incrementen la productividad y reduzcan las emisiones de GEI en las fincas ganaderas.	
2	Investigar, de acuerdo al sistema de producción ganadero empleado y la práctica ganadera que se desea implementar, cuál es el costo de establecer la práctica y los beneficios económicos y ambientales de establecer las condiciones financieras para que el productor, en el caso de que el incentivo sea un crédito, logre pagarlo.	
3	Investigar sobre el desarrollo de las curvas de costo marginal de abatimiento de prácticas ganaderas relevantes que contribuyen en la ISG en fincas ganaderas presentes en diferentes condiciones agroecológicas y en diferentes zonas productivas.	
4	Conocer en cada país los marcos institucionales y políticos existentes para identificar las condiciones que favorecen o impiden la ISG en cada uno de los países de la región.	

Mercados, cadenas de valor, calidad e inocuidad de los productos

Cod	Temas	Priorización
1	Estrategias de mercadeo y calidad de la carne.	
2	Certificación de los procesos de producción primaria y de los procesos de industrialización de la carne y la leche y sus subproductos.	
3	Atributos de la calidad de la carne (color y de la grasa, pH, marmoleo, terneza).	
4	Composición química de la carne y perfil de ácidos grasos.	
5	Genética y manejo animal como determinantes de la calidad.	
6	Bienestar animal	
7	Uso de ultrasonido para predecir la calidad de las reses en la fase final de producción.	
8	Prevalencia de *Escherichia colli, Salmonella* spp. y resistencia antimicrobiana.	
9	Desarrollar nuevos productos con mayor valor agregado: incrementar la calidad, la inocuidad y el valor agregado para dar satisfacción a los requerimientos del consumidor final.	
10	Caracterizar las carnes a partir de los atributos nutricionales.	
11	Brindar señales claras al sector primario acerca de qué tipo de animales producir y hacia donde orientar la producción.	
12	Estimular la difusión y la capacitación en materia de calidad e inocuidad.	
13	Fortalecer los servicios oficiales en sanidad animal e inocuidad de los alimentos.	
14	Desarrollar un programa eficaz de inspección de alimentos.	

Anexo 3. Lista de participantes por región que contribuyeron con la construcción de la agenda de investigación en las diferentes subregiones de América Latina y el Caribe.

Nombre	País	Institución para la cual labora
Subregión Centroamérica y el Caribe		
Sergio Abarca Monge	Costa Rica	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Gregorio García Lagombra	República Dominicana	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Jéssica Hassan	Panamá	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
Subregión Andina		
Olga Lucía Mayorga Mogollón	Colombia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Hugo Li Pun	Perú	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Oscar de la Rosa	Venezuela	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Pamela Sangoluisa	Ecuador	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Jonathan Torres	Ecuador	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Subregión Cono Sur		
Francisco Salazar	Chile	Instituto de Investigaciones Agropecuaria
Patricia Ricci	Argentina	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Andrea Pasinato	Argentina	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Verónica Ciganda	Uruguay	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 2
Gestión de Conocimiento y Comunicación

Actividad 2.1

Diseñar y mantener una base de datos regional sobre tecnologías, prácticas e innovaciones de producción ganadera sostenible para la adaptación y mitigación el cambio climático en ALC

Producto **4**

Una base de datos regional sobre tecnologías, prácticas e innovaciones de producción ganadera sostenible, incluyendo metodologías y enfoques para adaptarse y mitigar el cambio climático en ALC, así como de las personas que trabajan en esos temas

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Base de datos de expertos que trabajan en prácticas, tecnologías e innovación

Unidad de Ganadería Ambiental

-GAMMA-

Preparado por:

Gabriela Chaves

Francisco Casasola

Claudia J. Sepulveda L.

Danilo Pezo

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO 3
2. EXECUTIVE SUMMARY 4
3. INTRODUCCIÓN 5
4. OBJETIVO 6
3. METODOLOGÍA 6
4. RESULTADOS 13
5. CONSIDERACIONES FINALES 16
6. BIBLIOGRAFÍA 17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Componente y práctica o innovación en la que trabaja 8
Cuadro 2. Representación de países Cuadro 3. Sectores representados 14
Cuadro 4. Sistema de producción representado 14

1. RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este trabajo es la recopilación de datos para generar información y construir conocimiento a partir del trabajo desarrollado por expertos/investigadores que se encuentran trabajando en prácticas tradicionales, innovación en proceso o innovación adaptadas, que encaminen hacia la discusión sobre nuevas formas de innovar para lograr un desarrollo de una ganadería intensiva pero sostenible que pueda hacer frente a problemas complejos, inciertos y con múltiples actores involucrados relacionados con diferentes componentes involucrados en los sistemas de producción ganadero.

En este sentido, una forma de gestionar el conocimiento implica una nueva cultura, que concibe la investigación como un proceso colaborativo de resolución de problemas basado en la deliberación, la experimentación, el aprendizaje y la especificidad del contexto, en el que los actores se cuestionan y replantean de manera conjunta sus valores y la comprensión del problema (Dewey, 1940; Schön, 1983) citado en Zurbriggen (2017).

En este documento se aportan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de un cuestionario, diseñado por un grupo de expertos de CATIE, para la recopilación de información en la región de América Latina y el Caribe sobre las personas trabajando en práctica o innovación, que a su vez, que permita ser actualizada constantemente mediante la invitación a expertos ubicada dentro de la plataforma web del proyecto Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería en América Latina y el Caribe (LAC).

Finalmente, el principal alcance planteado es la base de datos que contenga información de expertos de ALC que se encuentren trabajando en las distintas prácticas, sin embargo, a la fecha solo fue posible un registro de 52 individuos de diferentes países de ALC. Se espera que esta base de datos siga alimentándose con información que oriente hacia nuevo conocimiento como parte del fortalecimiento de la resiliencia ante al cambio climático para una intensificación de la ganadería sostenible en la región.

2. EXECUTIVE SUMMARY

The objective of this work is the collection of data to generate information and build knowledge from the work developed by experts / researchers who are working on traditional practices, innovation in process or innovation adapted, that leads to the discussion about new ways of innovating in process or in development of an intensive but sustainable livestock that can deal with complex and uncertain problems, in addition with multiple involved actors related to different components involved in livestock production systems.

In this sense, a way of managing knowledge implies a new culture, that conceive the research as a collaborative problem-solving process based on deliberation, experimentation, learning and the specificity of the context, in which the actors question and jointly rethink their values and understanding of the problem (Dewey, 1940; Schön, 1983) cited in Zurbriggen (2017).

This document provides the results obtained from the application of a questionnaire, designed by a group of experts from CATIE, for the collection of information in the Latin America and the Caribbean region that can be constantly updated by inviting experts. Located within the web platform of the project Platform for Sustainable Intensification of Livestock in Latin America and the Caribbean (LAC).

Finally, the main scope proposed is the database that contains information from experts from LAC who are working on the different practices, however, to date only a record of 52 individuals from different LAC countries was possible. It is hoped that this database will continue to be fed with information that guides towards new knowledge as part of the strengthening of resilience to climate change for an intensification of sustainable livestock in the region.

3. INTRODUCCIÓN

La demanda pecuaria representa un aumento de la presión sobre la disponibilidad de tierra, agua y energía acentuando los posibles efectos del cambio climático global (Pretty et ál. 2010), las opciones de mitigación actuales requieren de nuevos aportes tecnológicos que los hagan más rentables (O'Mara 2011). Es decir, se debe buscar un desarrollo ganadero climáticamente inteligente, considerando aspectos como deforestación, erosión, emisión de gases de efecto invernadero, agua y la biodiversidad. Para ello es necesario incorporar al triángulo del conocimiento pecuario criterios de desempeño ambiental estrictos (Acosta y Díaz 2014).

Actualmente, y en respuesta a las condiciones que aquejan al sector como la variabilidad y el cambio climático, exige atención en cuanto a la adopción tecnologías y prácticas para aumentar la productividad mientras se mitigan las emisiones de la ganadería. Según Gerber et ál. (2013) las acciones deben estar centradas en la mejora de los aspectos relacionados con la alimentación (manejo de agostaderos y suplementos para mejorar su producción y calidad), manejo de estiércol (tratamiento, almacenamiento y uso) y la crianza (selección genética, higiene animal, manejo reproductivo, etc.), conocidas como prácticas o innovaciones en el sector ganadero.

Según OCDE (2006) se conoce como innovación a la introducción de un nuevo (o significativamente mejorado) producto (o servicio), proceso, método de comercialización o método organizativo (en donde además de ser algo novedoso, debe estar basado en el conocimiento y la generación de un valor agregado (COTEC 2007). En la innovación, la generación de valor es la meta; si esta no se logra, podrá hablarse de que se han probado actividades innovadoras, pero nunca innovación (Núñez et ál. 2015).

Autores como Muñoz-Rodríguez et ál., (2014) indican la importancia el rol del conocimiento para concebir y llevar a buen término el cambio y el valor agregado es lo que le da permanencia a la adopción de nuevas innovaciones. Entonces un proceso de innovación comienza con la movilización de los conocimientos existentes y es un proceso social. Con el objetivo de que varios actores participen en la generación, transformación, transmisión, almacenamiento, recuperación, integración, difusión y utilización del conocimiento e información, con el propósito de trabajar en sinergia para apoyar la toma de decisiones, resolución de problemas y la innovación en la agricultura (OECD 2012). Otros tipos de conocimiento, como el tácito no se expresa tan fácilmente, sino mediante la experiencia, el aprendizaje, los hábitos o prácticas que se pueden desarrollar alrededor de la actividad ganadera, en este caso.

Por lo anterior, y como parte del componente de manejo del conocimiento y comunicación del proyecto Plataforma Latinoamericana y del Caribe para la Intensificación Sostenible de la Producción Ganadera: una Estrategia Regional para la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, se encargó al CATIE la construcción de una base de datos regional que permitiera identificar a los expertos de la región ALC que se encuentran trabajando en innovación y prácticas, así como las metodologías para la adaptación y mitigación que se encuentran utilizando para poder promover el intercambio de conocimiento la integración de información que conlleve a la toma de decisiones para la resolución de problemas reales y aterrizados según una realidad determinada de un país dentro de la región.

4. OBJETIVO

A continuación, se presentan los objetivos del trabajo

General

Construir una base de datos con los nombres de expertos de las diferentes subregiones de América Latina y el Caribe (ALC) y que se encuentran trabajando en el sector ganadero promoviendo tecnologías, innovaciones o prácticas que ayuden a la intensificación sostenible de la ganadería

Específicos

1. Diseñar una encuesta a partir de una base de datos preexistente y aplicarla a diferentes expertos de ALC, para identificar las áreas de trabajo relacionadas con prácticas, innovación y metodologías de adaptación y mitigación como temas afines
2. Depurar la base de datos con el fin de representar en ella a los expertos trabajando activamente en tecnologías, prácticas e innovación en ganadería en ALC

3. METODOLOGÍA

La construcción de la base de datos de expertos considero actividades como una primera búsqueda de información secundaria, posterior el diseño de instrumento para recolección de información primaria, la aplicación de este y el diseño de la base de datos. Se siguieron varias etapas, las cuales se describen a continuación.

Etapa 1. Recolección de la información bajo un enfoque de gestión de conocimiento

En la gestión del conocimiento, un primer esfuerzo parte de la captura de información del mayor valor posible, para que pueda ser convertida en conocimiento útil para diferentes actores interesados en una o varias temáticas en común. Posteriormente, se derivan actividades como la selección, organización, adopción de datos informacionales que puedan ser compartidos hacia diferentes públicos meta para promover el intercambio de conocimiento y el fortalecimiento del capital intelectual. En la actualidad, el enfoque de la gestión del conocimiento toma preponderancia por la era de la revolución tecnológica y la forma como se genera la información.

Etapa 2. Identificación de expertos

Se procedió a buscar en las bases de datos de CATIE a personal con perfiles profesionales vinculados con el tema de interés, con el fin de generar una lista de posibles expertos para contactarlos y proceder con la aplicación de una encuesta que permitiera la construcción de la base de datos. En este sentido, la definición del perfil de los potenciales expertos a ser incluidos en la base de datos se basó en criterios como:

- Expertos trabajando actualmente en los temas de interés: ganadería sostenible, emisiones de dióxido de carbono y de óxido nitroso, microbiología ruminal, entre otros
- Expertos ubicados o con radios de acción en América Latina y el Caribe

Adicionalmente, se revisaron las bases de datos Agriperfiles del IICA y la base de datos REGATTA UNEP, la cual es un portal regional para la transferencia de tecnologías y la acción frente al cambio climático en ALC. De ellas, se seleccionaron los nombres de las personas que tienen relación con la promoción de tecnologías, innovaciones y prácticas que contribuyen a incrementar la adaptación o la mitigación del sector ganadero ante el cambio climático.

Para la identificación de los expertos relacionados con las prácticas, tecnologías e innovación en el sector ganadero se elaboró una encuesta en línea. Esta encuesta fue dirigida a una lista de contactos de la Unidad de Ganadería Ambiental (GAMMA) del CATIE, a la cual se le sumaron los contactos de las bases de datos de las actividades generadas por este proyecto (webinarios, taller y cursos virtuales).

Etapa 3 diseño de encuesta para recolección de información primaria

La elaboración del instrumento contó con la participación de expertos de CATIE, los cuales se encuentran trabajando en diferentes sistemas productivos. A continuación, se expone las diferentes sesiones de la encuesta:

Sesión 1. Datos generales

Se buscó contar con datos básicos de cada experto como

- Nombre completo
- País
- Correo
- Institución
- Grado académico

Sesión 2. Presentación del cuestionario

El objetivo establecido para los expertos que llenaron el cuestionario fue:

- Crear una base de datos regional sobre las prácticas tradicionales, innovaciones adoptadas, innovaciones en proceso que se utilizan en los sistemas de producción ganaderos bovinos en América Latina y el Caribe (ALC) que incluyen enfoques para adaptarse o mitigar el cambio climático.

Dadas las diferentes interpretaciones que existen con respecto innovación y tecnología, se procedió a realizar, mediante la consulta a expertos, las siguientes interpretaciones básicas para el llenado

1. **Práctica tradicional**. Es aquella que realizan regularmente los productores en una zona o país, por lo que la misma ya forma parte de la cultura productiva de un grupo cultural/social determinado, o de la mayoría de los productores en general.
2. **Innovación adoptada.** Es aquella práctica que incorpora conocimientos provenientes de la investigación y que ha sido utilizada en un país o una región al menos en los últimos 10 años.
3. **Innovación en proceso.** Es aquella práctica que está en proceso de desarrollo, que está siendo investigada, que aún no ha sido difundida.

Sesión 3. Área de trabajo

Esta corresponde a una se las partes más importantes del cuestionario porque permite al experto definir el sistema de producción con el que se encuentra trabajando, los cuales ya estaban predefinidos (selección única)

Producción de leche ( )
Producción de carne ( )
Producción de doble propósito ( )
Producción de rumiantes menores ( )
Producción de camélidos ( )
Producción de cerdos ( )
Producción de otras especies ( )

En el Cuadro 1. Se enlistan una serie de componentes a los que cada experto tuvo que categorizar como lo utiliza atendiendo a las definiciones declaradas como practica tradicional, innovación adaptada o innovación en proceso.

Cuadro 1. Componente y práctica o innovación en la que trabaja

Componente	Práctica tradicional	Innovación adaptada	Innovación en proceso
<u>Renovación de pasturas (para reemplazar pasturas degradadas)</u> • Siembra de gramíneas mejoradas • Siembra de leguminosas solas o en asocio con gramíneas • Uso de leguminosas como "barbechos mejorados" (p.e. mucuna) previo a siembra de pastos • Uso de cultivos agrícolas antes de la siembra de nuevas pasturas • Otras técnicas <u>Rehabilitación de pasturas degradadas</u> • Cierre temporal de potreros para que se recuperen ("clausura") • Uso de tratamientos físicos para solucionar problemas de compactación • Resiembra de gramíneas y/o leguminosas en espacios libres • Introducción de leguminosas herbáceas o arbóreas en franjas o intercaladas • Uso de fertilizantes inorgánicos u orgánicos • Otras técnicas <u>Manejo de pastoreo</u> • Pastoreo continuo • Pastoreo alterno • Pastoreo diferido (potreros reservados para épocas de escasez) • Pastoreo rotacional • Pastoreo rotacional intensivo (p.e., Voisin) • Pastoreo por franjas			

Componente	Práctica tradicional	Innovación adaptada	Innovación en proceso
• Fertilización de pasturas y/o bancos forrajeros Orgánica (p.e. uso de purines) • Fertilizantes químicos • Fertilizantes + Uso de enmiendas Control de malezas en pasturas y/o cultivos forrajeros • Manual (uso de herramientas sencillas) • Mecánico (uso de maquinaria para chapia) • Químico (aplicación de herbicidas) • Manejo integrado • Otros -Uso de bancos forrajeros • Gramíneas • Gramíneas + leguminosas herbáceas • Bancos de proteína de leñosas (manejados bajo corte) • Bancos de proteína de leñosas (manejados bajo ramoneo) • Otros Opciones silvopastoriles • Cercas vivas simples • Cercas vivas multi-estrato con maderables • Bancos proteicos para corte y acarreo • Bancos proteicos para ramoneo • Bancos energéticos para corte y acarreo • Bancos energético-proteícos para corte y acarreo • Leñosas con gramíneas en callejones (“alley farming”) • Árboles dispersos en potreros • Pastoreo en plantaciones • Pastoreo en bosquetes • Barreras vivas con leñosas • Conservación de la cobertura arbórea en fincas para favorecer la biodiversidad Bosques ribereños • Cortinas rompevientos • Captura de carbono en la biomasa arbórea mediante métodos de medición tradicionales • Uso de drones para medición de biomasa • Captura de carbono en la biomasa de herbáceas • Otros Uso de suplementos alimenticios • Mezclas de minerales • Melaza • Urea y otras fuentes de nitrógeno no proteico • Granos y otras fuentes energéticas • Fuentes proteicas (p.e., tortas de oleaginosas, harina de carne, etc.) • Harinas de follajes proteicos • Bloques multinutricionales • Mezclas - concentrados (comerciales o preparadas en finca) • Alimentación de precisión			

Componente	Práctica tradicional	Innovación adaptada	Innovación en proceso
• Incremento en la calidad de la dieta para reducir emisiones de GEI • Aplicación estacional de purines • Reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados • Otros <u>Alimentos de volumen para períodos críticos</u> • Preparación y uso de heno • Preparación y uso de "guatera" • Preparación y uso de ensilaje • Uso de pastos de corte conservados en pie • Pastoreo en potreros con uso diferido (heno en pie) • Pastoreo de residuos de cultivos • Uso de residuos de cultivos cosechados y conservados • Uso de caña integral • Uso de sacharina y otras preparaciones a base de caña de azúcar • Otros <u>Estrategias para reducir emisiones de metano ruminal</u> • Manejo de la composición de la dieta usando carbohidratos de fácil fermentación • Uso de metabolitos secundarios (p.e., taninos, saponinas) • Uso de antibióticos inóforos (p.e., monensina) • Uso de análogos halogenados • Inclusión de levaduras en la dieta • Incorporación de grasas en la dieta • Vacunación o inoculación para reducir bacterias metanogénicas en el rumen • Otros <u>Intervenciones en mejoramiento animal</u> • Selección de animales con menor emisión de metano • Selección de animales adaptados para incrementar resiliencia al cambio climático y reducir intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero • Selección de animales con rasgos relevantes para mejorar la calidad de la carne • Selección de animales altamente productivos • Selección de animales con alta preñez • Selección de animales tolerantes a enfermedades <u>Manejo del recurso hídrico en fincas ganaderas (calidad y cantidad)</u> • Provisión controlada de agua de bebida para los animales • Protección y conservación de las fuentes de agua • Uso de especies tolerantes/resistentes a sequía • Riego por aspersión y microaspersión • Riego por goteo en pasturas (corte) • Cosecha de agua (llovida u otros) • Estimación de huella hídrica para la producción ganadera (carne y/o leche)			

Componente	Práctica tradicional	Innovación adaptada	Innovación en proceso
• Estimación de la huella gris para la producción ganadera (carne y/o leche) • Almacenamiento y distribución del agua • Reutilización de aguas servidas • Monitoreo de la calidad de agua para consumo animal (sulfatos, cloruro de sodio, solidos suspendidos, alcalinidad, potasio, nitratos, nitritos, flúor, arsénico) Métodos de desinfección, frecuencia de aplicación de saneamiento de agua en fincas • Utilización de efluentes líquidos de descontaminación productiva (como fertilizantes en potreros, pastos de corte, bancos forrajeros y cultivos en general) • Otros <u>Manejo integral del estiércol</u> • Aplicación de purines frescos • Aplicación de purines almacenados • Lagunas de oxidación • Uso de biodigestores (con o sin separación de sólidos) • Preparación de compost o vermicompost • Utilización del compost • Otros <u>Manejo general del hato</u> • Uso de registros • Empleo de ordeño mecánico • Uso de alimentadores automáticos • Estabulación en períodos críticos • Uso de cercas eléctricas • Crianza de terneras y reemplazos • Destete precoz en terneros • Uso de remplazadores de leche • Uso de “creep-feeding” en terneros • Monta directa • Uso de inseminación artificial tradicional • Uso de inseminación artificial con semen sexado • Implante de embriones • Empadre estacional • Vacunación contra enfermedades de mayor incidencia • Desparasitación (interna y externa) con químicos • Uso de métodos biológicos para el control de parásitos • Alimentación preparto de novillas y vacas • Otros			

Sesión 4. Aportes sobre metodología en adaptación y mitigación al cambio climático

Finalmente, cada uno de los expertos tuvo la oportunidad de proporcionar el documento o bibliografía (según preferencia), que se encuentran trabajando en cuanta mitigación y adaptación al cambio climático. Esta sesión tuvo como la identificación de documentos que puedan ser compartidos mediante la plataforma como intercambio de información.

Sesión 4. Agradecimientos

Se agradece la participación y se invita a los expertos a indicar si están de acuerdo con que la información personal proporcionada sea utilizada para migrarla a la plataforma web del proyecto.

Etapa 4. Aplicación de la encuesta en línea

Se incluyeron las direcciones de correo electrónico de los expertos y se redactó un correo de invitación que incluía el enlace generado automáticamente para completar el formulario generado en google. Se envió la encuesta a más de 300 individuos, pertenecientes a países de la región de instituciones públicas o privadas, principalmente. De este envío se tuvo la respuesta de 55 expertos quienes completaron la encuesta de manera satisfactoria de países como *Argentina, Costa Rica, Colombia, Honduras, Ecuador, Guatemala, Brasil, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, Uruguay*. No siempre es fácil tener participación de los expertos si no están vinculados directamente con los proyectos; esto podría ser debido a las múltiples actividades relacionados con sus labores institucionales.

Las preguntas planteadas permitieron la obtención de respuestas variadas (abiertas, cerradas, mixtas). Cada una de las respuestas de los expertos fue registrada en una hoja Excel y de manera esquemática y gráfica se resumen en la web. Estos datos representaron los insumos necesarios para la construcción de la base de datos.

Etapa 5. Diseño de base de datos

Luego de la implementación de la encuesta, se generó una base de datos que compiló mediante el desarrollo de cinco sesiones variables tales como: i) el sistema de producción en el que se está trabajando por experto en la incorporación de una práctica o tecnología, ii) país de referencia, iii) aspectos relacionados con el ecosistema en que se trabaja y iv) la relación con algunas subregiones:

Sobre el acondicionamiento propuesto para la visualización de la base de datos, se propone el siguiente:

- *Diseño conceptual:* la información personal se relaciona con cada variable dentro del registro de manera única para establecer las relaciones (un experto, sistema de producción en que trabaja y las practicas o innovaciones señaladas)
- *Diseño lógico:* responde al objetivo del instrumento, el cual es identificar en los expertos y el área actual de trabajo.
- *Diseño físico:* se hace la principal referencia con respecto al sistema de producción en el que trabaja el experto, debido a que una práctica o innovación debería estar en función del sistema de producción (lechería paga más innovación que cría, por ejemplo). Luego de separar las respuestas por sistema de producción, se tienen las variables sobre las cuales los expertos trabajan en práctica o innovación dentro del sistema productivo señalado en el Cuadro 1.

Etapa 6. Actualización continua de la base de datos

Para asegurar que la base de datos sea actualizada constantemente se creó un espacio dentro de la página web de la plataforma[1] que estará habilitado para todos aquellos expertos que se vayan sumando puedan también dar respuesta y así contar con información dinámica y útil.

4. RESULTADOS

De la aplicación del cuestionario, se obtienen los siguientes resultados: 52 expertos que contestaron la encuesta. Como se puede observar en los datos del Cuadro 2, la mayor cantidad de personas son de México (18), seguido de Nicaragua (7). En cuanto a los sectores representados, la materia son investigadores internacionales, de organizaciones internacionales, sector público, privado entre otros.

En el siguiente link las respuestas totales al cuestionario https://catieeducacion-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/gchavess_catie_ac_cr/ESBv5Fg371tDpe731klff2wBXtJTqgSGqPJx39pznHh1uw?e=a6DgjN

[1] Página web de la plataforma: https://livestock.catie.ac.cr

Cuadro 2. Representación de países

País	Cantidad
Brasil	1
Panamá	1
Uruguay	1
Rep. Dom	1
Costa Rica	2
Honduras	2
Venezuela	2
Perú	2
Colombia	3
Argentina	4
Ecuador	4
Guatemala	4
Nicaragua	7
México	18
Total	*52*

Cuadro 3. Sectores representados

Sectores	Absoluto	%
Técnico	5	9,62
Público	6	11,54
Privado	6	11,54
Profesor	6	11,54
Productor	1	1,92
Investigador internacional	13	25,00
Estudiante	5	9,62
Cooperación internacional	7	13,46
Consultor	3	5,77
Total	*52*	*100*

En cuanto a los sistemas de producción en los cuales trabajan quienes completaron el cuestionario, en el Cuadro 3 se muestra que el sistema de producción de doble propósito es el más representativo, con un 44,23%, seguido del de carne (30,77%), leche (17,31%) y rumiantes menores (7,69%), respectivamente.

Cuadro 4. Sistema de producción representado

Sistema de producción	Absolutos	%
Produccción de doble propósito	23	44,23
Producción de carne	16	30,77
Producción de leche	9	17,31
Producción de rumiantes menores	4	7,69
Total	*52*	*100*

Luego de conocer el sistema de producción al cual se refiere cada experto para categorizar en cual practica tradicional o innovación se divide la información por sistema de producción, obteniendo los siguientes resultados a grandes rasgos:

- Sistema de producción de rumiantes menores:

Se identifica que los diferentes componentes, según el caso de México de donde quienes proporcionaron la respuesta para este tipo de sistema, corresponden en mayor medida a prácticas tradicionales.

Debido a que la innovación se tiene que realizar con relación directa a la necesidad que se pretende resolver (Suárez et ál., 2012), y eso no resulta muy sencillo para los productores; por tal razón, la

mayor proporción de prácticas de manejo permanecen sin alteración (Marcelo 2001) debido a que los ganaderos toman decisiones con base en su manera de ser como producto del legado intergeneracional (Suárez 2013). Esto quiere decir que los productores requieren cierto tiempo para descubrir la necesidad de realizar cambios en el manejo del ganado, instalaciones o potreros; por tanto, las decisiones de innovación sobrevienen un poco más tarde. La comprensión de los factores antropológicos y sociales de los ganaderos resulta fundamental en la posibilidad de producir más rumiantes menores (Albuquerque 2008).

- Sistema de producción de doble propósito:

Expertos de México, Costa Rica, Perú, Nicaragua, Guatemala, Honduras, República Dominicana y Venezuela, señalan que, en cuanto al componente de renovación de pasturas, la mayoría está trabajando en innovación adaptada o en proceso, de la misma manera en aspectos como rehabilitación de pasturas degradadas, manejo de pastoreo, control de malezas, opciones silvopastoriles, entre otros.

Un aspecto interesante es en cuanto al tema de agua. En esta temática. Además de haber una baja en cuanto a respuestas obtenidas, la mayoría se refiere a temas como: huella hídrica, huella gris, como innovación en proceso, lo cual representa una tendencia importante para el sector, porque ya se ha avanzado hasta el análisis del uso del recurso, según refiere la metodología

- Sistema de producción de carne:

Las respuestas referidas de expertos trabajando en México, Uruguay, Argentina, Guatemala, Ecuador, Colombia y Brasil, en este sistema de producción, aportan que la mayor tendencia es el trabajo con innovación adaptada, seguido de la innovación en proceso y finalmente el trabajo con práctica tradicional. En los países de América Latina, la producción cárnica representa grandes desafíos, por lo que el tema de innovación representa una importante respuesta para dar respuesta a las necesidades, considerando la participación del productor, debido a que las propuestas de innovación deben marcarse en el ámbito de una realidad específica para que sean sostenibles. De ahí la importancia de compartir el conocimiento entre los diferentes actores, que permitan identificar algunas acciones de mejora o similitudes en condiciones específicas que permitan replicar metodologías en diferentes territorios.

- Sistema de producción de leche:

En cuanto al sistema de producción de leche, países como Costa Rica, México, Panamá, Ecuador, presentan la tendencia o avance en los procesos de innovación adaptada y en proceso, principalmente. Acerca de las prácticas tradicionales estas han sido relacionadas más con el tema de control de registros, el cual representa una práctica importante para el sector. Caso contrario, para los temas de huella hídrica y huella gris, los cuales se encuentran enmarcadas en procesos de innovación en proceso.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Para comprender mejor algunos aspectos relacionados a la respuesta o adopción de las diferentes innovaciones tecnológicas en el sector ganadero será necesario que se vele por que haya procesos de difusión de conocimiento que permitan replicar o aprender de la experiencia en territorios con características similares.

Las prácticas tradicionales, aún representan un porcentaje importante dentro de las descripciones en cada uno de los componentes, lo que permitiría inferir que, en la región, considerando los países representados, aún se está dando un proceso de evolución y transformación que requiere de más investigaciones que aporten a este sector: Además se enlistan algunas ideas a considerar como parte de las recomendaciones o aspectos relevantes:

- Hay varias iniciativas, planes o proyectos (que fueron objetivo de consulta para este producto) que promueven estrategias de innovación, sería necesario vincular este ejercicio con esas iniciativas para lograr un mayor alcance en cuanto a la dinámica de esta base de datos.
- El sector productivo de doble propósito (carne y la leche) son temas de estudio y trabajo para numerosos grupos de investigación en América Latina.
- El diseño de esta base de datos representa una primera oportunidad para establecer este tipo de colaboración público-privada, cooperación e incluso productores. La cual puede ser extendida con actores que participan en procesos que son éxitos en algunos países, como se identificó en el Producto 11 de este proyecto. Considerando una base de datos que se vaya actualizando, se obtendrá información más robusta que permita comprender el avance a nivel de subregiones de la incorporación de la innovación.

La base de datos tendrá sentido en el tanto haya una receptividad por parte de los productores en los diferentes territorios que estén adaptando los aportes desarrollados desde investigación. Los conocimientos tácitos cobran relevante importancia, porque son la forma en la que los productores también logran difundir el conocimiento de algunas prácticas tradicionales. Autores como Salas et ál (2008) señalan que en la actualidad se están evaluando los impactos que ha tenido la adopción de innovaciones, tanto cuantitativa como cualitativamente, y se ha observado que el productor adopta aquellas innovaciones que representan un menor costo y son más sencillas de implementar, como es el caso de la identificación de animales, la implementación de registros y la implantación de calendarios de vacunación.

Otro aspecto importante, es lo que se puede inferir con respecto a la evolución que está dándose en el recurso hídrico dentro del sector ganadero, el cual ha venido evolucionando hacia opciones de innovación en proceso o adaptadas. Considerando que es el recurso hídrico uno de los más señalados en cuando a requerimiento para lograr la producción y el más sacrificado en cuanto a contaminación por esta actividad productiva. Dado que se cuenta con los datos de los expertos, el acercamiento para lograr establecer vínculos entre diferentes sectores, públicos, privados, cooperación, entre otros, asociados a diferentes mecanismos de innovación, que permitan el fortalecimiento de la resiliencia.

6. BIBLIOGRAFÍA

Agriperfiles. 2018. Consulta a expertos. Consultada el 3 de diciembre 2018. Disponible en: http://agriperfiles.agri-d.net/

Albuquerque, F. 2008. Innovación, transferencia de tecnología y desarrollo económico territorial: una política pendiente. Arbor. 184(732):687-700.

Acosta, A. y Díaz, T. 2014. Lineamientos de política pública para el desarrollo sostenible del sector ganadero. Oficina SubRegional de la FAO para Mesoamérica. Ciudad de Panamá. 80 p. Consultado el 24 de mayo de 2015. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i3764s.pdf

COTEC (Fundación COTEC para la innovación tecnológica). 2007. La persona protagonista de la innovación. Encuentros empresariales COTEC 13. Madrid, España. 143 p. Consultado el 25 de mayo de 2015. Disponible en: http://www.cienciacanaria.es/files/La-persona-protagonista-de-la-innovacion.pdf

Gerber, P. et al. 2013. Tackling Climate Change Through Livestock –A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma. 115 p.

Muñoz-Rodríguez, M. et al. 2014. ¿Qué significa innovar en el ámbito del sector agroalimentario? y ¡cómo lo hemos hecho! Reporte de investigación 95. Universidad Autónoma Chapingo (UACh).

OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). 2006. Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. 3a edición. Oficina de estadística de las comunidades europeas. 188 p. Consultado el 30 de abril, 2015. Disponible en: http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/OECDOsloManual05_spa.pdf

OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). 2012. Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings. OECD Publishing. París, Francia. 369 p. http://dx.doi.org/10.1787/9789264167445-en.

Pretty, J. et al. 2010. "The Top 100 Questions of Importance to the Future of Global Agriculture". International Journal of Agricultural Sustainability 8(4):219-236. doi: 10.3763/ijas.2010.0534.

Regatta UNEP s.f. Consultada el 2 de diciembre 2018. Disponible en http://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/en/

Núñez, R.; Ramírez. R.; Salvador, V.; Fernández, O.; Araujo, M.; García, T.; Muñoz, E. 2015. La ganadería en América Latina y el Caribe: Alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal Consultado febrero 2019. Disponible: https://www.academia.edu/20414271/Innovaci%C3%B3n_ganadera_para_una_producci%C3%B3n_competitiva_y_sustentable

Marcelo, C. 2001. Aprender a enseñar para la sociedad del conocimiento. Rev. Complutense de Educación. 12(2):531-593.

Suárez, H.; Aranda, G. y Palma, J. M. 2012. Propuesta para la adopción de tecnología en el sistema bovino de doble propósito. Avances en Investigación Agropecuaria. 16(3):83-91.

Salas, G, Landa, E, Gutiérrez, G, Suárez, J, Chávez, R, & Val, D. 2008. Redes de innovación y transferencia tecnológica en sistemas bovinos de carne y doble propósito en Michoacán, México. Pastos y Forrajes, 31(1), 1. Recuperado en 02 de abril de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942008000100008&lng=es&tlng=es.

Suárez, H. 2013. El lado humano del técnico pecuario. Guía para superar la crisis de principiante. Reimp. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 353 pp.

Zurbriggen C. 2017. Innovación colaborativa: el caso del Sistema Nacional de Información Ganadera. Universidad de la República, Facultad de Ciencias Sociales. Constituyente 1502, Montevideo, Uruguay. INIA Dirección Nacional. Volumen 21 1:140-153. Consultado 01 abril 2019.

Disponible: http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n1/2301-1548-agro-21-01-00140.pdf

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 2
Gestión de Conocimiento y Comunicación

Actividad 2.2
Desarrollo de una estrategia de gestión del conocimiento y comunicación

Producto **5**

Una estrategia regional de gestión del conocimiento y comunicaciones para la plataforma

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Unidad de Ganadería Ambiental

GAMMA

Elaborado por

Gabriela Chaves Soto, M Sc.

Cris Soto, MGP

Octubre 2018, Costa Rica

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción 2
2. Objetivos 2
3. Ejes de posicionamiento 3
4. Plan de acción 3
5. Públicos meta y área de influencia 14
   5.1. Implementación de la estrategia 15
      5.1.1 Presupuesto de la estrategia 14
      5.1.2 Riesgos de la implementación 14
   5.2 Monitoreo de la estrategia 15
6. Bibliografía 19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejes estratégicos 3
Figura 2. Lógica de gestión del conocimiento 13
Figura 3. Definición de público meta para la estrategia de gestión de conocimiento y comunicación 8

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Agentes de creación de conocimiento ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Cuadro 2. Estrategia de implementación 10
Cuadro 3. Presupuesto 14

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el abordaje del enfoque de gestión de conocimiento y el plan comunicación para el proyecto Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería en América Latina y el Caribe. Para realizar el planteamiento de este enfoque, fue necesario definir un marco teórico, el cual diera soporte y señalara su importancia como mecanismo para promover nuevo conocimiento. Lo anterior, conllevó a la búsqueda de los procedimientos que intervienen en la gestión del conocimiento.

La necesidad de realizar este planteamiento, se basó en promover el intercambio de información tanto para la gestión del conocimiento, como mantener la comunicación estratégica; debido a que es una plataforma regional, cuyo éxito dependerá de qué tan apropiada y eficiente sea la comunicación e interacción con los distintos actores del sector en el que se desenvuelve.

La gestión del conocimiento es la recolección, sistematización, generación, representación, almacenamiento, transferencia, transformación, aplicación, inserción del conocimientoque requiere de un proceso de crear, codificar y difundir conocimiento (Pelufo y Contretras 2012).

Por lo anterior, con la implementación de esta estrategia, se pretende favorecer a la plataforma desde la gestión de conocimiento y comunicación, para que su labor se lleve a cabo de manera eficiente y visibilizar sus acciones. El plan de comunicación será un mecanismo para alcanzar los objetivos del enfoque mediante el señalamiento de los ejes de posicionamiento, objetivos actividades recomendadas de cada uno de los ejes y el monitoreo para el avance, así como los aspectos a considerar para la minimización de riesgos. La propuesta de abordaje del enfoque gestión de conocimiento aquí planteada corresponde a una adopción de diferentes bases metodológicas que se ajusten a las necesidades propias de este proyecto, las mismas serán explicadas más adelante.

El abordaje del enfoque gestión de conocimiento en el desarrollo de cada uno de los productos queda reflejado en los diferentes procesos de gestión-recolección, selección, organización, adopción y difusión de la información, para la construcción de nuevo conocimiento mediante la interacción con otros investigadores utilizando diferentes herramientas de tecnología y comunicación en línea como herramienta fundamental para el desarrollo del enfoque.

2. OBJETIVOS

Objetivo general:
Promover el enfoque de gestión de gonocimiento y el rol de la comunicación en la plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería

Objetivos específicos:

1. Generar y compartir conocimiento sobre la intensificación de la ganadería sostenible
2. Desarrollar acciones estratégicas de comunicación que visibilicen los avances y logros de la plataforma

3. Ejes de posicionamiento

Los ejes de posicionamiento son aquellos en los que se centra la estrategia para cumplir con sus objetivos específicos. El primer eje (intercambio de conocimiento) presentará cuáles son los mecanismos que serán utilizados para el desarrollo de este enfoque, el segundo eje (enfoque estratégico) define la interpretación del enfoque de gestión de conocimiento para el abordaje de la plataforma. Los ejes tres y cuatro representan el rol que tendrá la comunicación para dar soporte a la implementación del enfoque (Figura 1).

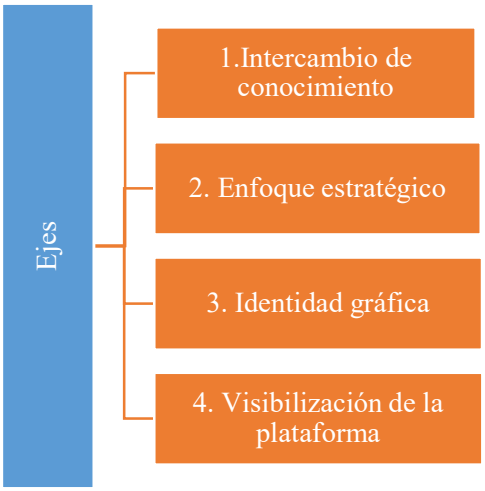


Figura 1. Ejes estratégicos

4. PLAN DE ACCIÓN

El plan de acción representa una priorización de las iniciativas más importantes para cumplir con los ejes estratégicos. A continuación, se presenta su contenido.

Eje estratégico 1. Intercambio de conocimiento

Objetivo: generar y compartir conocimiento sobre la intensificación de la ganadería sostenible

Actividades de comunicación asociadas	*Productos*
• Promover el desarrollo de acciones de fortalecimiento de capacidades e intercambio de experiencias • Fomentar el uso de plataformas de colaboración virtual que faciliten el	• Talleres • Cursos • Webinarios • Publicaciones: materiales de

intercambio de conocimiento y la colaboración eficaz • Generar información útil y relevante para los públicos meta	capacitación, de políticas, etc. • Base de datos regional sobre tecnologías, prácticas e innovación en los sistemas de producción ganaderos • Repositorios de conocimiento

Para la estrategia de GC y comunicación, se consideran diferentes herramientas que ayudan a capturar el conocimiento, almacenarlo y transmitirlo para promover más conocimiento:

- **Colecta:** se realiza un proceso de colecta de documentos vinculados con metodologías, artículos científicos, políticas y el reconocimiento de las capacidades de posibles socios mediante la búsqueda en sitios de Internet que permitan la gestión del conocimiento a partir de la selección y ordenación de datos e información, así como la detección de vacíos para dar paso a la producción de nuevas investigaciones.
- **Webinarios:** estas sesiones virtuales serán coordinadas desde el CATIE con diferentes expertos de la región. Primeramente, se seleccionará la temática a tratar, previo a una priorización interna y luego se invitará a los expertos a desarrollar el tema. Una vez que se define la fecha y hora, se procederá con toda la logística para la realización del evento virtual (invitaciones, coordinaciones con otros departamentos, revisión de contenido de presentaciones, seguimiento a las evaluaciones, entre otros). Un aspecto importante es que estos eventos serán grabados, editados y posteriormente ubicados en la plataforma web de la plataforma y en el canal de YouTube del CATIE.
- **Cursos o talleres:** estos espacios se generarán como puntos de encuentro presencial y/o virtual que promoverán la evaluación y validación de necesidades en el campo de ganadería sostenible, así como el compartir datos informacionales que puedan ser adaptados a diferentes audiencia.
- **Entrevistas:** mediante estos mecanismos de intercambio de conocimiento se realizarán diversas entrevistas con la finalidad de generar conversatorios entre expertos de diferentes partes de la región. En estas entrevistas se comparten los avances e innovaciones vinculadas con el tema de ganadería sostenible, así como también sobre las investigaciones más actualizadas en la materia.

Eje estratégico 2. Enfoque estratégico

Objetivo: impulsar el enfoque de la gestión de conocimiento y el rol de la comunicación para la plataforma

La teoría de la creación de conocimiento es abordada primeramente por Nonaka y Takeuchi (1995) citado en Aguilera (2017), ellos presentaron un modelo enfocado en la organización, y como esta debería promover la creación de conocimiento.

Dado que la GC es un área relativamente joven, heterogénea y compleja en la que hasta ahora no puede decirse que hay un marco sólido y consensuado. La Figura 2 representa, según Lloria (2008) citado en Aguilar (2017), de manera sistemática las diferentes contribuciones desde los extremos más científicos hasta los divulgativos (con estudios enfocados en tecnologías de la información) y en aquellos que se ocupan solamente del individuo, desde los más descriptivos que han permitido avanzar y sistematizar algunas corrientes.

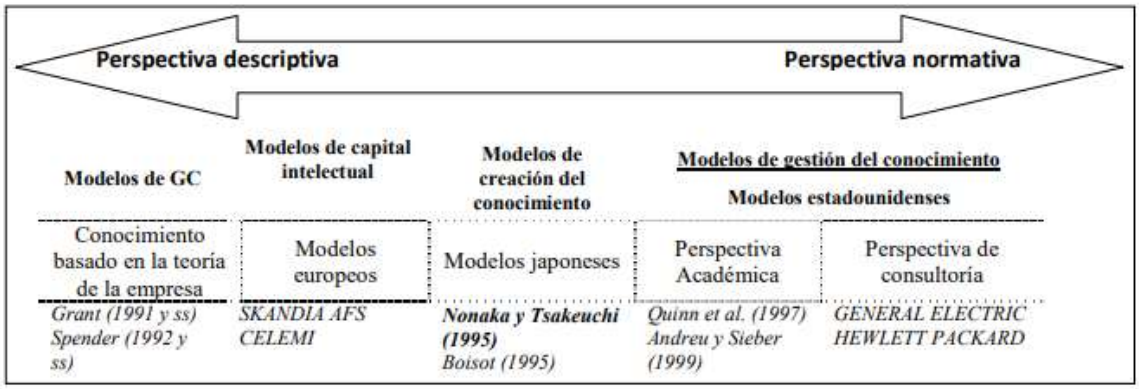


Figura 2. Enfoques de gestión de conocimiento, selección de aportes más relevantes
Lloría (2008) citado en Aguilar (2017)

Para avanzar en la comprensión del tema, se considera seguir el modelo de gestión del conocimiento, plantado por Nonaka y Takeuchi en 1995, ya que ha sido el más desarrollado en cuanto al planteamiento o abordaje. Este modelo propone la generación de conocimiento mediante la espiral de contenido epistemológico y ontológico. Donde se da la interacción entre lo que se reconoce como conocimiento tácito y explícito. La espiral refiere a una constante transformación ontológica interna de conocimiento, que desarrolla cuatro fases como se verá más adelante (Figura 3).

Figura 3. Espiral de la creación del conocimiento

Desde la investigación, este enfoque permite qué desde la información hasta el conocimiento pueda combinarse y transformarse para producir nuevo conocimiento o conocimiento más complejo que se pueden emplear para toma de decisiones y ejecutar las acciones sobre el entorno Laudon (1998) citado en Arias *et al*.; (2007), considerando para esto las herramientas necesarias que permitan obtener como

resultado una información adaptada a múltiples audiencias mediante tecnología e innovación, siendo el objetivo de la gestión del conocimiento es aportar con el capital intelectual.

Por su parte, la gestión del capital intelectual se concentra en crear, conseguir y gestionar eficazmente todos aquellos activos intelectuales necesarios para alcanzar los objetivos de la organización y llevar a término con éxito sus estrategias. Los conocimientos que generan valor o capital intelectual son la clave del éxito de las organizaciones en el contexto político, social y tecnológico actual, y su papel en el futuro será cada vez más relevante Brooking (1997) citado en Sánchez *et al.* (2007).

Una estrategia basada en el enfoque de la GC debe iniciar con la búsqueda de información (elementos informacionales: datos, información), para la cual, en el caso del proyecto, la base de datos de expertos y la información existente en la materia de ganadería sostenible, intensificación, cambio climático, y otros, en la región serán insumos fundamentales Esos elementos informacionales son la base de la teoría de la GC, y son propuestos por teoría de la pirámide informacional (Pávez 2000 citado en López *et al.* 2013).

Figura 4. Pávez, 2000 citado en López *et al.* 2013

Dónde:
Dato: los datos son los elementos base de la pirámide del conocimiento. Es el antecedente necesario para llegar al conocimiento exacto de una cosa o para deducir las consecuencias legítimas de un hecho.
Información: al conjunto de datos organizados y analizados en un contexto determinado lo denominamos información.
Conocimiento: es identificar, estructurar y sobre todo utilizar la información para obtener un resultado. La capacidad de interpretar esos datos es lo que provoca que la información se convierta en conocimiento.
Inteligencia: asimilación, comprensión del conocimiento para promover o generar más datos, información, conocimiento.

Dicha teoría plantea que el conocimiento se entiende como una elaboración del intelecto humano, el cual es el resultado de un proceso de transformación que se inicia con unidades cognoscitivas primarias, llamadas datos. Los datos son elementos que por sí solos no poseen una significación, pues

el valor lo adquieren cuando son transformados en información. A su vez, la información se interpreta como un elemento cognoscitivo más elaborado, derivado de la definición de ciertas relaciones lógicas o matemáticas entre dos o más datos y la ejecución de operaciones lógicas y/o matemáticas entre ellos (López *et al.* 2013).

Esta serie de sucesivas transformaciones (de datos a información) permiten pasar de los datos simples a la posibilidad de contemplar acciones o vislumbrar necesidades o vacíos de información para promover nuevo conocimiento. El nuevo conocimiento se deriva de la internalización de la información. Este proceso de transformación, lleva inmerso la selección de esa información para resguardar su calidad, en este sentido esto deberá ir enfocado hacia una gestión de la información en revistas indexadas, considerando la vinculación de expertos con amplia experiencia que faciliten procesos de consulta y transmisión de conocimiento mediante herramientas tecnológicas, entre otros.

Al respecto, Nonaka y Takeuchi (1995) citado en Arias *et al.* (2007) señalan que existen dos tipos de conocimiento:

Conocimiento tácito: se identifica como producto de la experiencia, la creatividad, que en ocasiones resulta difícil expresar o formalizar. Se podría decir que es el conocimiento empírico, en donde el individuo hace uso cuando las circunstancias lo requieren. Este tipo de conocimiento, bien se trate de aptitudes físicas o de esquemas mentales, está muy enraizado en la experiencia individual.

Conocimiento explícito: a diferencia del anterior, este se puede expresar mediante palabras y números, y es fácil de trasmitir. Es un conocimiento formal que puede plasmarse en los documentos de una organización, tales como informes, patentes, manuales, imágenes, esquemas, software, productos, diagramas organizativos.

Las combinaciones entre estos dos tipos de conocimiento son la esencia de la creación de nuevo conocimiento Arias et al.; (2007), dado que la utilidad del conocimiento radica en el proceso de conversión del mismo. De los tipos de conocimiento que plantea Nonaka y Takeuchi (1995) citado en Arias et al. (2007) se desprende el modelo SECI (socialización-exteriorización-combinación-interiorización) que describe las cuatro combinaciones posibles entre los distintos tipos de conocimiento.

desde \ *a*	Tácito	Explícito
Tácito	**Socialización**	**Externalización**
Explicito	**Internalización**	**Combinación**

Figura 5. Modos de conversión del conocimiento

Fuente: Nonaka y Takeuchi (1995) citado en Arias *et al.* (2007)

Donde;
Tácito a tácito: es el proceso de compartir experiencias entre las personas (socialización). Por ejemplo, el trabajo con productores, comunidades, observando sus acciones y practicando las experiencias. La socialización es el proceso de adquirir conocimiento tácito a través de compartir experiencias por medio de exposiciones orales, documentos, manuales y tradiciones y que añade el conocimiento novedoso a la base colectiva.

Tácito a explícito: es el proceso de articular el conocimiento tácito en conceptos explícitos (externalización). Se refiere a contrastar la realidad con la teoría mediante el conocimiento en campo y el técnico. La exteriorización es el proceso de convertir ese conocimiento tácito en conceptos explícitos que supone el uso de metáforas para generar nuevo conocimiento, cuando sea difícil de comunicar. Es la actividad esencial en la creación del conocimiento. En la práctica, este conocimiento se ejemplifica cuando se analizan experiencias de proyectos de desarrollo, que permitan replicar o no ciertas actividades para mejorar.

Explícito a explícito: es el proceso de sistematizar conceptos en un sistema de conocimiento (combinación). Por ejemplo, el intercambio y asociación de documentos, correos electrónicos, informes, que permitan la verificación o validación de información que incluya el conocimiento en campo y el técnico. La combinación es el proceso de crear conocimiento explícito al reunir conocimiento explícito proveniente de cierto número de fuentes secundarias o primarias, mediante reuniones, entrevistas u otro medio que se pueda categorizar, confrontar y/o clasificar para formas bases de datos de información que pueda convertirse en conocimiento explícito.

Explícito a tácito: es el proceso de transformar el conocimiento explícito en conocimiento tácito a través de "aprender haciendo" (internalización). Este conocimiento es muy valioso porque conlleva a estrategias pedagógicas como lo planteado en el aprendizaje para la comprensión. Por ejemplo, esto puede promover la generación de nuevo conocimiento e investigación compartida.

Cada conocimiento mencionado, bajo el enfoque de la gestión de conocimiento, está apoyado en la consideración de un conjunto de etapas y herramientas que permitan identificar datos informacionales actualizados y disponibles, promover la difusión de nuevo conocimiento, el trabajo conjunto y de forma inclusiva en la que se promueva el desarrollo de investigaciones encaminadas hacia decisiones fundamentadas y basadas en la colaboración.

Se describe a continuación el procedimiento considerado para desarrollar el enfoque de gestión de conocimiento aplicado al proyecto:

Colecta: el proyecto planteará requerimientos de datos informacionales científicos (de tipo secundario), utilizando búsquedas en la web de documentos de libre acceso y con características científicas tales como temporalidad (resientes), lugar de publicación (revistas indexadas), autores fácilmente reconocidos en alguna temática en particular (en algunos casos), entre otros. La colecta de información secundaría apoyo a productos tales como:

- Producto 1. Documento del estado del arte en investigación e innovación para la intensificación de los sistemas ganaderos y adaptación y mitigación ante el cambio climático en LAC.

- Producto 2. Documento de debilidades y fortalezas de los programas de investigación para la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos sobre el cambio climático en el contexto de América Latina y el Caribe.
- Producto 5. Estrategia de gestión de conocimiento y comunicación.
- Producto 11. Un inventario de políticas existentes y nuevas políticas para la promoción de la intensificación de los sistemas ganaderos sostenibles en LAC, por país con base en fuentes secundarias de información. Luego se realizaron entrevistas semiestructuradas con al menos tres informantes clave por país (sector público agropecuario, asociaciones gremiales y sector público relacionado con la temática ambiental).
- Producto 12. *Policy brief*. Además, se consideró la colecta de información primaria mediante la consulta a expertos para el desarrollo de los productos (además de insumos secundarios).
- Producto 3. Coordinación de una agenda región para la investigación y desarrollo para la intensificación de la ganadería sostenible en el contexto de cambio climático y un plan de implementación.
- Producto 8. Documento de necesidades y oportunidades para la construcción de capacidades en producción de sistemas ganaderos sostenibles.

Selección y ordenación: la selección y ordenación conllevará a un proceso de depuración de la información, considerando como revistas indexadas, páginas de organizaciones reconocidas, temporalidad (información resiente). Cada uno de los productos realizados para el proyecto requerirá de la selección y ordenación de información para respaldo bibliográfico de los criterios emitidos.

En este punto, se identificará la pertinencia, temporalidad, complementariedad, entre otras cosas, que permitan depurar la información. Con esto, se evitará la duplicidad de información y se considerarán las mejores fuentes de información para asegurar su calidad.

Evaluación de necesidades y validación: la selección y ordenación de la información dará paso a la identificación de necesidades de investigación que permitirán que el proceso de colecta sea de fuente primaria o secundaria. En este sentido, en cuanto a la elaboración del producto 1, 2, 3, 4, 5 y 8 este proceso será clave, debido a se conducirá al desarrollo de

- Producto 1. Desarrollo de un informe que requerirá de basta bibliografía para describir el estado del arte de la intensificación de la ganadería sostenible en América Latina y el Caribe (LAC)
- Producto 2**.** Se buscarán y ordenarán más de 5000 archivos de los últimos 10 años. Además, se realizará la definición de debilidades y fortalezas de la investigación en ALC mediante búsquedas en diferentes páginas de organizaciones, google académicos, revistas indexadas, que serán ordenadas en bases de datos (Access) para el uso y consulta de más usuarios interesados.
- Producto 3. Este es un producto clave en el cual se aplicará la identificación de necesidades de información con diferentes expertos de ALC. Considerando también la validación de la información con los expertos consultados, según el avance de las consultas realizadas para la definición de las líneas de investigación.
- Producto 4. La definición de una encuesta será el instrumento utilizado para la recopilación de información primaria para definir quiénes están trabajando en práctica, tecnología o

investigación. A partir de esa identificación de expertos trabajando en esas temáticas, se vislumbrará las necesidades u oportunidades en diferentes temáticas que permitan mejorar los aspectos relacionados a la intensificación de la ganadería sostenible y diferenciar a nivel de país, los avances existentes y la concepción de una práctica, una tecnológica o una innovación.

- Producto 6. Los eventos virtuales y presenciales servirán para contar con la percepción de diferentes expertos (investigadores, estudiantes, técnicos, otros) sobre las necesidades de generación de investigación y fortalecimiento de capacidades en ALC.
- Producto 8. Un ejemplo más sobre la puesta en práctica del enfoque dentro del desarrollo del proyecto será la búsqueda de información secundaria que dirigirá la construcción de un documento que defina las necesidades de capacitación en la región. Esta definición conllevará a la realización de los contenidos para los cursos virtuales. Diferentes propuestas de contenidos para los cursos virtuales se detallan como productos 9 y 10.
- Producto 11 y 12. Estos documentos obedecerán a dar respuesta sobre el avance del inventario de políticas en los países de ALC. De las entrevistas semiestructuradas se generarán resultados que indican los puntos de quiebre para cada país en el que se dictamina la replicabilidad y escalabilidad de estas leyes. Este proceso será validado con los estudios de caso. El *police brief* compilará las condiciones habilitadoras que se identificarán para promover este tipo de sistemas (intensificación de la ganadería sostenible).
- Producto 13. Este documento presentará iniciativas de gestión de recursos financieros para el desarrollo de proyectos en diferentes áreas geográficas, dichas iniciativas serán generadas a partir del reconocimiento de necesidades.

4. Productos adaptados a diferentes audiencias. Como parte de la adaptación de los resultados clave que busca el enfoque de la gestión del conocimiento se obtendrán los siguientes productos en específico:

- Producto 2. La base de datos generada en Access requerirá de una guía básica para su utilización, lo que representará la adopción de material para compartir con diferentes públicos.
- Producto 6. Los eventos virtuales o presenciales representarán una oportunidad para la adopción de las temáticas abordadas comprensibles para diferentes audiencias. Cada uno de los panelistas, en el caso de los webinarios, adaptará el contenido para poder considerar a un público meta heterogéneo.
- Producto 9 y 10. En estos productos se considerarán las necesidades de capacitación identificadas en el producto 8, las cuales se convertirán en programas de curso conformados por unidades que respondan a objetivos de aprendizaje. Cada unidad requerirá estructurar la información para cada uno de los tutores con el fin de construir conocimiento, el cual deberá responder a las necesidades de los entornos virtuales de aprendizaje tales como videos explicativos, foros de consultas disponibles para cada unidad, presentaciones Power Point con comentarios explicativos y sesiones sincrónicas. Todo esto deberá ser desarrollado por cada tutor e impartido en la Plataforma Moodle de CATIE.
- Producto 12. El *police brief* recogerá las condiciones habilitadoras que a modo de síntesis se tienen que promover en los sistemas de intensificación sostenible de la ganadería. Esto será

útil para aquellos públicos meta o sector privado que requieran información concisa para la toma de decisiones.

Comunicación. Cumple su rol en todas las etapas de la gestión del conocimiento, debido a que es mediante la comunicación que se logran llevar los mensajes para promover la construcción de capital intelectual entre el público meta y otros públicos potencialmente interesados en la temática. Los medios de comunicación utilizados para dinamizar los diferentes procesos de este proyectos se enfocarán en el uso de redes sociales, ambientes de educación virtual, herramientas de video conferencias para sesiones sincrónicas, entre otras formas de trasmitir el mensaje.

La estrategia de gestión de conocimiento conllevará al establecimiento de diversos de espacios y puntos de acceso para compartir el conocimiento:

- Puntos de encuentro: los puntos de encuentro son interpretados como talleres, cursos presenciales, reuniones temáticas, grupos de trabajo, entre otros.
- Puntos de acceso: son aquellos por donde se difunde y pone al servicio aquella información y conocimiento que pudiera resultar útil a los demás (página web, redes sociales, publicaciones, boletines, webinarios, foros, plataforma para la formación y capacitación).

Una ventaja de los medios utilizados mediante las oportunidades que representa la tecnología en la actualidad, es poder contar con público en diferentes latitudes, esto a su vez representa el reto de poder llevar un mensaje asertivo a personas con diferentes culturas, experiencias, conocimientos y el desafío de lograr captar el interés de expertos de la región, el conocimiento generado deberá ser, bajo este enfoque, transferible y accesible. El producto 7 será clave como medio de comunicación de la información debido que plantea una plataforma web como sitio estratégico para interacción entre miembros de la plataforma.

Adicionalmente, para lograr establecer los canales de comunicación, en cuanto al desarrollo de los cursos virtuales será necesario construir un entorno que permita la creación, transferencia y uso del conocimiento de forma más eficiente (visualización, descarga de material, espacios de consultas otros) mediante la plataforma Moodle del CATIE.

Decisiones con base en el diálogo y conocimiento. La gestión del conocimiento es un proceso continuo que, según Quintas *et al.* (1997) citado en Aguilera (2017), sirve para conocer necesidades actuales y emergentes e identificar y explotar el conocimiento adquirido. Además de facilitar los flujos de conocimiento y del compartirlo para mejorar la productividad individual y colectiva.

Al respecto, la OPS indica que la gestión del conocimiento y las comunicaciones son herramientas y metodologías importantes para la toma de decisiones fundamentadas, así como para promover cambios (individuales, sociales y políticos). Por ejemplo:

a) Hace aflorar las normas que rigen la práctica de actividades
b) Ayuda a moldear el entendimiento colectivo
c) Facilita la emergencia del conocimiento heurístico Tsoukas y Vladimirou (2001) citado en Aguilera (2017)

Diferentes productos serán muestra del abordaje de esta etapa:

- Producto 3. Este producto sobre la agenda de investigación planteará en su metodología la interacción con expertos de la región y someterá a consideración de ellos diferentes líneas de investigación que se ajustaran a la realidad subregional (Andina, Cono Sur y Centroamericana y el Caribe). Los espacios de discusión y diálogo para generar nuevo conocimiento serán parte de los resultados de este documento.
- Producto 4. Para la construcción de una base de datos a nivel regional sobre expertos trabajando en prácticas e innovación, se recurrirá a procesos de discusión para el diseño del instrumento, principalmente por la demanda en cuanto a la definición conceptual de una práctica o una innovación que sea adecuada para someterla a consideración de expertos de diferentes latitudes.
- Producto 6. Cada actividad virtual (webinarios) o presencial (taller) proporcionará espacios de discusión e intercambio de información que motivaron el fortalecimiento del capital intelectual.
- Producto 11. Este producto será clave para esta etapa, debido a que se someterá a consideración para ser incluido en el inventario de políticas de los países y así tener la oportunidad de encaminar la toma de decisiones.

En la Figura 6 se muestra de manera esquemática el proceso considerado para esta propuesta de abordaje de gestión de conocimiento para el proyecto. Siendo los elementos informacionales claves para dar inicio a las etapas. Dentro de las etapas, lo primero es la colecta de los datos informacionales, seguido de la selección y la ordenación de la información, para poder evaluar las necesidades y someter a validación la información. Posterior a estas tres etapas básicas, se debe adaptar el material (los datos informacionales) para poner a disposición materiales utilizables por diferentes audiencias que contribuyan con la generación de nuevo conocimiento y fortalecimiento del capital intelectual.

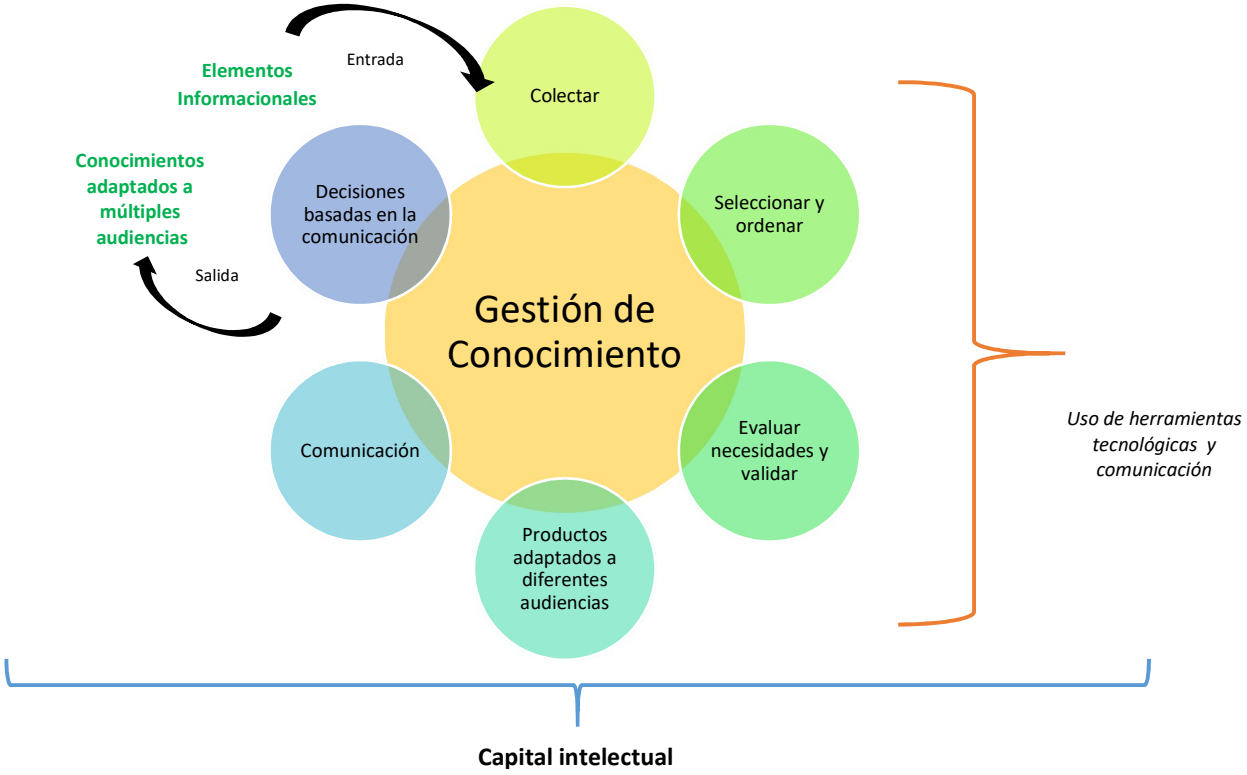


Figura 6. Lógica de gestión del conocimiento. Elaborado por Chaves, G. 2018 a partir de insumos de Teoría de Cambio de CIAT en gestión de conocimiento, 2018. Taller alianza alemana mexicana, Enfoque de IKI.

Así, los objetivos perseguidos por la estrategia de gestión del conocimiento yacen en

- Acceder a elementos informacionales
- Generar o captar conocimiento
- Estructurar y aportar valor al conocimiento recogido, usualmente mediante productos adaptados
- Transferir y facilitar conocimiento
- Establecer mecanismos para la utilización y reutilización de este conocimiento, tanto por individuos como por los grupos de expertos dentro de la organización

El rol de la comunicación en la gestión del conocimiento

Según Yang *et al.* (2016) la comunicación es una interacción social, a través de la cual se hace el intercambio y creación de conocimiento. La comunicación es usada para estimular la innovación y la toma de decisiones. La información-comunicación-conocimiento es un mismo objeto, una unidad inseparable que debe ser estudiada en su complejidad integrada y que debe transformar las capacidades, como capital intelectual.

Como ya se mencionó, es importante tener en cuenta que la mayoría de las fases del ciclo del conocimiento se vincula estrechamente con la comunicación, porque de ella depende que el saber logre filtrarse por los canales correspondientes y surta el efecto deseado por quienes practican la comunicación y aprovechan dicho conocimiento (públicos meta).

Eje estratégico 3. Identidad gráfica

Objetivo: fortalecer la identidad y atributos diferenciadores de la plataforma

A continuación, se muestran las actividades de comunicación y los productos e instrumentos para cumplir con el objetivo del eje 3.

Actividades de comunicación asociadas	*Productos e instrumentos*
• Homogenizar discurso y mensajes clave • Desarrollar una aplicación coherente y sistematizada de la identidad visual • Generar materiales que sistematicen el discurso • Socializar mensajes clave con los públicos meta	• Perfil plataforma con mensajes claves • Distintivo plataforma Mesa de logos (imagen de los logos oficiales y su orden establecido) • Plegable divulgativo de la plataforma • Nota de presentación • Plantillas oficiales (ppt, informes, hoja membretada, invitaciones, etc.)

Eje estratégico 4. Visibilización de la plataforma

Objetivo: visibilizar los avances y logros de la plataforma

A continuación, se muestran las actividades de comunicación y los productos e instrumentos para cumplir con el objetivo del eje 4.

Actividades de comunicación asociadas	*Productos e instrumentos*
• Dar a conocer a los públicos meta la existencia y funcionamiento de la plataforma • Difundir los eventos y publicaciones generadas por la plataforma • Establecer un uso estratégico de herramientas de comunicación digital • Garantizar un flujo constante de información entre los socios de la plataforma	• Página Web de la plataforma y micrositio del Proyecto en FONTAGRO • Redes sociales (Twitter y Facebook) • Zoom y Youtube para capacitaciones virtuales • Boletín electrónico de noticias • Páginas Web, boletines y redes sociales de los socios • Informes y reportes de la plataforma

4. ÁREA DE INFLUENCIA Y PÚBLICOS META

El área de influencia definirá el alcance que tendrá la estrategia. Se considera como área de influencia América Latina y el Caribe. Sin embargo, mediante el uso eficiente de las redes sociales y otros

recursos virtuales se puede llegar a otras áreas geográficas dado que existen alianzas con Global Research Alliance, Nueva Zelanda, FAO, BM entre otros actores importantes con incidencia a nivel mundial en cuanto al desarrollo de investigaciones y proyectos de desarrollo fuera de la región de ALC. Por otra parte, la plataforma cuenta con una gran variedad de públicos meta. El abordaje con cada uno será vital para el éxito de la Estrategia de Gestión de Conocimiento y Comunicación. La Figura 7 muestra la definición de los públicos meta establecida.

Figura 7. Definición de público meta para la estrategia de gestión de conocimiento y comunicación

4.1. Implementación de la estrategia

A continuación, se detalla por ejes, actividades, tácticas y responsables, cómo se implementará la estrategia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estrategia de implementación

Ejes	Objetivo	Actividades	Tácticas	Responsable
Intercambio de conocimiento	Generar y compartir conocimiento sobre la intensificación de la ganadería sostenible	Promover el desarrollo de acciones de fortalecimiento de capacidades e intercambio de experiencias	**T1.** Llevar a cabo cuatro talleres o cursos de capacitación: • Con instituciones y actores clave interesados en promover la intensificación sostenible de la ganadería en diferentes regiones de América Latina y el Caribe **T2.** Organizar al menos cinco webinarios sobre intensificación sostenible de la ganadería	Francisco Casasola y Gabriela Chaves Apoyo equipo GAMMA
		Fomentar el uso de plataformas de colaboración virtual que faciliten el intercambio de conocimiento y la colaboración eficaz	**T1.** Construir una base regional sobre tecnologías, práctica e innovación en los sistemas de producción ganaderos **T2.** Generar un repositorio de conocimiento	Francisco Casasola Gabriela Chaves Leonardo Aguilar Equipo GAMMA
		Generar información útil y relevante para los públicos meta	**T1.** Generar cinco publicaciones (productos 4, 5, 6 y 7[1]) relacionadas con la intensificación sostenible de la ganadería	Francisco Casasola, Gabriela Chaves, Cris Soto o Karla Salazar Leonardo Aguilar Consultores Equipo GAMMA
	Proponer el enfoque de la gestión de conocimiento y el rol de la	Colectar información bibliográfica sobre la intensificación sostenible de la ganadería	**T1.** Buscar información sobre la intensificación sostenible de la ganadería a través de la Web y contactos con expertos de América Latina y el Caribe	Francisco Casasola y Gabriela Chaves Consultores Equipo GAMMA

[11] Sobre base de datos de expertos en tecnología, practica e innovación. Estrategia de Gestión de Conocimiento y Comunicación y Plataforma web del proyecto.

Ejes	Objetivo	Actividades	Tácticas	Responsable
Enfoque estratégico	comunicación para la plataforma	Seleccionar y ordenar la información recopilada sobre la intensificación sostenible de la ganadería	**T1.** Identificar la pertinencia, temporalidad y complementariedad de la información recopilada para asegurar su calidad	Francisco Casasola Consultores
		Evaluar las necesidades y validar la información	**T1.** Establecer criterios técnicos para identificar las necesidades y los vacíos, así como la socialización de información para la construcción de nuevo conocimiento	Francisco Casasola Gabriela Chaves Consultores Equipo GAMMA
		Adaptar y adoptar los elementos informacionales	**T1.** Transformar los elementos informacionales para ampliar la audiencia utilizando diferentes medios de comunicación	Gabriela Chaves Karla Salazar
		Comunicar el nuevo conocimiento para promover el capital intelectual a diferentes públicos meta	**T1.** Crear una plataforma web y un micrositio que contenga y ponga a disposición de los públicos meta los principales resultados del proyecto y el nuevo conocimiento	Francisco Casasola Leonardo Aguilar
		Promover mecanismos de discusión para la toma de decisiones	**T1.** Realizar actividades (talleres, cursos, webinars) que permitan la interacción entre los diferentes actores clave, orientar la toma de decisiones y el fortalecimiento de alianzas	Francisco Casasola Gabriela Chaves Equipo GAMMA
Identidad gráfica	Fortalecer la identidad y atributos diferenciados de la plataforma	Homogenizar discurso y mensajes clave	**T1.** Crear un perfil de la plataforma que contenga los mensajes clave	Leonardo Aguilar Comunicación del CATIE
		Desarrollar una aplicación coherente y sistematizada de la identidad visual	**T1.** Diseñar un distintivo que identifique a la plataforma **T2.** Establecer el diseño oficial de la mesa de logos de la plataforma **T3.** Diseñar y compartir con los miembros de la plataforma las plantillas oficiales de esta (ppt, hoja membretada e invitaciones)	Leonardo Aguilar Comunicación del CATIE
		Generar materiales que sistematicen el discurso	**T1.** Producir un boletín informativo y promocional de la plataforma	Comunicación del CATIE

Ejes	Objetivo	Actividades	Tácticas	Responsable
		Socializar mensajes clave con los públicos meta	**T1.** Elaborar noticias digitales sobre las actividades y eventos de la plataforma, las cuales se publicarán en la página web y redes sociales del CATIE, así como en la plataforma web y micrositio de FONTAGRO **T2.** Difundir al menos dos comunicados de prensa relacionados con resultados significativos del trabajo en el marco de la plataforma	Comunicación del CATIE
Visibilización de la plataforma	Visibilizar los alcances y logros de la plataforma	Dar a conocer a los públicos meta la existencia y funcionamiento de la plataforma	**T1.** Organizar webinarios y talleres que difundan temas de interés de la plataforma **T2.** Generar planes de contenido sobre los objetivos de la plataforma para redes sociales oficiales del CATIE	Francisco Casasola, Gabriela Chaves, Comunicación del CATIE Equipo GAMMA
		Difundir los eventos y publicaciones generadas por la plataforma	**T1.** Hacer uso de los medios de comunicación oficiales del CATIE (página web y redes sociales), el canal del CATIE en YouTube, el micrositio del proyecto en FONTAGRO y la plataforma web para informar a los públicos meta sobre los eventos y publicaciones producidas	Francisco Casasola y Comunicación del CATIE
		Establecer un uso estratégico de herramientas de comunicación digital	**T1.** Programar, de acuerdo con las actividades y eventos de la plataforma, publicaciones en las redes sociales, considerado una frecuencia que permita un alcance significativo	Comunicación del CATIE
		Garantizar un flujo constante de información entre los socios de la plataforma	**T1.** Difundir correos electrónicos a los socios sobre los próximos eventos y actividades de la plataforma, así como sobre el alcance actual de la plataforma	Gabriela Chaves y Comunicación del CATIE

5.1.1 Presupuesto de la estrategia

El presupuesto considerado para la ejecución de la estrategia se presenta a continuación a nivel de temáticas:

Cuadro 2. Presupuesto

Temática	Presupuesto
Gestión de conocimiento	USD 5000
Comunicación • Perfil plataforma con mensajes claves • Distintivo plataforma • Mesa de logos (imagen de los logos oficiales y su orden establecido) • Nota de presentación • Plegable divulgativo de la plataforma • Plantillas oficiales (ppt, informes, hoja membretada, invitaciones, etc.) • Manejo de redes sociales (Twitter y Facebook) • Boletín electrónico de noticias • Informes y reportes de la plataforma	USD 4500
Total	USD 9500

5.1.2 Riesgos de la implementación

Asociados a la ejecución de proyectos existen diferentes riesgos que deben de ser considerados para garantizar el éxito de la implementación. En el caso de la estrategia de gestión de conocimiento y comunicación se deben considerar las clasificaciones siguientes como posibles riesgos:

- Estratégicos: que no haya el interés suficiente por parte de los actores involucrados en participar, lo que conlleva también a los procesos de sostenibilidad.
- Financieros: que no se cuente con recursos financieros suficientes para la implementación y sostenibilidad

La identificación del riesgo es el inicio de cualquier tipo de estrategia para minimizar los riesgos y un paso previo a la planificación de las respuestas ante esos posibles improvistos. Es importante señalar que los riesgos deberán ser aquellas variables.

A continuación, en el Cuadro 3 se presenta cada uno de los objetivos, con las actividades propuestas y la identificación de posibles riesgos asociados por actividad.

Cuadro 3. Tipo de riesgos asociados a los objetivos y sus actividades

Objetivo	Actividad	Riesgos asociados
Generar y compartir conocimiento sobre la intensificación de la ganadería sostenible	Promover el desarrollo de acciones de fortalecimiento de capacidades e intercambio de experiencias	Estratégico y financiero
	Fomentar el uso de plataformas de colaboración virtual que faciliten el intercambio de conocimiento y la colaboración eficaz	Estratégico y financiero
	Generar información útil y relevante para los públicos meta	Estratégico
Visibilizar los alcances y logros de la plataforma	Dar a conocer a los públicos meta la existencia y funcionamiento de la plataforma	NA
	Difundir los eventos y publicaciones generadas por la plataforma	Estratégico
	Establecer un uso estratégico de herramientas de comunicación digital	Estratégico
	Garantizar un flujo constante de información entre los socios de la plataforma	Estratégico

5.2 Monitoreo de la estrategia

Uno de los factores más importantes para que la implementación de esta estrategia sea efectiva, consiste en que su avance sea monitoreado sistemáticamente. Por esta razón, se realizará un monitoreo de los resultados, tomando como punto de partida indicadores específicos, los cuales se medirán a través de diferentes herramientas. A continuación, se resume el proceso de monitoreo que se desarrollará (Cuadro 4). La medición de cada uno de los indicadores permitirá determinar si se está avanzando en la dirección correcta.

Beneficios del monitoreo

A continuación, se enlistan los principales beneficios del monitoreo del avance de la implementación:

- Facilita la incorporación de acciones correctivas de forma oportuna
- Mejora la adopción de decisiones y disminución de riesgos
- Ayuda a la detección de problemas emergentes y posibilidad de prevención
- Facilita la evaluación de progresos
- Reduce el riesgo de no avanzar en la implementación
- Promueve una mayor responsabilización de los actores
- Desarrolla una vigilancia constante que puede permitir una mejora continua

Cuadro 4. Proceso de monitoreo

Ejes	Actividades	Tácticas	Indicador	Instrumento de verificación	Responsables
Intercambio de conocimiento	Promover el desarrollo de acciones de fortalecimiento de capacidades e intercambio de experiencias	**T1.** Llevar a cabo cuatro talleres de capacitación con instituciones y actores clave interesados en promover la intensificación sostenible de la ganadería en diferentes regiones de ALC. **T2.** Desarrollar al menos tres cursos en línea para capacitadores sobre la intensificación sostenible de la ganadería **T3.** Organizar al menos cuatro webinarios sobre intensificación sostenible de la ganadería	Cantidad de talleres realizados Número de participantes Réplica de los talleres y cambios realizados por los participantes Cantidad de cursos realizados y número de participantes Replica de los cursos y cambios realizados por los participantes Cantidad de webinarios realizados	Ayudas de memoria, listas de asistencia, listas de contactos y fotografías Cursos en plataforma virtuales, materiales de los cursos y lista de participantes Bases de datos, videos, e invitaciones Grabaciones de webinarios, lista de participantes, invitaciones	Francisco Casasola Gabriela Chaves Equipo GAMMA
	Fomentar el uso de plataformas de colaboración virtual que faciliten el intercambio de conocimiento y la colaboración eficaz	**T1.** Construir una base regional sobre tecnologías, práctica e innovación en los sistemas de producción ganaderos **T2.** Generar un repositorio de conocimiento	Una base de datos Un repositorio	Un archivo de Excel Un espacio en el web diseñado para el almacenamiento de documentos sobre temas de interés	Francisco Casasola y Gabriela Chaves
	Generar información útil y relevante para los públicos meta	**T1.** Generar cinco publicaciones (productos 4, 5, 6 y 7) relacionadas con la intensificación sostenible de la ganadería	Cinco publicaciones internas	Documentos publicados	Francisco Casasola Consultores Equipo GAMMA y Unidad Comunicación

Cuadro 4. Proceso de monitoreo

Ejes	Actividades	Tácticas	Indicador	Instrumento de verificación	Responsables
Enfoque estratégico	Colectar información bibliográfica sobre la intensificación sostenible de la ganadería	**T1.** Buscar información sobre la intensificación sostenible de la ganadería a través de la Web y contactos con expertos de América Latina y el Caribe	Cantidad de documentos	Banco de información recopilada	Francisco Casasola Gabriela Chaves Consultores
	Seleccionar y ordenar la información recopilada sobre la intensificación sostenible de la ganadería	**T1.** Identificar la pertinencia, temporalidad y complementariedad de la información recopilada para asegurar su calidad	Cantidad de documentos	Carpeta con documentos seleccionados y ordenados	Francisco Casasola y Gabriela Chaves
	Evaluar las necesidades y validar la información	**T1.** Establecer criterios técnicos para identificar las necesidades y los vacíos, así como la triangulación de información para la construcción de nuevo conocimiento	Cantidad de criterios	Listado de criterios	Francisco Casasola Consultores Equipo GAMMA
	Adaptar y adoptar los elementos informacionales	**T1.** Transformar los elementos informacionales para ampliar la audiencia utilizando diferentes medios de comunicación	Número de documentos adoptados y adaptadas	Cantidad de elementos informacionales	Gabriela Chaves
	Comunicar el nuevo conocimiento para promover el capital intelectual a diferentes públicos meta	**T1.** Crear una plataforma web y un micrositio que contenga y ponga a disposición de los públicos meta los principales resultados del proyecto y el nuevo conocimiento	Una plataforma web y micrositio del Proyecto ligado a FONTAGRO	Sitios web	Francisco Casasola Leonardo Aguilar
	Promover mecanismos de discusión para la	**T1.** Realizar actividades (talleres, cursos, webinars) que permitan la interacción entre los	Cantidad de actividades realizadas	Ayudas de memoria, listas de asistencia,	Francisco Casasola Gabriela Chaves

Cuadro 4. Proceso de monitoreo

Ejes	Actividades	Tácticas	Indicador	Instrumento de verificación	Responsables
	toma de decisiones	diferentes actores clave, orientar la toma de decisiones y el fortalecimiento de alianzas		listas de contactos y fotografías	Consultores Equipo GAMMA
Identidad gráfica	Homogenizar discurso y mensajes clave	**T1.** Crear un perfil de la plataforma que contenga los principales mensajes clave	Un perfil	Diseño del perfil	Comunicación de CATIE
	Desarrollar una aplicación coherente y sistematizada de la identidad visual	**T1.** Diseñar un distintivo que identifique a la plataforma **T2.** Establecer el diseño oficial de la mesa de logos de la plataforma **T3.** Diseñar y compartir con los miembros de la plataforma plantillas oficiales	Un distintivo de la plataforma Una mesa de logos Una plantilla de Power Point y un machote de invitaciones	Documentos que contengan el distintivo Documentos y otros materiales que contengan la mesa de logos Presentaciones que contengan la plantilla oficial utilizada en diferentes eventos e invitaciones	Comunicación de CATIE
	Generar materiales que sistematicen el discurso	**T1.** Producir un boletín informativo y promocional de la plataforma	Un flyer	Un documento en pdf para difusión	Comunicación de CATIE
	Socializar mensajes clave con los públicos meta	**T1.** Elaborar noticias digitales sobre las actividades y eventos de la plataforma, las cuales se publican en la página web y redes sociales del CATIE, así como en la plataforma web y micrositio **T2.** Difundir al menos dos comunicados de prensa	Cantidad de noticias Dos comunicados	Noticias en página web y redes sociales del CATIE, así como en la plataforma web y micrositio Comunicados en la página web,	Comunicación de CATIE

Cuadro 4. Proceso de monitoreo

Ejes	Actividades	Tácticas	Indicador	Instrumento de verificación	Responsables
		relacionados con resultados significativos del trabajo en el marco de la plataforma		plataforma web y micrositio	
Visibilización de la plataforma	Dar a conocer a los públicos meta la existencia y funcionamiento de la plataforma	**T1.** Organizar webinars y talleres que difundan los objetivos de la plataforma	Cantidad de webinars	Bases de datos, videos, e invitaciones	Francisco Casasola, Gabriela Chaves y Comunicación
		T2. Difundir un comunicado de prensa sobre el lanzamiento y presentación de la plataforma	Un comunicado	Comunicado en la página web, plataforma web y micrositio	
		T3. Generar planes de contenido sobre los objetivos de la plataforma para redes sociales oficiales del CATIE	Un plan de contenido	Un documento con el plan de contenido	
		T4. Boletín electrónico que resuma los principales logros y alcances de la plataforma, el cual se difundirá a la base de datos de la plataforma y a las listas de difusión del CATIE en los países, antes del cierre del proyecto	Un boletín electrónico	Un correo que contenga el boletín electrónico	
	Difundir los eventos y publicaciones generadas por la plataforma	**T1.** Hacer uso de los medios de comunicación oficiales del CATIE (página web y redes sociales), el canal del CATIE en YouTube, el micrositio y la plataforma web para informar a los públicos meta sobre los	Cantidad de publicaciones en medios oficiales del CATIE	Documento que resuma la cantidad de publicaciones compartidas en diferentes medios	Francisco Casasola y Comunicación

Cuadro 4. Proceso de monitoreo

Ejes	Actividades	Tácticas	Indicador	Instrumento de verificación	Responsables
		eventos y publicaciones producidas			
	Establecer un uso estratégico de herramientas de comunicación digital	**T1.** Programar, de acuerdo con las actividades y eventos de la plataforma, publicaciones en las redes sociales, considerado una frecuencia que permita un alcance significativo	Un documento con el plan de contenido	Publicaciones en las redes sociales	Francisco Casasola y Comunicación
	Garantizar un flujo constante de información entre los socios de la plataforma	**T1.** Difundir correos electrónicos a los socios sobre los próximos eventos y actividades de la plataforma, así como sobre el alcance actual de la plataforma	Cantidad de correos difundidos	Correos electrónicos difundidos a la lista de socios de la plataforma	Francisco Casasola y Comunicación

6. CONSIDERACIONES FINALES

En materia de gestión del conocimiento y comunicaciones se pueden identificar algunos aspectos relevantes y desafíos en la región ALC.

- La región posee un gran potencial en términos de generación de información científica que se puede compartir. Según las indagaciones realizadas, la cantidad de información vinculada con la temática de ganadería sostenible, cambio climático, intensificación de la ganadería excede las 2000 publicaciones para el año 2018.
- Hay oportunidades para captar y promover el capital intelectual en los países. Algunas ventajas comparativas en cuanto a vanguardia en prácticas o innovaciones de la subregión del Cono Sur y Andina puede ser compartida con la experiencia centroamericana para la adopción de nuevas estratégicas para la intensificación de la ganadería sostenible y la mitigación y adaptación frente al cambio climático.
- Hay capacidad limitada en la región para la gestión de la producción, la clasificación, preservación y difusión de información científica y técnica sobre salud.
- El uso de los medios tecnológicos virtuales debe de fomentarse para la difusión del conocimiento en la región de ALC, debido al interés en las temáticas y las necesidades de cooperación y decisiones conjuntas.
- El desarrollo de un sitio web "Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería" y el espacio en la página de Fontagro poseen una gran potencialidad como canal de comunicación para los contactos vinculados y que serán invitados a los diferentes eventos virtuales, los cuales requerirán seguimiento y actualización de información para el fortalecimiento del capital intelectual.
- El desarrollo del inventario de marcos institucionales permitirá socializar y validar información que pueda ser replicable en otros países de la región, para mejorar las ventajas comparativas de los sistemas productivos ganaderos.
- No se puede dejar de lado a aquellos países, poblaciones, comunidades que están en situación de acceso desigual a la tecnología (ejemplo Cuba y Venezuela).

7. BIBLIOGRAFÍA

Arias, J.; Cruz, H.; Pedraza, M.; Ordoñez, A.; 2007. Los escenarios de la gestión del conocimiento y el capital intelectual en los procesos de investigación. Consultado febrero 2019. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-48232007000100006&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-4823

Aguilera, A.2017. Gestión del conocimiento organizacional. Consultado marzo 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312155359_LA_GESTION_DEL_CONOCIMIENTO_ORGANIZACIONAL

CIAT (Clima y sector agropecuario colombiano). 2018. Diseño de intervenciones de gestión de conocimiento en la investigación agrícola para el desarrollo. Consultado agosto 2018. Disponible http://www.aclimatecolombia.org/diseno-de-intervenciones-de-gestion-de-conocimiento-en-la-investigacion-agricola-para-el-desarrollo/

Pelufo, M. Contretras, E. 2002. Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. Chile. Consultado noviembre 2018. Disponible en: http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/uneclac/unpan014565.pdf

OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2012. Memorias (en línea). Pantoja, A; Taguchi, M; López, V (eds.). Conferencia Sanitaria Panamericana. Estrategia y plan de acción sobre gestión del conocimiento y comunicaciones. 02 p. Consultado 20 marzo 2019. Disponible en

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2017. Documentación Primer Taller de Intercambio para Proyectos IKI (Iniciativa Climática Internacional) en México. Taller.

Yang, Y., Saladrigas, H., Torres Ponjuán., D. 2006. El proceso de la comunicación en la gestión del conocimiento. Un análisis teórico de su comportamiento a partir de dos modelos típicos. Consultado agosto 2018. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000200022

Davenport, T.H. "Saving IT's Soul: Human-Centered Information Management," Harvard Business Review, Mar-Apr 1994, pp. 119-131.

López, M. Hernández, A. Marulanda, C. 2013. Procesos y Prácticas de Gestión del Conocimiento en Cadenas Productivas de Colombia. Vol.25. N°3. Consultado febrero 2019.Disponible en: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000300015

Mancilla, C.; Merino Rodríguez, B.; Murcia Rivera, C.; Rodríguez Ruiz, Ó.; Villanueva Ruiz, J.;

Villar, L. 2003. Consultado setiembre 2018. Gestión de conocimiento en universidades y organismos públicos de investigación. Disponible: https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/16_GestionConocimientoUniversidadesOPIS.pdf

Nagles, G. 2007. Gestión del Conocimiento como fuente de innovación. Universidad EAN Colombia. Consultado setiembre 2018. Disponible: http://www.redalyc.org/pdf/206/20611495008.pdf

Sánchez, M.; Melián, A.; Hormiga, E. 2007. El concepto del capital intelectual y sus dimensiones. Universidad de Las Palmás de Gran Canaria. Investigaciones Europeas de Dirección y Económica de la Empresa. Vol. 12N°2, pp 97-111; 1135-2523

Ordónez de Pablos, P. 2001. La gestión del conocimiento como base para el logro de una ventaja competitiva sostenible: la organización Occidental versus japonesa. Universidad de Oviedo.

Yang, Y.; Saladrigas, H.; Torres, D. 2016. El proceso de la comunicación en la gestión del conocimiento. Un análisis teórico de su comportamiento a partir de dos modelos típicos. Universidad de La Habana. Cuba. Consultado febrero 2018. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000200022

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 2
Gestión de Conocimiento y Comunicación

Actividad 2.3

Organización de foros y otros eventos para promover el intercambio de información sobre los sistemas ganaderos intensivos de emisiones de GEI entre las partes interesadas privadas y públicas

Producto **6**

Al menos cuatro eventos locales y regionales organizados para compartir información con las partes interesadas sobre los sistemas y tecnologías de ganadería intensiva de baja emisión de GEI para adaptarse al cambio climático

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Gabriela Chaves Soto

Claudia J. Sepúlveda L.

Francisco Casasola

Unidad de Ganadería Ambiental

-GAMMA-

Marzo, 2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 4
EXECUTIVE SUMMARY 6
2. OBJETIVOS 9
3. METODOLOGÍA 10
4. RESULTADOS EVENTO PRESENCIAL: Taller 14
5. RESULTADOS DE EVENTOS VIRTUALES: Webinarios 16
7. CONCLUSIONES 40
8. ANEXOS 42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Temática y expertos panelistas considerados la temática desarrollada 12
Cuadro 2. Resumen de registrados, participantes, países representados y genero para el webinar 1 21
Cuadro 3. Resumen de registrados, participantes, países representados y genero para el webinar 2 25
Cuadro 4. Resumen de registrados, participantes, países representados y genero para el webinar 3 31
Cuadro 5. Resumen de registrados, participantes, países representados y genero para el webinar 4 39

ABREVIACIONES, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ALC	América Latina y el Caribe
BM	Banco Mundial
C	Carbono
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CC	Cambio climático
CH_4	Metano
CIFOR	Centro Internacional de Investigación Forestal
CO2	Anhídrido carbónico
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Fontagro	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
GAMMA	Unidad de Ganadería Ambiental
GEF	Fondo Global del Ambiente
GEI	Gases de efecto invernadero
GRA	Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero
GRSB	Mesa Global para la Producción Sostenible de Carne
N_2O	Óxido nitroso

RESUMEN EJECUTIVO

Para responder al incremento en la demanda de proteínas de origen animal es necesario incrementar la producción y productividad de los sistemas de producción animal, pero sin comprometer la sostenibilidad ambiental y, en particular, reduciendo la intensidad de las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por unidad de producto animal. El reto del sector ganadero es aún mayor, pues la intensificación sostenible de la producción debe considerar además el encontrar estrategias que ayuden a superar las limitantes impuestas por el cambio climático.

Para poder hacerle frente al reto, es necesario la integración del sector técnico, académico y de investigación en América Latina y el Caribe (ALC) que permita conocer cuáles son los avances, los desafíos y las estrategias que se pueden vislumbrar para hacerle frente a una producción sostenible.

Con el objetivo de convocar a una red regional que pueda atender el futuro de la intensificación sostenible en ALC; desde el 2017 el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro), en conjunto con el Ministerio de Industrias Primarias de Nueva Zelanda (MPI-NZ) y el Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF), apoyaron la creación de la "Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería en América Latina y el Caribe (ALC): una estrategia regional para la adaptación y mitigación al cambio climático". Como parte del plan de trabajo acordado para esta plataforma, se realizaron una serie de eventos (virtuales y presenciales) que permitieran integrar, promover la discusión y generación de nuevo conocimiento mediante el fortalecimiento de capacidades y las decisiones basadas en la colectividad.

Como primer evento, se realizó el primer taller presencial regional "Cambio climático y desarrollo de la ganadería en América Latina y el Caribe: requisitos de formulación de conocimientos, políticas y proyectos para la inversión", con el apoyo del Banco Mundial, la Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero (GRA), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

El propósito del taller fue identificar los principales ejes temáticos entorno a los cuales se pueda diseñar una agenda regional y coordinada de intensificación sostenible de la ganadería en ALC. Entre los objetivos específicos se apuntó a lo siguiente: i. recopilar y sistematizar información y evidencias de tecnologías y otras prácticas que contribuyen a mejorar la productividad ganadera en forma

sostenible y con menor impacto ambiental (disminución de emisiones) en ALC; ii. identificar las necesidades regionales de investigación y de gestión del conocimiento que contribuyan a reforzar las capacidades de los diferentes actores sobre las tecnologías y herramientas que conlleven a la intensificación sostenible de la ganadería y la reducción de sus emisiones de GEI y compartirlas a través de la plataforma y otras redes afines; y iii. establecer las prioridades de inversión y las condiciones habilitadoras para fomentar la intensificación sostenible de la ganadería baja en emisiones en ALC.

El taller contó con la participación de 64 profesionales de los ministerios de agricultura y de ambiente, de asociaciones de productores y empresas privadas, de universidades, de institutos nacionales e internacionales de investigación agropecuaria y de organismos de cooperación para el desarrollo con presencia en ALC. El evento incluyó presentaciones orales en plenaria y presentaciones y discusiones en grupos de trabajo con los subsiguientes reportes y discusión en plenaria.

Por otro lado, el propósito de los eventos virtuales fue integrar los conocimientos de los expertos en temáticas previamente identificadas para poder compartirlo con otros expertos ubicados en distintas partes de la región ALC. El desarrollo de los eventos virtuales (cuatro en total) permitió la coordinación y colaboración de diferentes expertos quienes fungieron como panelistas en las temáticas siguientes: i. alimentación y nutrición animal su importancia para la reducción de GEI, ii. microbiología ruminal y emisiones de GEI, iii. importancia de las emisiones de N_20 en los sistemas de producción ganadero que promueven la intensificación sostenible de la ganadería y iv. experiencias en América Latina y el Caribe sobre las buenas prácticas ganaderas que promueven la intensificación de la ganadería sostenible.

Los webinarios contaron con un registro de más de 120 personas en promedio, interesadas en participar en cada evento, provenientes de países tales como Argentina, Paraguay, Uruguay, Venezuela, Colombia, Chile, Perú, Panamá, Centroamérica y el Caribe, México, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Marruecos y España, entre otros. Cada uno de los eventos incluyó una presentación general del evento para contextualizar el proyecto y una presentación por parte de cada uno de los panelistas para el abordaje de cada temática del webinario.

EXECUTIVE SUMMARY

Production and productivity of livestock systems need to be improved to respond to the growing demand for animal protein sources, but this should not affect environmental sustainability, therefore attention must be given to the reduction of green house gas (GHG) emissions per kilo of livestock product. The challenge for the livestock sector is even greater, because the sustainable intensification of production must include strategies to overcome the constraints imposed by climate change.

In order to face the challenge, it is necessary to integrate the technical-academic-researcher sector, which allows us to know, in Latin America and the Caribbean (LAC), the advances, challenges and strategies that can be glimpsed to face sustainable production.

To promote a regional network to face the future of such sustainable intensification in LAC in 2017 FONTAGRO joined the Ministry of Primary Industries of New Zealand and the Global Environmental Fund (GEF) on supporting the creation of the "Platform for sustainable intensification of livestock production in LAC: A regional strategy for climate change mitigation and adaptation". As part of such initiative, the Regional Workshop on "Climate Change and Livestock Development in LAC: Requirements for knowledge generation, policies and investment projects" was carried out, with the support of the World Bank (WBG), the Global Research Alliance on Green House Gases (GRA), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the Tropical Agriculture Research and Higher Education Center (CATIE).

The goal of the workshop was to identify the main thematic lines that will serve as the basis for the design of a regional and coordinated agenda for the sustainable intensification of livestock production in LAC. The specific objectives were i. To collect and systematize information and evidence of technologies and practices that contribute to improve livestock productivity in a sustainable manner and with less environmental impacts (i.e., reduction of GHG emissions) in LAC; ii. To identify regional needs for research and knowledge management to strengthen the capabilities of different vale chain actors regarding technologies and tools for sustainable intensification of livestock production and the reduction of GHG emissions from the livestock sector, and to share those through

the Platform and related networks; and iii. To define the priorities for investment and the enabling factors for promoting the sustainable intensification of low GHG emission livestock systems in LAC.

The workshop was attended by 64 professionals from the ministries of agriculture and the environment, associations of producers and private companies, universities, national and international agricultural research institutes, and development cooperation agencies with a presence in LAC. The event included oral presentations in plenary, presentations and discussions in working groups with the subsequent reports and discussion in plenary.

On the other hand, the purpose of the virtual events was to integrate the knowledge of the experts in previously identified topics in order to share it with other experts located in different parts of the LAC region. The development of the virtual events (4 in total) allowed the coordination and collaboration of different experts who served as panelists in the following topics: i. Animal nutrition and nutrition its importance for GHG reduction, ii. Ruminal microbiology and GHG emissions, iii. Importance of N20 emissions in livestock production systems that promote sustainable intensification of livestock, iv. Experiences in Latin America and the Caribbean on good livestock practices that promote the intensification of sustainable livestock.

The webinars had a record of more than 230 people on average, interested in participating in each event. From countries such as: Argentina, Paraguay, Uruguay, Venezuela, Colombia, Chile, Peru, Panama, Central America and the Caribbean, Mexico, the United States, New Zealand, Morocco and Spain, among others. Each of the events included a general presentation of the event to contextualize the project and a presentation by each of the panelists to address each theme of the webinar.

1. INTRODUCCIÓN

El incremento en la demanda de productos ganaderos ejerce una presión en la necesidad de ser productivamente más eficientes. Sin embargo, la búsqueda de mayor productividad en sistemas ganaderos con inadecuados manejos en los recursos naturales compromete la sostenibilidad ambiental del mismo, lo que hace necesario buscar estrategias integrales y sostenibles en la producción. Existen tecnologías y prácticas probadas en la región que tienen impactos positivos sobre la conservación de los recursos naturales, así como en la conectividad de la actividad ganadera, las cuales pueden ser difundidas a diferentes públicos para que sean utilizados por otros actores en pro de la actividad.

Anteriormente, los procesos de formación del recurso humano se centraron exclusivamente en el tratamiento de la documentación, pero en la actualidad abarca un sentido más general y amplio, el cual motiva, incentiva o propicia a que los técnicos o productores trabajen de manera conjunta y compartida en la gestión del conocimiento en la región de América Latina y el Caribe.

La gestión del conocimiento implica doble vía: por un lado, se ocupa de la gestión de datos informacionales y procesos, con capacidad de ser almacenados, sin dejar de lado la calidad; y por otro lado, de la transferencia de conocimientos entre actores de manera presencial o virtual mediante soluciones tecnológicas, con procesos de valor añadido y convertido en conocimiento y no solo en información.

En la búsqueda de facilitar el conocimiento y promover la gestión del conocimiento, el proyecto Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería en América Latina y el Caribe desarrolló un taller presencial en el CATIE, el cual tuvo por objetivo identificar los principales ejes temáticos entorno a los cuales se pueda diseñar una agenda regional y coordinada de intensificación sostenible de la ganadería en América Latina y el Caribe. El taller contó con 64 participantes de diferentes países representantes de ministerios, asociaciones de desarrollo, organismos internacionales, investigadores, entre otros.

Como parte de los eventos virtuales se desarrollaron cuatro webinarios. A continuación se listan los temas en las siguientes temáticas: i. alimentación y nutrición animal su importancia para la reducción de GEI, ii. microbiología ruminal y emisiones de GEI, iii. importancia de las emisiones de N_20 en los sistemas de producción ganadero que promueven la intensificación sostenible de la ganadería y iv. experiencias en América Latina y el Caribe sobre las buenas prácticas ganaderas que promueven la

intensificación de la ganadería sostenible. En total se contó con 248 participantes en estos eventos virtuales de distintos países de América Latina y el Caribe.

En el presente documento se detalla la metodología y los principales resultados de los eventos presenciales y virtuales que se realizaron bajo el marco de proyecto Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería.

2. OBJETIVOS

- **General**

Proponer al menos cuatro eventos locales y regionales organizados para compartir información con las partes interesadas sobre los sistemas ganaderos y las tecnologías de baja emisión de GEI para adaptarse al cambio climático.

- **Específicos**
- Coordinar una serie de eventos en modalidad presencial o virtual que permitan compartir información entre diferentes expertos en sistemas ganaderos y tecnologías de baja emisión de GEI para adaptarse al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe.
- Ejecutar las actividades virtuales o/y presenciales para compartir conocimiento en temáticas relevantes sobre sistemas ganaderos entre expertos de América Latina y el Caribe.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este producto se siguió una serie de pasos para la ejecución de los eventos. A continuación se describe:

3.1. Evento presencial:

A continuación se exponen los aspectos considerados para la coordinación y ejecución del taller presencial:

- **Definición de objetivo de taller**

Los objetivos específicos planteados para el taller fueron:

- Recopilar y sistematizar información y evidencias de tecnologías y otras prácticas que contribuyen a mejorar la productividad ganadera en forma sostenible y con menor impacto ambiental (disminución de emisiones) en ALC.
- Identificar las necesidades regionales de investigación y de gestión del conocimiento que contribuyan a reforzar las capacidades de los diferentes actores sobre las tecnologías y herramientas que conlleven a la intensificación sostenible de la ganadería y la reducción de sus emisiones de GEI, y compartirlas a través de la plataforma y otras redes afines.
- Establecer las prioridades de inversión y las condiciones habilitadoras para fomentar la intensificación sostenible de la ganadería baja en emisiones en ALC.

- **Agenda y desarrollo del evento**

El evento contó con una agenda para ser desarrollada en los cuatro días, la misma fue definida a partir de la discusión y concertación con los expertos de equipo de la Unidad de Ganadería Ambiental (conocida como GAMMA).

- Sesión 1. Introducción. Este fue un espacio para dar la bienvenida a los participantes, resaltar la importancia del sector ganadería en América Latina, presentar la agenda del evento y agradecer la presencia de autoridades y actores clave.
- Sesión 2. Gestión del conocimiento, investigación, innovaciones tecnológicas e inversiones en el sector ganadero en América Latina y el Caribe (ALC). En este espacio se buscó promover el establecimiento de alianzas con audiencias clave para intensificar los sistemas de producción ganaderos de manera sostenible; proponer una estrategia regional de investigación para la adaptación y mitigación del cambio climático en los sistemas ganaderos

de ALC; compartir conocimientos y fortalecer las capacidades de los actores clave en el sector público y privado.

- Sesión 3. Objetivos de desarrollo ganadero, asociados ambientalmente, experiencias sobre cambio climático, investigaciones en marcha relacionados a ganadería, cambio climático e inversiones. Esta sesión promovió a una revisión de las publicaciones reconocidas sobre la interfase ganadería-cambio climático en ALC; debido a que dentro de las razones de la realización del taller se destaca la importancia de la ganadería dentro de la provisión de alimentos, la economía a nivel de unidad productiva y como parte de la seguridad alimentaria. Por lo tanto, la producción científica se convierte en un factor clave hacia la intensificación de la ganadería sostenible.
- Sesión 4. Estrategias para la reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero en sistemas de producción ganadera. En esta sesión se abordó el especial interés de los investigadores por el tema de las emisiones de GEI, mismo que se ha venido incrementado con el tiempo.
    - Sesión 4.1. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas de producción ganadera. En esta sesión se buscó ampliar la escala y los componentes e intervenciones que podrían balancear las emisiones del ganado a través del secuestro en componentes del sistema tales como el suelo, las pasturas y las leñosas, entre otras.
- Sesión 5. Necesidades en inversiones e instituciones. En esta sesión se abordó el tema de la cadena productiva como eje principal. Considerando que muchas de las decisiones que toman los industriales o los importadores de productos de origen animal tienen implicaciones sobre la producción primaria del sector ganadero, en donde la resiliencia es una condición necesaria para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.
- Sesión 6. La agenda de investigación en ganadería sostenible en América Latina y el Caribe. Este espacio de discusión y plenarias se enfocó en la importancia de que al momento de decidir sobre el qué intervenciones promover, debe considerarse que hay variación en cuanto a los sistemas de producción pecuaria que se practican en las diferentes zonas.
- Sesión 7. Discusión plenaria y conclusiones: resumen de temas discutidos en las diferentes sesiones. Esta sesión representó uno de espacios más importantes, debido a que repasaron los objetivos del taller y se realizó un enfoque en aquellos aspectos más relevantes.

- **Análisis de los principales resultados**

Una de las partes más relevantes del evento fue el cierre, ya que este espacio fue utilizado para hacer un repaso sobre los objetivos del evento y los logros del acercamiento para la gestión de conocimiento

durante los cuatro días de taller. Se desarrolló un documento memoria detallada del taller para poder socializar con los diferentes actores que participaron y para aquellos quienes por distintas razones no pudieron asistir.

3.2. Evento virtual:

A continuación, se exponen los aspectos considerados para la coordinación y ejecución del webinarios:

- **Definición de un programa temas posibles a desarrollar**

En función al taller presencial se definieron algunos temas para que fueran desarrollados dentro del marco del proyecto. Los diferentes temas estuvieron sujetos a la disponibilidad de los expertos en poder colaborar como panelistas.

1- Alimentación y nutrición animal su importancia para la reducción de GEI
2- Microbiología ruminal y emisiones de GEI
3- Importancia de las emisiones de N_20 en los sistemas de producción ganadero que promueven la intensificación sostenible de la ganadería
4- Experiencias en América Latina y el Caribe sobre las buenas prácticas ganaderas que promueven la intensificación de la ganadería sostenible

- **Selección e invitación a los panelistas**

Cada uno de los temas requirió de una selección de los expertos que estuvieran trabajando en la temática del webinario planteado, por lo que se procedió extender una invitación oficial, por parte de CATIE y enmarcado dentro de las actividades que perseguía el proyecto CATIE-Fontagro. En el siguiente Cuadro 1 se presenta quienes estuvieron siendo parte del desarrollo distintos webinarios como panelistas.

Cuadro 1. Temática y expertos panelistas considerados la temática desarrollada

Temática	Invitados panelistas	Fecha
Alimentación y nutrición animal su importancia para la reducción de GEI	Ph.D. Patricia Ricci (Argentina) Ph.D. Juan Carlos Ku Vera (México) Ph.D. Carlos Alfredo Gómez Bravo y M.Sc. Víctor Alvarado (Perú)	18 julio 2018
Microbiología ruminal y emisiones de GEI	Ph.D. David Pacheco (Nueva Zelanda-México) Ph.D. Juana Galindo (Cuba)	24 agosto 2018

Temática	Invitados panelistas	Fecha
Importancia de las emisiones de N20 en los sistemas de producción ganadero que promueven la intensificación sostenible de la ganadería	Ph.D. Marta Alfaro (Chile) Ph.D. Hernán Andrade (Colombia) Ph.D. Michael Wattiaux (USA)	21 noviembre 2018
Experiencias en América Latina y el Caribe sobre las buenas prácticas ganaderas que promueven la intensificación de la ganadería sostenible	Ph.D. Santiago Fariña Ph.D. Jorge Elizondo, crianza de reemplazos Ph.D. Miguel Alonso	22 febrero 2019

A cada uno de los ponentes recibió una plantilla para que fuera usada el día del evento, considerando la visibilizarían de mesa de logos del proyecto. A su vez, se les solicitó para contar con un protocolo de orden:

- Un resumen de la potencia previó al evento
- Una biografía y una fotografía para presentarlos el día del evento
- Un espacio para la inducción al evento (previamente)
- La presentación de cada panelista fue revisada con anticipación al día del evento para evitar duplicidad de contenidos. Cada una de las presentaciones de los diferentes eventos virtuales fue retroalimentada por el analista con quien se contó para todos los webinarios, el Dr. Danilo Pezo.

- **Coordinación con departamento de tecnología y comunicación de CATIE**

El apoyo de otras áreas dentro de CATIE fue fundamental para el desarrollo de los webinarios. La coordinación de la logística se inició alrededor de un mes previo al evento virtual. La misma consistió en solicitar la Sala Virtual de CATIE para el desarrollo del evento dentro de los requerimientos necesarios para un evento virtual (conexión a internet, audio, video), así como la inducción, una semana previa al evento, para emitir algunos requerimientos básicos para el uso del programa Zoom a los panelistas (audio, lugar de trasmisión, video, uso del programa para compartir la presentación, agenda del evento).

- **Invitación a participantes**

Esto se realizó con suficiente anticipación, entre 22 días a un mes, mediante un correo del CATIE extendido hacía más de 300 contactos de personas que trabajan en América Latina y el Caribe en el

tema de ganadería. Se usaron mecanismos para difusión como redes sociales oficiales del CATIE y noticias emitidas por el área de comunicación hacia diferentes públicos meta.

- **Desarrollo del evento**

El día del evento se usó el programa Zoom[1] para el desarrollo del webinario, se previó la grabación de cada evento virtual para su posterior difusión y colocación en el sitio web del proyecto. Los eventos contaron con una agenda para la presentación del evento, una designación de tiempo para cada panelista (conocida previamente por ellos), una sesión de preguntas y un cierre.

- **Evaluación del evento**

Como manera de conocer la percepción de los participantes al evento, se desarrolló un cuestionario que fue compartido posterior al webinario. Las respuestas fueron retomadas para mejorar cada evento posterior.

4. RESULTADOS EVENTO PRESENCIAL: taller

El taller cuenta con una memoria detallada de cada uno de las sesiones que conformaron la agenda durante los cuatro días del evento presencial.

El evento incluyó las siguientes sesiones:

1. Introducción: gestión del conocimiento, investigación, innovaciones tecnológicas e inversiones en el sector ganadero en ALC (solo en plenaria).
2. Objetivos de desarrollo ganadero ambientalmente sostenible, experiencias sobre cambio climático, investigaciones en marcha relacionadas a ganadería, cambio climático e inversiones (presentaciones en grupos de trabajo, seguidas de discusión y posterior presentación en sesión plenaria).
3. Estrategias para la reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero en sistemas de producción ganaderos (solo en plenaria).
4. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas de producción ganaderos (solo en plenaria).

[1] La plataforma Zoom cuenta con dos opciones de realización de webinarios: 1) sin inscripción, esto permite enviar a los posibles interesados un vínculo para el acceso al webinario en la hora y fecha establecida. La limitante de este medio es que no se cuenta con un método de registro que permita conocer previo al evento la cantidad de interesados o posibles asistentes, lo que puede ser de cuidado por la limitante en cuanto al límite de asistentes posibles de forma simultánea (para el caso del Zoom, 100 personas). La otra forma es por inscripción, forma en la cual se controlan aspectos mencionados anteriormente.

5. Ambiente institucional y de inversiones para reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) e incrementar la sostenibilidad de los sistemas de producción ganaderos (presentaciones en plenaria, discusiones y reportes en grupos de trabajo y discusión en plenaria).
6. Agenda de investigación e inversiones en ganadería sostenible en ALC (presentaciones en plenaria, discusiones en grupos de trabajo, reportes de grupos y discusión en plenaria).
7. Pasos siguientes en el trabajo de intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de GEI en ALC y conclusiones del taller (solo en plenaria).

Los puntos más relevantes en las diferentes presentaciones, así como en los reportes de los grupos de trabajo fueron los siguientes:

1. La intensificación sostenible de la producción ganadera debe considerar la reducción de las emisiones, la resiliencia al cambio climático y las oportunidades de sinergias, mitigación y adaptación; pero además no deben perder de vista las implicaciones de estas en la mejora de la productividad, la rentabilidad y competitividad, así como en el uso de la mano de obra y la mejora en el bienestar de las familias.
2. Es importante el trabajo en redes en la región, en donde las plataformas juegan un papel primordial. Para ello, se requiere ver cómo estas se articulan con las redes a nivel global como la GRA, tratando siempre de evitar la duplicación de esfuerzos.
3. En ALC hay una gran diversidad de condiciones agroecológicas, socioeconómicas, políticas y de desarrollo institucional, por lo que no hay una sola solución para la región, pero al compartir experiencias se puede aprender unos de otros y, de esa manera, establecer sinergias para capitalizar las experiencias ganadas en los diferentes países.
4. Hay avances de los diferentes grupos de investigación en cuanto a las estrategias para reducir las emisiones en el sistema pecuario per se, pero también sobre el efecto de combinar diferentes formas de uso del suelo (p.e., pasturas, bosques), como parte del manejo integrado de la finca y sus impactos sobre el balance de carbono a nivel de la unidad de producción.

Para señalar algunos de los aspectos más relevantes producto de la realización del taller se enlista a continuación una serie de puntos definidos como los prioridades para la intensificación sostenible de la ganadería baja en emisiones en América Latina y el Caribe.

Aspectos institucionales

a. A nivel nacional: incentivar la creación de plataformas de innovación para la intensificación sostenible de la ganadería (ISG), con la participación de la academia, instituciones de investigación y de asistencia técnica, de organismos financieros, ONG, asociaciones de productores, etc.

b. A nivel regional: promover el trabajo en redes que faciliten el análisis e intercambio de experiencias y el desarrollo de capacidades para la ISG (p.e. la plataforma liderada por el CATIE, con el apoyo de FONTAGRO) y establecer alianzas con otras iniciativas a nivel global (p.e. GRA, LEAP-FAO y otras).

c. Asegurar la continuidad de los esfuerzos en ISG, mediante la estabilidad de los técnicos de excelencia y el relevo generacional, incorporando profesionales entrenados en la adaptación/ mitigación del cambio climático en sistemas ganaderos.

d. Identificar y documentar experiencias exitosas y no exitosas de integración de diferentes actores trabajando en ISG, y difundirlas a través de *policy briefs* para decisores y de publicaciones sencillas y atractivas para otros actores.

Aspectos de investigación/capacitación

a. Estandarizar las metodologías utilizadas para medir emisiones y las métricas para evaluar los impactos de diferentes intervenciones para la ISG.

b. Desarrollar modelos que faciliten el análisis holístico del impacto de diferentes intervenciones (p.e. alimentación, genética, salud), probadas aisladamente, sobre la emisión de gases de GEI, el secuestro de carbono, la productividad y el beneficio económico en las empresas ganaderas.

c. Promover el trabajo interdisciplinario, cubriendo no solo los aspectos productivos, ambientales (p.e. huella hídrica, huella de carbono), sino también los aspectos económicos, financieros y sociales.

d. Fortalecer las capacidades de investigadores, docentes, decisores y otros en el uso de las herramientas y enfoques descritos en los acápites anteriores.

5. RESULTADOS DE EVENTOS VIRTUALES: WEBINARIOS

Webinario 1. Alimentación y nutrición de bovinos: su relación con la productividad y emisiones de gases de efecto de invernadero en tres regiones de América Latina[2]

En la apertura del evento virtual el M.Sc. Francisco Casasola, coordinador técnico del proyecto CATIE-Fontagro: intensificación de la ganadería sostenible en América Latina y el Caribe, dio la bienvenida a los participantes y a los panelistas. Casasola realizó la presentación de la agenda del

[2] Enlace a la grabación del evento: https://www.youtube.com/watch?v=IkctxTprS8E&t=14s

evento. En su intervención resaltó la importancia del evento para compartir con expertos de diferentes países de la región sobre la importancia de la reducción de emisiones de GEI, considerando la alimentación y la nutrición animal del hato.

En la agenda del evento virtual fueron considerados los siguientes puntos:
Enlace a la presentación general

- Bienvenida M.Sc. Francisco Casasola
- Introducción (7 min) M.Sc. Francisco Casasola
- Panelistas (45 min)

Ph. D. Patricia Ricci (Argentina): factores de emisión de GEI locales, huella de carbono del sector ganadero argentino, diseño de estrategias de mitigación de emisiones de GEI y sistemas de producción más eficientes.

Ph. D. Juan Carlos Ku Vera (México): mitigación de las emisiones de metano en bovinos alimentados con leguminosas tropicales.

Ph. D. Carlos Alfredo Gómez Bravo y M.Sc. Víctor Alvarado (Perú): emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas ganadero lecheros en zona altoandina.

- Preguntas de los participantes a los panelistas y síntesis de presentaciones (30 min): M.Sc. Gabriela Chaves
- Comentarista: M.Sc. Cristóbal Villanueva
- Cierre del evento (5 min): M.Sc. Gabriela Chaves

Presentación 1. Factores de emisión de GEI locales, huella de carbono del sector ganadero argentino, diseño de estrategias de mitigación de emisiones de GEI y sistemas de producción más eficientes Enlace a presentación

Ph. D. Patricia Ricci - Argentina
INTA Argentina

Resumen:

La presentación se basó en presentar los principales objetivos de trabajo abordados por el INTA en colaboración con universidades, en el tema emisiones de GEI. Se dieron a conocer los principales resultados obtenidos al aplicar tratamientos para la reducción de las emisiones de metano en distintos componentes del sistema, ordenados según nivel de estudio, desde *in vitro* donde se ha observado reducción significativa de la producción de metano sin alterar la digestión de la MS; pasando por

estudios de alternativas de alimentación en condiciones de campo, terminando con resultados a nivel de sistema de producción y calidad de producto. Se mostraron resultados de estudios del impacto del manejo del momento del destete en sistemas de producción de carne con mediciones a campo, y finalmente estudios de simulación, demostrando cómo los efectos observados en reducción de emisiones en el animal se diluyen a nivel de sistema. La presentación finalizó remarcando la importancia del ordenamiento, manejo y alimentación según categoría y sus requerimientos para hacer más eficiente el uso de la energía en el sistema de producción.

6. Presentación 2. Mitigación de las emisiones de metano en bovinos alimentados con leguminosas tropicales. Enlace a presentación

J.C. Ku-Vera[1], A.T. Piñeiro-Vázquez[2], S.S. Valencia-Salazar[1], I.C. Molina-Botero[1] y M.D. Montoya-Flores[1].

[1]Laboratorio de Cambio Climático y Ganadería (LACCLIGA), Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán

[2]Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico, Yucatán. México

Resumen:

El cambio climático es uno de los retos más importantes que enfrentan las sociedades contemporáneas. Las especies de animales rumiantes contribuyen a las emisiones de gases con efecto invernadero tales como el óxido nitroso y el metano. Se realizaron una serie de mediciones en cámaras de respiración de circuito abierto para cuantificar la emisión de metano entérico en bovinos. Los resultados obtenidos en el Laboratorio de Cambio Climático y Ganadería indican que es posible mitigar la emisión de metano entérico en bovinos con la incorporación del follaje y los frutos de leguminosas tropicales que contienen ya sea metabolitos secundarios (taninos condensados, saponinas) o almidón. Los resultados obtenidos en las cámaras de respiración de la FMVZ-UADY indican que el follaje de la *Leucaena leucocephala* y los frutos molidos de la *Samanea saman*, cuando son proporcionados como parte de la ración de bovinos, reducen la emisión de metano entérico en una magnitud variable dependiendo del nivel de incorporación de las leguminosas en la ración.

Presentación 3. Emisiones de GEI en sistemas ganaderos lecheros en zona Altoandina Enlace a presentación

M.Sc Víctor Alvarado y Ph.D. Carlos Gómez- Perú
Facultad Zootecnia Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

Resumen:
En el Perú, más del 70% del ganado vacuno se encuentra en la zona altoandina bajo un sistema extensivo de pastoreo, tanto de pastos naturales como de cultivados, donde se sostiene la ganadería nacional. En el sistema predominan las praderas naturales que abarcan casi el 15% del territorio nacional y el 70% de la superficie agropecuaria, sin embargo, su aporte nutricional es de baja calidad. Como alternativa se tienen las pasturas cultivadas, principalmente en los valles interandinos, permitiendo mejorar la productividad animal considerándose además como opción de mitigación de metano que requiere evaluarse. El ganado es criollo, con diverso grado de cruce con otras razas, en especial *Brown Swiss*.

Este trabajo fue producido como parte del proyecto FONTAGRO: mejoramiento de los sistemas de producción animal con énfasis en la ganadería de leche en la región Andina dentro del contexto de cambio climático. Las mediciones en pastos naturales (*Festuca humilior* y *Calamagrostis vicunarum*) fueron realizadas en Junín, a una altitud de 4150 m.s.n.m. con ganado criollo x Brown Swiss en lactación; mientras que las mediciones en pastos cultivados (*Medicago sativa* y *Avena sativa*, y suplementación de 1 kg de concentrado) se llevaron a cabo en Junín, a una altitud de 3301 m.s.n.m. con vacas Brown Swiss en lactación. Los experimentos se llevaron a cabo en la época lluviosa y seca del año 2017.

Dentro de los resultados más relevantes se tiene que las vacas en el sistema de producción a base de pastos naturales lograron una producción de leche corregida a energía de 3,1 y 2,0 kg/vaca/día para la época lluviosa y seca respectivamente, mientras que bajo el sistema de pastos cultivados se alcanzó una producción de 13,1 y 10,0 kg/vaca/día para dichas temporadas. La mayor productividad en el sistema de pasto cultivado se debió al mayor consumo de materia seca, a la mayor calidad nutricional del forraje y a la suplementación de concentrado de alto valor nutricional.

La emisión de metano entérico individual fue superior en el sistema de pasto cultivado debido principalmente al mayor consumo de materia seca. Sin embargo, al expresar las emisiones por kilogramo de leche, el panorama cambia drásticamente, observándose una mayor intensidad de emisión en el sistema de pastos naturales, más del doble en época lluviosa y casi cinco veces superior en época seca.

Es evidente que las emisiones de metano entérico disminuyen al mejorar la calidad nutricional del alimento, por lo tanto, esfuerzos en mejorar las estrategias de alimentación para disminuir la emisión de metano e incrementar la eficiencia de los sistemas productivos debe ser uno de los pilares centrales

de investigaciones futuras. En ese sentido, se desarrollará el proyecto “Emisión de metano entérico por vacas lecheras en zona alto andina”, financiado por el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA).

Por último, como tercera etapa, se analizaron las opciones de mitigación mediante el uso del programa de simulación LIFE-SIM para evaluar los impactos económicos-ambientales.

Síntesis del webinario

En la región LAC existen avances en la emisión de GEI, en este caso metano entérico y óxido nitroso, según las condiciones agroecológicas, sistemas de producción y escala productiva predominante.

Existe el reto es la validación de métodos indirectos para uso en los inventarios de GEI a nivel de país para dar cumplimiento a los compromisos país a nivel nacional o internacional en términos de producción con bajas emisiones.

Dentro de las estrategias de alimentación los compuestos secundarios de leñosas forrajeras, abundantes en regiones de américa tropical, surgen como una opción para mejorar la eficiencia en el uso de la energía y nitrógeno de las dietas y con ellos reducir las emisiones de metano entérico y óxido nitroso. Adicional al potencial de remoción de carbono del componente leñoso para compensar las emisiones de GEI.

Asimismo, es importante destacar que las innovaciones tienen que ofrecer una sinergia entre una mayor rentabilidad y bajas emisiones de GEI en los sistemas ganaderos. También, la contribución con los ODS establecidos por Naciones Unidas en el plan de desarrollo sostenible 2015–2030.

Preguntas de los participantes:

La participación que hubo en el chat permitió la recopilación de pregunta a los panelistas tales como las que se muestran a continuación:
¿Qué experiencia/ avances en carbono neutro en regiones semiáridas?
¿Usted recomienda el destete precoz (cuatro meses) como estrategia para reducir las emisiones de GEI?
¿Por qué se han considerado únicamente gases de metano entérico, óxido nitroso y dióxido de carbono para este estudio?

¿Por qué considera que ha mayor extensión de áreas forrajeras mayor emisión de metano? y ¿cuál es el sistema productivo con pastizales de menor emisión de gases de efecto invernadero en especial el metano?

¿Qué efecto tiene la biodiversidad de las tierras de uso ganadero en las emisiones de metano en sistemas de producción de cría de bovinos en condiciones de libre pastoreo (extensivos)?

¿Han evaluado el desarrollo ruminal del ternero con destete precoz?

***La respuesta a cada una de la preguntas de los participantes están en la grabación del video del evento.

El resumen de los participantes se muestra en el Cuadro 2. De 123 personas que se registraron participaron 56, es decir un 45%. Las razones se reales de esta variación se desconoce, debido a que el cuestionario del webinario fue enviado a quienes participaron, no a los inscritos, con el fin de poder obtener información para mejorar el proceso en los siguientes eventos virtuales.

Para esta temática hubo mayor representación de México, siendo este un país en donde CATIE posee mayor cantidad de contactos para difusión de información. La tendencia entre hombre y mujeres 60 a 40 respectivamente, misma que se conserva en el dato de participación.

Cuadro 2. Resumen de registrados, participantes, países representados y genero para el webinar 1

Registrados	Mujeres/hombres	Participantes	Países	Mujeres/hombres
123 personas	31/91	56 personas	Argentina 6 México 26 Nicaragua 7 Colombia 1 Venezuela 1 Estados Unidos 2 Honduras 5 Uruguay 1 Chile 2 Costa Rica 1 El Salvador 1 Guatemala 2	18/38

Fuente: Elaboración propia

Webinario 2. Microbiología ruminal en bovinos y su relación con emisiones de gases de efecto invernadero[3]

[3] Enlace a la grabación del evento: https://www.youtube.com/watch?v=lS983XKLZAU&t=41s

En la apertura del evento virtual el M.Sc. Francisco Casasola, coordinador técnico del proyecto CATIE-Fontagro: intensificación de la ganadería sostenible en América Latina y el Caribe dio la bienvenida a los participantes y a los panelistas. Casasola realizó la presentación de la agenda del evento. En su intervención resaltó la importancia del evento para compartir con expertos de diferentes países y resaltó la oportunidad que dan estos espacios para compartir conocimiento actualizado y relevante en esta temática.

En la agenda del evento virtual estaban considerado los siguientes puntos:
Enlace a la presentación general de presentación

- Bienvenida: M.Sc. Francisco Casasola
- Introducción (7 min): M.Sc. Francisco Casasola
- Panelistas: (45 min)

Dr. David Pacheco (Nueva Zelanda-México): investigador principal y líder del equipo de Nutrición Animal y Microbiología Ruminal de Grasslands Research Centre, Palmerston North.

Dra. Juana Galindo (Cuba): reducción de la producción de metano con el uso de plantas tropicales y otras biotécnicas manipuladoras de la fermentación ruminal.

- Preguntas de los participantes a los panelistas y síntesis de presentaciones (30 min) M. Sc. Gabriela Chaves
- Analista del evento: Ph.D. Danilo Pezo
- Cierre del evento (5 min). M.Sc. Gabriela Chaves

Presentación 1. Alimentación y nutrición animal: su importancia en la reducción de emisiones de GEI

Ph.D. David Pacheco-Nueva Zelanda-México
Grasslands Research Centre, Palmerston North- Nutrición Animal y Microbiología Ruminal

Resumen:

La presentación inició con la introducción que explicó la formación del metano en el rumen para luego abordar los enfoques para la mitigación de metano entérico (mitigación indirecta y directa).

Finalmente, exponer la mitigación de metano entérico como una experiencia neozelandesa. El Dr. brindó una visión de oportunidades para la reducción de emisiones de GEI en los sistemas de alimentación en la zona templada; además de dar también una nueva visión aportando el caso las vacunas e inhibidores y los mecanismos indirectos del cómo es la mejora en la eficiencia de producción.

Como parte de los programas de investigación en Nueva Zelanda en cuanto a reducción directa del metano entérico se han identificado: alimentos, animales bajos en reducción (ovinos), vacunas anti-metanogénicas e inhibidores metanogénicos. Las experiencias mostradas en el contexto de Nueva Zelanda trataron de ser aterrizadas a la realidad o necesidad de los países del trópico.

Presentación 2. Reducción de la producción de metano con el uso de plantas tropicales y otras biotécnicas manipuladoras de la fermentación ruminal Enlace a presentación

Ph.D. Juana Galindo. Bolivia- Cuba

Instituto de Ciencia Animal de Cuba y Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba

Resumen:

La presentación se basó en presentar el cómo influyen los rumiantes en la liberación de GEI, para eso se mostraron los principales resultados que se han tenido en el control de la producción de metano con el empleo de plantas tropicales y otras biotécnicas manipuladores de la fermentación ruminal.

La manipulación de la fermentación ruminal consiste en utilizar un conjunto de biotécnicas encaminadas a modificar el complejo ecosistema ruminal, para favorecer el desarrollo de determinados procesos en dependencia del propósito productivo que se desee. Se presentó cómo la inhibición de los protozoos en el rumen es un ejemplo de las relaciones ecológicas entre los microorganismos (metanógenos y protozoos) que contribuyen entre el 9 y el 25% a la metalogénesis en el rumen. Así como el efecto del follaje de diferentes plantas en la producción de metano en el rumen. Se presentaron algunas otras estrategias empleadas para la reducción de la producción de metano en rumen como uso de antibióticos ionóforos, empleo de grasas como aceite de coco y manejo de la dieta con carbohidratos de fácil fermentación.

Sintesis del webinario

El Ph.D. Danilo Pezo estuvo a cargo de la síntesis del evento, en su aporte hizo los siguientes señalamientos:

Ambos no solo han destacado la importancia de conocer la microbiología ruminal, como base del diseño de estrategias de alimentación de rumiantes, sino también para reducir las emisiones de CH4.

En ambas presentaciones se enfatizó el uso de plantas locales que poseen metabolitos secundarios (p.e. taninos, saponinas), las cuales al pasar a formar parte de la dieta pueden contribuir a reducir las emisiones de CH4.

La clave es encontrar el equilibrio en su uso para asegurar que la reducción de las emisiones no comprometa la productividad animal.

En la presentación del Dr. David Pacheco se abordó lo que podemos llamar "investigación de punta", en aspectos tales como la selección de animales con baja emisión, el uso de la genómica para la producción de vacunas e inhibidores de enzimas metanogénicas.

En la presentación de las Dra. Juana Galindo y sus colegas del ICA de Cuba se presentó una muestra del potencial de uso de la biodiversidad (especialmente en el caso de follajes y frutos de árboles), presentes comúnmente en los trópicos, al incluirlas en la dieta de los rumiantes para reducir emisiones.

Además, la Dra. Galindo presentó cómo ciertos aditivos en la dieta (p.e. antibióticos, aceites, levaduras, y CHO facilmente fermentables pueden ayudar a reducir las emisiones. Lo interesante fue cómo en la mayoría de casos se hizo énfasis en el uso de recursos locales.

Preguntas de los participantes:

La participación que hubo en el chat permitió la recopilación de pregunta a los panelistas tales como las que se muestran a continuación:
¿Cuáles son las tecnologías más cercanas a utilizarse en el trópico?

¿Con las propuestas que se presentan, en sistemas silvopastoriles, cuál es la contribución para la reducción de los GEI?

¿Pueden aportar datos sobre otros aceites y sus efectos en la reducción de los GEI?

¿Cómo podría verse en competencia con la seguridad alimentaria una dieta de bovinos a base de carbohidratos para la reducción de GEI?

***La respuesta a cada una de la preguntas de los participantes están en la grabación del video del evento.
El resumen de los participantes se muestra en el Cuadro 3. De 173 personas que se registraron participaron 91, es decir un 56%. Las posibles razones de esta disminución podrían ser otros

compromisos, olvido, otras prioridades, etc. Para esta temática hubo mayor representación de México, seguido de Estados Unidos, siendo este un país en donde CATIE posee mayor cantidad de contactos para difusión de información. La tendencia entre hombre y mujeres caso 50-50% para el registro y de 44 a 56% en la participación, respectivamente. El país de más presencia fue México, seguido de Estados Unidos, relacionado seguramente por el panelista de este webinario.

Cuadro 3. Resumen de registrados, participantes, países representados y género para el webinar 2

Registrados	Mujeres/hombres	Participantes	Países	Mujeres/hombres
173	51/104	91	España 1 México 20 Venezuela 6 Ecuador 1 Costa Rica 13 Irlanda 1 Nicaragua 7 Estados Unidos 10 Perú 6 Argentina 3 Chile 1 Colombia 6 Uruguay 2 Guatemala 8 Nueva Zelanda 1	33/58

Webinario 3. Importancia de las emisiones de N_2O en sistema de producción ganaderos en América Latina y el Caribe[4]

En la apertura del evento virtual el M. Sc. Francisco Casasola, coordinador técnico del proyecto CATIE-FONTAGRO: intensificación de la ganadería sostenible en América Latina y el Caribe, dio la bienvenida a los participantes y a los panelistas. Casasola realizó la presentación de la agenda del evento y aportó, a manera de contextualización, la importancia de la temática, siendo el N_20 una de las principales fuentes que más aportan a las emisiones en el campo del pastoreo, debido a que el N es devuelto al suelo por la orina y heces del ganado.

En la agenda del evento virtual estaban considerado los siguientes puntos:

Enlace a la presentación general

- Bienvenida M. Sc. Francisco Casasola
- Introducción (7 min) M. Sc. Francisco Casasola

[4] Enlace a la grabación del evento: https://www.youtube.com/watch?v=m4IR3GEwoc8

- Panelistas (45 min)

Ph.D. Marta Alfaro (Chile): emisiones de óxido nitroso en sistemas pastoriles de zonas templadas

Ph.D. Hernán Andrade (Colombia): emisiones de óxido nitroso en sistemas de producción ganaderos tropicales (enfocado en la fertilización nitrogenada y manejo de excretas)

Ph.D. Michael Wattiaux (USA): emisiones de óxido nitroso en sistemas de producción intensivos, estabulados y/o semiestabulados, enfocado en el manejo del estiércol

- Preguntas de los participantes a los panelistas y síntesis de presentaciones (30 min): M. Sc. Gabriela Chaves
- Analista del evento: Ph.D. Danilo Pezo
- Cierre del evento (5 min): M.Sc. Gabriela Chaves

Presentación 1. Emisiones de óxido nitroso en sistemas pastoriles de zonas templadas. Enlace a presentación

Dra. Marta Alfaro- Chile
Investigadora del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro regional de Investigación Remehue (INIA Remehue).

Resumen:
El aumento de la población mundial ha generado un incremento en la demanda de alimentos y en especial de proteínas de origen animal. Esta demanda está generando una intensificación de sistemas productivos ganaderos tradicionales. Cuando esta intensificación se realiza de manera inadecuada, puede acarrear impactos negativos sobre el medio ambiente (agua, suelo, aire), siendo uno de los principales la generación de gases de efecto invernadero (GEI). Los principales GEI generados por las actividades antrópicas agropecuarias son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O).

Chile no es un emisor relevante de GEI en el contexto global, con un aporte que alcanza al 0,26% de las emisiones de GEI mundiales y que lo ubica en el lugar número 62 a nivel global. Sin embargo, es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. Así, el país comprometió de manera voluntaria una reducción de las emisiones de GEI de un 20% para el año 2020, en relación a las emisiones registradas el año 2007 y extendió este compromiso de reducción para el año 2030; estableciendo una meta de un 30% menos de emisiones de CO_2eq por unidad de PIB, en relación al nivel registrado el año 2007.

En el año 2013, las emisiones de GEI de Chile alcanzaron a 109 908,80 Gg CO_2 eq, con un incremento de un 113,4% entre los años 1990 y 2013 y de un 19,3% desde el año 2010. En el año 2013, el principal GEI emitido por el país fue el CO_2 con un 78,4% de las emisiones totales, seguido por el CH_4 y el N_2O con un 10,7% y un 10,0%, respectivamente. El mayor emisor de GEI en el país para el año 2013 correspondió al sector energía, con un 77,4% de las emisiones totales, seguido por el sector agrícola y ganadero con un 12,5% que se contabiliza en 13 735,20 Gg CO_2 eq (excluido el sector forestal y de cambio de uso de la tierra). El mayor GEI emitido por este sector fue el N_2O, con un 59,2%, seguido del CH_4 con un 40,8% (MMA 2016). Las mayores emisiones de GEI de origen agropecuario, contadas emisiones directas e indirectas, se producen en el sur del país debido a la actividad pecuaria bovina.

En cuanto a la cuantificación de las emisiones de N_2O, la Dra. Alfaro señaló que suelos bajo pradera es un área reciente de la investigación en el sur de Chile. Los resultados obtenidos a la fecha indican que las emisiones directas de N_2O de suelos volcánicos bajo pradera son bajas bajo condiciones naturales (< 0,4 kg N-N_2O ha^{-1}), siendo menor a las pérdidas basales estimadas vía lixiviación o volatilización para las mismas condiciones. Una vez que los suelos son sometidos a fertilización orgánica (uso de purines, o estiércol) o química (fertilizantes nitrogenados), este valor se incrementa alcanzando 4-6 veces los valores registrados bajo condiciones naturales, dependiendo del tipo y dosis de fertilizante aplicado.

Alfaro señaló que los estudios realizados a la fecha en Chile permiten establecer reducciones de hasta un *c.* 30% en las emisiones de N_2O por el uso de fertilizantes nitrogenados que incorporan el uso de inhibidores de la nitrificación como DCD, sin que se haya determinado una reducción de la lixiviación de N, o aumentos de eficiencia en producción o calidad de forraje asociado al uso de estos productos. La adición de inhibidores de la ureasa no ha generado resultados concluyentes, mientras que el uso integrado de productos con ambos inhibidores logra reducciones de *c.* 39% en las emisiones de N_2O. Esto plantea el desafío de comprender cuál es el rol que estos productos podrían cumplir en una estrategia nacional de reducción de GEI.

Estos resultados locales, sugieren que los suelos volcánicos del sur de Chile podrían capturar C como CH_4. Esto pudiera contribuir al desarrollo de sistemas pratenses de emisión de carbono reducida en predios lecheros basados en el pastoreo.

Presentación 2. Emisiones de óxido nitroso en sistemas de producción ganaderos tropicales (enfocado en la fertilización nitrogenada y manejo de excretas) **Enlace a presentación**

Ph.D. Hernán J. Andrade [5]. Colombia

Profesor asociado de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima e investigador asociado en Colciencias y líder del grupo de investigación PROECUT

Resumen:

Aunque América Central solo contribuye con menos del 0,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), sí es una de las regiones más vulnerables al cambio climático. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha definido unos factores para estimar las emisiones de GEI con base en información del hato y su manejo, sin embargo, éstos no han sido desarrollados en zonas tropicales. En esta sesión se presentan dos experimentos sobre emisiones de óxido nitroso (N_2O) en ganadería tropical, específicamente en América Central. En el primer experimento, se estimó el impacto del tipo de fertilización en las emisiones de N_2O en Costa Rica, Nicaragua y Honduras. En el segundo experimento se evaluó el impacto de la dieta (proporción de *Tithonia diversifolia*) en las emisiones de N_2O en orina y heces en la finca comercial del CATIE en Costa Rica. Se encontró que la fertilización nitrogenada, más no el tipo de fertilizante aplicado, afectó estadísticamente la emisión de este GEI. En este experimento se encontró un efecto importante de las condiciones climáticas. En contraste, la orina emitió mucho más N_2O que las heces, pero sin un efecto del nivel de aporte de *T. diversifolia* a la dieta de los bovinos. Los resultados confirman la importancia de prácticas que reduzcan la cantidad de N excretado en la orina con miras a reducir las emisiones de N_2O. Este tipo de estudios es un inicio para el desarrollo de factores de emisión propios para las condiciones tropicales.

Presentación 3. Emisiones de óxido nitroso en sistemas de producción intensivos, estabulados y/o semiestabulados, enfocado en el manejo del estiércol **Enlace a presentación**

Ph.D. Michel Wattiaux. Estados Unidos
Profesor-investigador. Universidad de Madison-Wisconsin (Department of Dairy Science)

Resumen:

[5] (Trabajo en conjunto con Diego Tobar, Pablo Chacón, Andres Vega, Mabel Arcos, Katherine Arce, Sergio Abarca, Sergio Ramírez, Luis Urbina, Michael Vilchez, Pavel Gutiérrez, Jesica Hassan, Rubén Turcios, Breno Sosa, Samantha García, Gabriela Zelaya, Noe Paiz, Jacobo Arango)

Los objetivos de esta revisión fueron identificar los impulsores de las tres fuentes principales de gases de efecto invernadero (GEI) en la granja: las vacas [metano entérico (CH_4)], el estiércol [CH_4 y el óxido nitroso (N_2O)] y el Campos [N_2O y dióxido de carbono (CO_2)]. Así como, explorar la contribución y las posibles interacciones entre distintas prácticas de alimentación, manejo de estiércol y cultivo para mitigar las emisiones de los sistemas mixtos de ganado y productos lácteos típicos del medio oeste de los Estados Unidos y resumir las lecciones aprendidas de las evaluaciones del ciclo de vida desde la cuna hasta la granja que intentaron comparar prácticas de gestión específicas dentro o fuera de las fronteras nacionales.

El Ph.D. Wattiaux señaló que la ingesta de materia seca impulsa la producción de CH4 entérico (g / d) de las vacas, pero la reducción en la intensidad de CH4 (kg / kg de leche) se debe a la eficiencia de conversión de la alimentación. Los carbohidratos y las grasas (y los aditivos) de la dieta influyen en el CH4 entérico, mientras que la PC dietética influye en el N2O debido a su efecto en el contenido de estiércol N y su vulnerabilidad a las emisiones. También que las mejores prácticas de mitigación a nivel de rebaño son una mejor forma de mejorar la salud del hato, el aumento de la vida productiva, la reducción del tamaño del rebaño de reemplazo y la selección genética para una mayor eficiencia de alimentación.

Wattiaux apunta que, en la cadena de gestión de estiércol (recolección, almacenamiento y aplicación de campo), el almacenamiento a largo plazo de estiércol líquido no procesado genera mayores emisiones de GEI en las granjas de tamaño medio que en las pequeñas explotaciones sin almacenamiento. La adopción del estiércol, la separación sólido-líquido y la digestión anaeróbica reducen sustancialmente el balance de carbono de las granjas grandes.

Adicionalmente, las prácticas de fertilización con nitrógeno (cantidad, tiempo, modo de aplicación) son clave para reducir las emisiones de N2O de los campos, que son muy variables según el clima, el tipo de suelo y las condiciones del suelo (temperatura, humedad, contenido de nutrientes). Reducir o no la labranza, la introducción de cultivos perennes o cultivos de invierno en rotaciones que incluyen leguminosas y la fertilización orgánica son prácticas de manejo que reducen las pérdidas de CO2 de los campos.

Finalmente, las emisiones de GEI desde la cuna hasta la granja de 10 estudios revisados aquí promediaron 1,1 kg de CO2-eq por kg de leche. En general, las diferencias entre granjas dentro de un sistema (por ejemplo, convencional, pastoreo, orgánico) son grandes ya menudo mayores que entre sistemas. Si el objetivo es reducir las emisiones reales del sector lácteo en su conjunto, en lugar de la huella de carbono de la leche, entonces se deben mejorar los métodos de modelado y evaluación para

tener en cuenta mejor las numerosas interacciones entre los componentes del sistema y la carne producida como un complemento (producto de la producción de leche).

Síntesis del webinario

El Dr. Danilo Pezo estuvo a cargo de la síntesis del evento, en su aporte hizo los siguientes señalamientos:

Alfaro y colaboradores: análisis de las emisiones de N2O en sistemas de pasturas de zona templada, un aspecto relevante para las condiciones del Cono Sur y centro-norte de México, también para las zonas altas de América Tropical. También revisaron las metodologías disponibles para la cuantificación de N2O en suelos, con referencia a sistemas de pasturas.

Wattiaux y colaboradores: analizan las emisiones de GEI en los sistemas lecheros típicos de los EEUU, utilizando un enfoque de cadena, y luego hacen un análisis más específico de las emisiones de N_2O aplicando la metodología de análisis de ciclo de vida. En su presentación hicieron énfasis en el impacto del manejo de las excretas sobre las emisiones de N_2O a nivel de la lechería y luego de su aplicación en el campo. Asimismo, se compararon los flujos de N_2O en diferentes sistemas de cultivos asociados con la producción ganadera.

Algunos aspectos adicionales

- ¿En qué medida la incorporación de leguminosas en los sistemas de pasturas ayudan no solo a mejorar la fertilidad de los suelos, la productividad y la calidad de las pasturas, pero también a reducir las emisiones de GEI (CH_4 mejorando degradación de fracciones fibrosas, N_2O por reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados)? (nivel de inclusión en la pastura y/o en la dieta)
- Presencia de inhibidores biológicos de la desnitrificación en los exudados de raíces de algunas plantas. En el caso de los trópicos se ha visto ese efecto en algunas de las Brachiarias (p.e. *B. humidicola*). Oportunidades para la inclusión de los genes que lo controlan en otras especies para no usar los inhibidores químicos y el biocarbón (en lugar de los trabajo de ingeniería genética).

Temas que ameritan atención adicional:

- Necesidad de generar información local/regional sobre factores de emisión de GEI

- ¿Composición de la dieta, manejo/tratamiento de las excretas, manejo del pastoreo y de la fertilización, rotación cultivos/pastos, etc.?
- Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la medición de emisiones (personal, equipamiento)
- Promoción del trabajo interdisciplinario (p.e. nutrición animal, suelos, pastos, etc.) y la cooperación interinstitucional (REDES)

Preguntas de los participantes:
¿A dónde apuntar para reducir las emisiones de N_2O?
¿Cómo trabajar estos temas con los productores?
¿Qué métricas usar para definir las estrategias de reducción de emisiones de N_2O?

***La respuesta a cada una de la preguntas de los participantes están en la grabación del video del evento.

El resumen de los participantes se muestra en el Cuadro 4. De 132 personas que se registraron participaron 41; es decir, un 31%, se desconocen las razones de esta disminución. México sigue teniendo la mayor cantidad de participantes, mismo datos que Costa Rica (9), seguido de Venezuela. La tendencia entre hombre y mujeres 45% a 55% respectivamente, misma que se conserva en el dato de participación.

Cuadro 4. Resumen de registrados, participantes, países representados y genero para el webinar 3

Registrados	Mujeres/hombres	Participantes	Países	Mujeres/hombres
132	60/72	41	Costa Rica 9 México 9 Venezuela 5 Nicaragua 1 Uruguay 1 Ecuador 1 Guatemala 6 Perú 1 Colombia 1 España 1 Chile 1 Argentina 2 Estados Unidos 2	14/27

Webinario 4. Experiencias en América Latina y el Caribe sobre buenas prácticas ganaderas que promueven la intensificación de la ganadería sostenible[6]

En la apertura del evento virtual el M. Sc. Francisco Casasola, coordinador técnico del proyecto CATIE-FONTAGRO: intensificación de la ganadería sostenible en América Latina y el Caribe, dio la bienvenida a los participantes y a los panelistas. Casasola realizó la presentación de la agenda del evento.

En la agenda del evento virtual estaban considerado los siguientes puntos: Presentación general

- Bienvenida M. Sc. Francisco Casasola
- Introducción (7 min): M. Sc. Francisco Casasola
- Panelistas: (45 min)

Ph.D. Santiago Fariña: director del Programa de Investigación en Producción de Leche de INIA Uruguay

Ph.D. Jorge Elizondo: crianza de reemplazos como estrategia para reducir la emisión de gases de efecto invernadero

Ph.D. Miguel Alonso: propuestas de intervención de salud animal y de manejo en la Unidades de Producción Bovina para incrementar la resiliencia al cambio climático

- Preguntas de los participantes a los panelistas y síntesis de presentaciones (30 min): M. Sc. Gabriela Chaves
- Analista del evento: Ph. D. Danilo Pezo
- Cierre del evento (5 min): M.Sc. Gabriela Chaves

Presentación 1. Pensando la intensificación sostenible en la producción de leche en ALC
Enlace a presentación

Ph.D. Santiago Fariña- Uruguay
Director del Programa de Investigación en Producción de Leche de INIA Uruguay

Resumen:

El Dr. Fariña abordó el tema de la intensificación sostenible y seguridad alimentaria. Señaló que ante el crecimiento de la población mundial y los cambios en los hábitos de los consumidores,

[6] Enlace a la grabación del evento: https://youtu.be/IM92usH9ocE

especialmente en los países en vías de desarrollo, surge la incógnita: ¿cómo pueden los sistemas de producción de leche satisfacer la demanda de manera sustentable? Es posible que la sustentabilidad de los sistemas esté determinada por la "ley de Liebig", por lo cual el factor que la define sea el más limitante (en el caso de la sustentabilidad se trata de ambiente, sociedad o mercado).

Algunos autores cuestionan si realmente puede o debe ser un objetivo de la investigación y desarrollo el poder sostener la alimentación de la población mundial a futuro (e.g. 9 billones en 2050). Un tercio del alimento que se produce en el mundo es desperdiciado y al menos un tercio del área destinada a cultivos agrícolas se destina a alimentar animales. Sin embargo, en las regiones de Asia y África es el 80% del área agrícola lo que se destina a consumo humano. Justamente es en esas regiones donde la sustentabilidad económica y social de las familias es más crítica. Por otro lado, en la producción de leche en particular, el predio o finca promedio del mundo tiene 3,1 vacas (IFCN 2017). Por lo tanto, como problemática de sustentabilidad es posible que sea más crítico el lograr que esa familia logre producir de manera rentable para sostener su desarrollo, que el hacer llegar un producto de bajo costo a la góndola de un consumidor que ha elegido modificar su dieta.

En cuanto a las estrategias en sistemas lecheros de ALC, los países productores de leche del Cono Sur (Chile, Uruguay, Argentina) se caracterizan por alcanzar bajos costos de producción comparados con sus competidores en el mercado de leche de exportación (Oceanía, Europa, Estados Unidos). Sin embargo, sus niveles de productividad por hectárea, por animal y por persona están muy por debajo (IFCN 2017).

En los países del Cono Sur, se alcanzan consumos promedio de forraje por hectárea cercanos al 50% del potencial comprobado en fincas experimentales o en los predios comerciales de los mejores productores. En el caso de las regiones productoras de leche de Centroamérica y algunas zonas de la Región Andina, los niveles de productividad en términos de biomasa forrajera son similares o incluso mayores que los alcanzados por países desarrollados en las regiones mencionadas. Sin embargo, el manejo a nivel de finca y los materiales genéticos empleados hace que el valor nutritivo de ese forraje sea muy bajo y por lo tanto también son bajas la productividad medida en leche por hectárea. Este efecto se ve agravado por las limitantes desde el punto de vista del animal que traen la mayor incidencia de enfermedades, deficiencias reproductivas y fallas en el manejo del rodeo.

Desde el punto de vista social, también existe un amplio margen de mejora en los sistemas de producción de leche de ALC. En los países del Cono Sur, esto se ve expuesto en los niveles de leche producida por hora de trabajo en las fincas promedio que son al menos duplicadas en países de Oceanía y Estados Unidos. Esta problemática responde, en primera medida, al diseño de los sistemas

productivos que se encuentran ampliamente subdimensionados en cuanto a infraestructura de ordeñe, alimentación y manejo de los animales. Esto repercute directamente en el mayor tiempo requerido para las tareas y, además, un mayor disconfort para realizarlas.

En síntesis, la ponencia expuso que existe una necesidad de trabajo en la sustentabilidad de la producción de leche, no con un foco en el consumidor, sino con foco en el diseño de las unidades productivas y su manejo, especialmente en regiones en vías de desarrollo. En ALC existe un amplio margen de mejora a partir de técnicas de manejo que permitan mayores niveles de utilización de forraje y del mayor nivel nutritivo posible. Para que esta mejora se sostenga en el tiempo, se debe acompañar del diseño de sistemas que puedan permitir a las personas trabajar cómodas y con un buen rendimiento de su tiempo en producción de leche.

Presentación 2. Crianza de reemplazos como estrategia para reducir la emisión de gases de efecto invernadero **Enlace a presentación**

Ph. D. Jorge Alberto Elizondo-Salazar, Costa Rica
Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Estación Experimental Alfredo Volio Mata

Resumen:

Los sistemas de producción bovina originan impactos globales debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como el CO_2, CH_4 y N_2O, provenientes de la respiración, fermentación entérica y manejo de las excretas en las explotaciones. El aumento de las concentraciones de estos gases provoca un calentamiento de la superficie terrestre.

En Costa Rica, la ganadería es responsable del 23% de las emisiones brutas de GEI, por lo que para reducir estas emisiones se deben implementar estrategias que incrementen la eficiencia y productividad de los animales.

La búsqueda de soluciones para lograr dicho objetivo es un reto importante en estos tiempos, y la adecuada crianza y desarrollo de reemplazos se convierte en una muy buena alternativa para aumentar la productividad, disminuir las emisiones de GEI y brindar un alivio económico a los productores.

Hay que tener presente que el manejo y nutrición que se les brinde a los animales en las etapas tempranas de la vida, repercute significativamente sobre el desempeño productivo y reproductivo futuro. Sin embargo, la producción de reemplazos representa una porción importante de los costos de alimentación para producción de leche. Así, por ejemplo, se determinó que los costos de alimentación para producir un litro de leche en cinco fincas lecheras de Costa Rica oscilaron entre USD 0,24 y

USD 0,34 y de estos, entre un 8,98 y 16,54% representaron los costos de crianza de terneras. Esto provoca que muchos productores no hagan las inversiones necesarias durante estas etapas de vida, lo que contribuye a una alta tasa de mortalidad, limitadas ganancias de peso y baja producción de leche, llegando a tener animales ineficientes y generadores de emisiones innecesarias de GEI.

Por lo tanto, la meta de todo programa de reemplazos debe ser el criar y desarrollar los animales necesarios para que alcancen un tamaño y peso óptimo a una edad adecuada para iniciar la pubertad, establecer la preñez y parir fácilmente al menor costo posible.

Algunas áreas de interés donde se debe prestar atención para garantizar una adecuada crianza y desarrollo de reemplazos de manera que se pueda lograr mitigar o reducir la emisión de GEI son la nutrición y el manejo preparto de la vaca, el manejo del calostro, la nutrición y manejo en la etapa de predestete y posdestete, todo esto considerando que las terneras que nacen en una explotación necesitan contar con un lugar limpio para iniciar la vida, una transferencia adecuada de inmunidad pasiva, una exposición limitada a patógenos y una nutrición que les permita tener ganancias de peso para que pueda alcanzar el peso óptimo a primer servicio a una edad adecuada, reducir la edad a primer parto y disminuir así los costos en esta etapa de vida.

Por esta razón, es recomendable que en toda explotación se establezcan metas de crecimiento de los animales y monitorearlo rutinariamente, estableciendo como objetivo que una novilla se debe servir cuando ha alcanzado el 55% de su peso adulto. Al monitorear el peso de los animales, se puede saber cuándo se ha cumplido la meta y se pueden establecer correcciones cuando no se logra.

Otro aspecto a tener en consideración es el número de animales que deben permanecer en la explotación. Se ha establecido que, en una explotación lechera, el hato debe estar constituido por 80% de vacas en producción y 20% de vacas secas, pero no se define el porcentaje de reemplazos que se deben criar y desarrollar. Normalmente, se dice que la tasa de reemplazos debe oscilar entre un 20 y 40%, pero este dato podría no tener mucho fundamento, ya que son muchos los factores que afectan la salud, producción y fertilidad de los animales, principales razones de descarte en las fincas lecheras. Mantener un tamaño de hato adecuado aumentaría la disponibilidad de alimentos, la productividad de cada animal y de la totalidad del hato, lo que contribuiría a disminuir las emisiones de GEI.

Se debe tener presente también que los costos de crianza y desarrollo de reemplazos van a ser muy diferentes en cada explotación, ya que cada una tiene diferente disposición de recursos y objetivos; sin embargo, es muy probable que un gran número de productores desconozcan dicha información y estén criando y desarrollando prácticamente todas las terneras que nacen en la finca, a pesar de que

no tengan proyectado aumentar el número de vacas en ordeño, lo que repercute directamente sobre el flujo de caja y la emisión de GEI.

Las recomendaciones que se pueden llevar a cabo, pueden ser diferentes de una región a otra o de una explotación a otra, pero se enfocan en un aumento de las ganancias de peso producto de una mejor sanidad, reducción en la edad a primer servicio y edad a primer parto, mejores tasas de concepción y mayor producción de leche, criando y desarrollando menor cantidad de animales de reemplazo, lo que hace que se incremente la productividad y que disminuya la intensidad de las emisiones de GEI.

Presentación 3. Propuestas de intervención de salud animal y de manejo en la Unidades de Producción Bovina para incrementar la resiliencia al cambio climático Enlace a presentación

Ph.D. Miguel A. Alonso Díaz. México

Director Técnico del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la FMVZ-UNAM.

Resumen:

En los sistemas de producción bovina en pastoreo, el 80% de las enfermedades son causadas por parásitos internos y/o externos que ocasionan cuantiosas pérdidas económicas a la ganadería. Desde los años sesenta, el control de las parasitosis se ha basado exclusivamente en el uso de antiparasitarios químicos, altamente efectivos, que se reflejó en un aumento de la productividad animal. Pero, actualmente la prevención y control de las parasitosis y de las enfermedades que transmiten en los sistemas de producción, enfrentan rápidos e importantes cambios. La eficacia en el control de estas enfermedades se ha complicado en muchas partes del mundo.

Existe una alta prevalencia de parásitos resistentes o multiresistentes a los antihelmínticos (ej. nematodos gastrointestinales) o a los ixodicidas (ej. garrapatas), lo que indica que la dependencia de los productos químicos para controlar las parasitosis pone en riesgo la sustentabilidad de los sistemas de producción. Al mismo tiempo, el cambio de clima e incluso de épocas está ocasionando patrones de infección menos predecibles y los protocolos de control son menos eficaces. Por lo tanto, es necesario buscar alternativas de producción, de manejo o intervenciones de salud en los sistemas de producción para incrementar la resiliencia de los animales y aumentar así la adaptación al cambio climático y a sus consecuencias.

Para contrarrestar estos cambios, se han desarrollado métodos alternativos de control como vacunas, control biológico, mejorar la nutrición de los animales, plantas bioactivas o nutracéuticas, usos de razas resistentes, manejo del pastoreo y/o sistemas silvopastoriles que pueden ser aplicadas para

intensificar la ganadería sostenible. También, es necesario conocer la epidemiología de las enfermedades, la dinámica poblacional de los parásitos, la distribución espacial actual, así como posibles factores de riesgo. Por mencionar algunos ejemplos de reportes recientes de enfermedades en los bovinos:

1) En México se reportó la reaparición del parásito *Mecistocirrus digitatus* en bovinos (después de 30 años).
2) Se observó la asociación de nemátodos gastrointestinales con casos de paratuberculosis en bovinos.
3) Hay una alta mortalidad en corrales de engorda y en vacas Holstein en el altiplano por problemas de anaplasmosis y/o babesiosis.
4) Se ha observado la presencia de *Haematobia irritans* durante todo el año (se ha adaptado a la época de invierno).
5) Cooperia punctata es el nemátodo gastrointestinal más prevalente en algunas zonas del trópico.
6) Las garrapatas se han exacerbado como un problema de salud pública por las enfermedades que transmiten al humano.
7) En Europa se ha reportado la presencia e incremento de *Paraphistomun spp* en bovinos.

Los sistemas silvopastoriles también surgen como una opción tecnológica sostenible para la producción pecuaria. En ellos los árboles, las plantas herbáceas, y los animales interactúan bajo un manejo integral y racional e influyen sobre el comportamiento del ganado, potencial productivo y valor nutritivo de las plantas presentes en los potreros. La diversidad de plantas y sus compuestos secundarios por ejemplo taninos, pueden tener un impacto positivo sobre la nutrición y sobre la salud de los animales, por un efecto directo sobre algunas enfermedades o mediante su prevención, así como mejoras en la calidad de la dieta.

La *G. sepium* es una especie notable, pues su follaje no solo presenta alta calidad nutricia, sino que contiene además compuestos que impiden el desarrollo de parásitos internos. En un experimento, el suministro del follaje fresco a becerros, redujo el establecimiento de larvas de *Cooperia punctata* en 77%, así como también redujo la longitud de las larvas. Mediante procedimiento de aislamiento, se elucidó que la oxytrosida (Kaempferol 3-O-rhamnopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranoside-7-O-rhamnopyranoside) fue el compuesto responsable de inhibir completamente el desenvaine de *C. punctata*, por lo que se considera que *G. sepium* constituye una alternativa para prevenir infecciones severas de este parásito en ganado bovino (Von Son-de Fernex *et al.,* 2018).

Los anteriores son solo unos cuantos ejemplos de los beneficios productivos y de salud, que podrían obtenerse con el uso de sistemas silvopastoriles basados en gramíneas y árboles y arbustos leguminosos asociados en las pasturas.

Síntesis del webinario

El analista, Dr. Pezo, se refirió a cada una de las ponencias resultando los siguientes puntos para cerrar el evento:

Dr. Fariña:

- Potencial de los sistemas lecheros para satisfacer la demanda, la seguridad alimentaria y el bienestar de las familias productoras. Limitantes para lograrlos: p.e. biofísicas, humanas y de acceso a mercados).
- Brecha entre producción actual y potencial con sistemas más intensivos y cómo puede acortarse esta a través de mejoras en el manejo de pasturas, genética, nutrición y el uso eficiente de la mano de obra, entre otros.

Dr. Elizondo:

- Rol del manejo eficiente de las hembras de reemplazo en sistemas lecheros, desde el nacimiento hasta la pubertad, y cómo esto impacta la productividad, el beneficio económico y la reducción en la intensidad de emisiones de GEI en explotaciones lecheras.
- Importancia de nutrición y manejo de terneras en edad temprana sobre la sobrevivencia, tasa de crecimiento y desarrollo.
- Efecto de la estructura del hato sobre la intensidad de emisiones de GEI.

Dr. Alonso

- Rol de las intervenciones en salud animal y manejo para incrementar la resiliencia de los sistemas ganaderos al cambio climático.
- Impacto de las parasitosis internas y externas en la economía de los sistemas pecuarios basados en pasturas y cómo la resistencia de los parásitos a fármacos compromete la sustentabilidad de los sistemas.
- Nuevas alternativas de tratamiento, incluyendo el uso de vacunas, control biológico, productos naturales, etc., pero además enfatizan la importancia de conocer la epidemiología de las enfermedades para atacar los factores de riesgo.

- Papel de los SSP en el mejoramiento de la salud y productividad animal.

Temas que ameritan atención:

- ¿En qué medida los sistemas intensivos de producción animal pueden ayudar a reducir las emisiones de GEI? ¿Son estos más resilientes al cambio climático?
- ¿Qué intervenciones serán claves para el mejoramiento de la crianza de terneras (os) en los sistemas de doble propósito?
- ¿De qué manera los enfoques en la práctica veterinaria y las limitaciones en los sistemas de extensión han contribuido al desarrollo de resistencia a ciertos productos veterinarios y a riesgos en la inocuidad de productos pecuarios para consumo humano? Otro caso: efectos de ivermectina sobre macrofauna del suelo.

El resumen de los participantes se muestra en el Cuadro 5. De 162 personas que se registraron participaron 76, es decir un 47%, se desconocen las razones de esta disminución. México sigue teniendo la mayor cantidad de participantes, mismo datos que Costa Rica (9), seguido de Venezuela. La tendencia entre hombres y mujeres de 40% a 60%, respectivamente (cifra similar que se conserva en el dato de participación).
Se observa que en cuando a presencia o interés de país, Guatemala, México y Costa Rica son quienes están mayormente representados.

Cuadro 5. Resumen de registrados, participantes, países representados y género para el webinario 4

Registrados	Mujeres/hombres	Participantes	Países	Mujeres/hombres

162	67/95	76	México Nicaragua Costa Rica Guatemala Colombia Francia Perú Venezuela Argentina Uruguay	14 6 10 27 9 1 1 2 5 1	33/43

7. CONCLUSIONES

En la dinámica de la emergente llamada gestión del conocimiento, las producciones técnicas o investigaciones adquiere un papel determinante. Para lograr que esas investigaciones tengan una mayor capacidad de alcance hacia diferentes y mayores públicos, se hace necesario la oportunidad de la construcción de espacios presenciales o virtuales de intercambio de información que promueva el nuevo conocimiento entre expertos desde diferentes ópticas, latitudes, experiencias.

La experiencia en la realización de los eventos, tanto presenciales como virtuales, apunta a la necesidad que se tiene en la región de continuar con los acercamientos entre los expertos para enriquecer los procesos investigativos y encaminarse hacia la innovación que pueda ser replicable en diferentes contextos.

Existe la necesidad, bajo el marco de una propuesta hacia una intensificación sostenible de la ganadería, de promover el intercambio entre expertos que promuevan mecanismos más resilientes para un sector que cada vez es más señalado por su vinculación con la aportación de GEI que incrementan las afectaciones del cambio climático. Eventos como estos, permitieron identificar y documentar experiencias exitosas y no exitosas que promueven la toma de decisiones basadas en la colectividad, la integración y la determinación conjunta de vacíos científicos que enmarcan nuevas rutas a seguir o indagar.

En este sentido, los costos asociados a los eventos presenciales, que sin duda son valiosos por la posibilidad del reconocimiento de actores con diferentes posiciones técnicas o políticas en la región, se ven claramente disminuidos con la realización de eventos virtuales, obteniendo resultados de

involucramiento mayor por la flexibilidad que presenta a los promotores y usuarios de estos entornos virtuales.

Resultado de las presentaciones y discusiones de los diferentes eventos llevados a cabo, se concluye que del taller regional “Cambio climático y desarrollo de la ganadería en América Latina y el Caribe: requisitos de formulación de conocimientos, políticas y proyectos para la inversión”, se acordó que es necesaria la aplicación de una visión holística en la intensificación del sistema ganadero (ISG) que esté orientado a lograr un balance entre el incremento en la productividad, el ingreso y la competitividad con la reducción de emisiones y el incremento de la resiliencia al cambio climático.

Desde el punto de vista de los webinarios desarrollados, cada síntesis de evento propone una serie de cuestionamientos cuyo objetivo es dejar paso a la producción de nuevas investigaciones o eventos con otros expertos para nuevas pautas o acciones en esas temáticas específicas.

8. ANEXOS

Anexo 1. Registro de webinario: alimentación y nutrición animal su importancia para la reducción de GEI

No	Nombre	Correo electrónico
1	Latifa Ouatahar	latifa.ouatahar@gmail.com
2	María Eugenia Periago	maria.periago@vidasilvestre.org.ar
3	José Guadalupe Hernández	hoobits87@hotmail.com
4	Jesús Juan Rosales Adame	jesusr@cucsur.udg.mx
5	María Fernanda Vázquez	mvz.mafervazquez@gmail.com
6	Adrián Vega López	avega.cgg@sagarpa.gob.mx
7	Gonzalo Becoña	gonbec@gmail.com
8	Arlen Teresa Córdoba Núñez	arlencordoba@yahoo.com
9	Odette Preciado	odette.preciado@jalisco.gob.mx
10	William Sánchez Ledesma	wsanchez@inta.go.cr
11	María Paz Tieri	mpaztieri@gmail.com
12	José Rubo	hernanrubi@gmail.com
13	Luis Corona	gochi@unam.mx
14	Rosa Escolán	rosa_escolan@wvi.org
15	Rein van der Hoek	r.vanderhoek@cgiar.org
16	Imelda Salazar Palacios	isalazarpalacios@gmail.com
17	Luciana Ludlow Paz	luciana.ludlow@iucn.org
18	Martin Alejandro Mena Urbina	m.a.mena@cgiar.org
19	Mauricio Gaitán	mjagaitan@gmail.com
20	José Arias	jose_08castellanos@hotmail.com
21	Josué Flores	jmflores@unah.edu.hn
22	Enzo Solari	esolarimusa@gmail.com
23	Ridder Somarriba	ridder.somarriba@ev.unanleon.edu.ni
24	Octavio Castelán Ortega	oaco2002@yahoo.com.mx
25	William Blanco	williamjbb@hotmail.com
26	Álvaro Pineda	apineda94@unisalle.edu.co
27	Issel Solórzano	isselsolorzano@gmail.com
28	Carlos Ignacio García Gutiérrez	mvzcarlosgarcia@hotmail.com
29	Luis David Guzmán Osorio	tecnicoire.jisoc@gmail.com
30	Beatriz Cabrales	martha.delgadillo@jalisco.gob.mx
31	Marciano Basopoli Gastelum	gastelum59@hotmail.com
32	Martha Escalante	martha.escalante@iica.int
33	Edwin Edwin García	egarcia@catie.ac.cr
34	Humberto Gabriel Reyes Gómez	hreyes@conanp.gob.mx
35	José Palma	palma@ucol.mx
36	Michael Vilchez	michaelvilchez2002@yahoo.com
37	Aldo León	mvzdoaleon@gmail.com
38	Andrés Valencia	valencia_andres@hotmail.com

No	Nombre	Correo electrónico
39	Jorge Bonilla	bonilla.jorge@inifap.gob.mx
40	Pamela Sangoluisa	pamela.sangoluisarodriguez@fao.org
41	Irving Téllez	itellez84@yahoo.es
42	Lucero Sarabia Salgado	lucy_34_88_sarsal@hotmail.com
43	Jaime Espinosa	jaet78@gmail.com
44	José Antonio Solís Zuart	anzuart1@gmail.com
45	Daniela Villegas Estrada	danielavillegasestrada@gmail.com
46	Santiago Román Facetti	santifacetti7@gmail.com
47	Luis Miguel Argueta	coben.argueta@gmail.com
48	Arturo Palero	arturo.palero@jalisco.gob.mx
49	José Luis Aguilar Valencia	mvz.jlav@gmail.com
50	Joel Salcedo Ponce	jsalcedo51@hotmail.com
51	Leticia Deschamps	leticia.deschamps@iica.int
52	Juan Carlos Escobedo	JuanCarlos.Escobedo@gfa-group.de
53	Isabel Molina	hyzavell26@gmail.com
54	Ricardo Ramírez	rramirez@ra.org
55	Luis Eduardo Arias Chávez	arias.luiseduardo@inifap.gob.mx
56	Julián Rivera	jerivera@fun.cipav.org.co
57	César Cordero	cesar.cordero160561@gmail.com
58	Sayda Catillo	castillo_martinez12@hotmail.com
59	José Campero	jrcampero@hotmail.com
60	Oswaldo Hernández	oswaldo_nicaragua@yahoo.es
61	Gabriel Castro Cavazos	presidente@funprojal.org.mx
62	Oscar Luis Cabrera Ochaeta	planesfincamaga2@gmail.con
63	Eduardo Rojas	Erojasr@me.com
64	Alberto Jorge Galindo	jorgemvzmx@hotmail.com
65	Alis Teresa Márquez Araque	amarq610@hotmail.com
66	Oscar Gonzales Recio	gonzalez.oscar@inia.es
67	Oscar De La Rosa	delarosa100@gmail.com
68	Israel Gómez	agropecuario@chp.sagarpa.gob.mx
69	Fabio Cesar Vásquez López	facevalo@gmail.com
70	Armando Soto	armando_soto_ordaz@hotmail.com
71	Alejando Saborío Montero	alesabor@gmail.com
72	Sara Valencia	saraudea@gmail.com
73	Conrado Quiroz	conrado.qm@hotmail.com
74	Bismarck Reyes	bjreyesd2013@gmail.com
75	Edgar Rodríguez	garo1709@hotmail.com
76	María Isabel Nieto	nieto.maria@inta.gob.ar
77	José Chacón	Jchacon@fenagh.net
78	Jesler Alvarenga	Jesler11@unitec.edu
79	Kenneth Royo	kennethroyo@hotmail.com
80	Florencia García	fgarcia@agro.unc.edu.ar
81	Emilio Manuel Aranda Ibáñez	earanda@colpos.mx

No	Nombre	Correo electrónico
82	Edgar Aranda Aguirre	edgarfmvzaa@gmail.com
83	Reniery David Castañeda	reniery.david@heifer.org
84	Milton Morales	moralesmilton79@yahoo.com
85	Jessica Hassan	yessaimee@hotmail.com
86	José Vergara Paternina	Jvergara@catie.ac.cr
87	Cristóbal Villanueva	cvillanu@catie.ac.cr
88	Olegario Hernández	hernandez.olegario@inta.gob.ar
89	Sergio Hernández	hernandez_sergio@usac.edu.gt
90	Carlos Avendaño	carlosa@cdemipymegf.org
91	Marco de la Rosa	viniciodelarosa@gmail.com
92	María Ceron	ceroncucchi.maria@inta.gob.ar
93	José Manuel González	Jgonzal@catie.ac.cr
94	Ibrahim González Lozano	imgonzalez@inia.org.uy
95	María Carolina Scorcione	caroscorcione@gmail.com
96	Leonardo Guerra	leonardo.guerra@ebpchile.cl
97	Julio Rodríguez	jcrod@guayacan.uson.mx
98	Álvaro Díaz	valio_diaz@yahoo.com
99	Muhammad Ibrahim	mibrahim@catie.ac.cr
100	Claudia Milagros	claudiapatriciamilagros@gmail.com
101	Luis Vargas	luis@avanzavet.com
102	Manuel Silva	silva.manuel@inifap.gob.mx
103	Jorge Martínez Ferrer	martinez.ferrer@inta.gob.ar
104	Claudia Cecilia Márquez Mota	claudia.qa@gmail.com
105	Hugo Montelongo	hugo_as159@hotmail.com
106	Aurelio Velarde	aurevr@hotmail.com
107	Eduardo Cardoso	cardosoge89@gmail.com
108	Horacio Rodríguez Vázquez	h.rodriguezvazquez@tnc.org
109	Mónica Ramírez Mella	monicara@colpos.mx
110	Alenzy Chávez	chavezalenzy_94@hotmail.com
111	R. Antonio Riveros	raul.antonio.riveros@gmail.com
112	Carolina Pimentel	caropiga@gmail.com
113	Jonathan Avilés	mvzjnaviles@gmail.com
114	Raúl Villeda	ravilledar@yahoo.es
115	Amado Cabrera	cabrera_ayala1@yahoo.com
116	Javier Armesto	javierrevilla1975@gmail.com
117	Jacob Hernández	hernandez.jacob57@yahoo.com
118	Oscar Manuel Silva García	Karin_sgom@hotmail.com
119	Karen Hernández	karenjudithhernandez@gmail.com
120	José Luis Castro	movjlc@yahoo.com
121	Luis Ramírez Aviles	luis.ramirez@correo.uady.mx
122	Miguel Antonio Miranda Vado	miravado@yahoo.com
123	Axel Godoy	axlgodoy@gmail.com

Nombre	País	Correo electrónico
Maria Eugenia Periago	Argentina	maria.periago@vidasilvestre.org.ar
Jesús Juan Rosales Adame	México	jesusr@cucsur.udg.mx
Adrian Vega López	México	avega.cgg@sagarpa.gob.mx
Arlen Teresa Cordoba Nuñez	Nicaragua	arlencordoba@yahoo.com
María Paz Tieri	Argentina	mpaztieri@gmail.com
Jose Rubo	Honduras	hernanrubi@gmail.com
Luis Corona	México	gochi@unam.mx
Imelda Salazar Palacios	Nicaragua	isalazarpalacios@gmail.com
Luciana Ludlow Paz	México	luciana.ludlow@iucn.org
jose Arias	México	jose_08castellanos@hotmail.com
Issel Solorzano	Nicaragua	isselsolorzano@gmail.com
Luis David Guzmán Osorio	México	tecnicoire.jisoc@gmail.com
Beatriz Cabrales	México	martha.delgadillo@jalisco.gob.mx
Martha Escalante	México	martha.escalante@iica.int
Jorge Bonilla	México	bonilla.jorge@inifap.gob.mx
Irving Tellez	Nicaragua	itellez84@yahoo.es
Jose Antonio Solis Zuart	México	anzuart1@gmail.com
Joel Salcedo Ponce	México	jsalcedo51@hotmail.com
Leticia Deschamps	México	leticia.deschamps@iica.int
Julian Rivera	Colombia	jerivera@fun.cipav.org.co
César Cordero	Nicaragua	cesar.cordero160561@gmail.com
Sayda Catillo	Nicaragua	castillo_martinez12@hotmail.com
Oscar De La Rosa	Venezuela	delarosa100@gmail.com
Fabio Cesar Vasquez Lopez	Estados Unidos	facevalo@gmail.com
Armando Soto	Estados Unidos	armando_soto_ordaz@hotmail.com
Sara Valencia	México	saraudea@gmail.com
Edgar Rodriguez	México	garo1709@hotmail.com
María Isabel Nieto	Argentina	nieto.maria@inta.gob.ar
Jose Chacón	Honduras	Jchacon@fenagh.net
Florencia Garcia	Argentina	fgarcia@agro.unc.edu.ar
Edgar Aranda Aguirre	México	edgarfmvzaa@gmail.com
Milton Morales	Honduras	moralesmilton79@yahoo.com
Olegario Hernández	Argentina	hernandez.olegario@inta.gob.ar
Carlos Avendaño	Honduras	carlosa@cdemipymegf.org
Ibrahim Gonzalez Lozano	Uruguay	imgonzalez@inia.org.uy
Maria Carolina Scorcione	Argentina	caroscorcione@gmail.com

Nombre	País	Correo electrónico
Leonardo Guerra	Chile	leonardo.guerra@ebpchile.cl
Julio Rodriguez	México	jcrod@guayacan.uson.mx
Muhammad Ibrahim	Costa Rica	mibrahim@catie.ac.cr
Luis Vargas	México	luis@avanzavet.com
Manuel Silva	México	silva.manuel@inifap.gob.mx
Claudia Cecilia Marquez Mota	México	claudia.qa@gmail.com
Hugo Montelongo	México	hugo_as159@hotmail.com
Aurelio Velarde	México	aurevr@hotmail.com
Horacio Rodriguez Vázquez	El Salvador	h.rodriguezvazquez@tnc.org
Alenzy Chávez	México	chavezalenzy_94@hotmail.com
R.Antonio Riveros	México	raul.antonio.riveros@gmail.com
Carolina Pimentel	Chile	caropiga@gmail.com
Jonathan Avilés	Mexico	mvzjnaviles@gmail.com
Amado Cabrera	Honduras	cabrera_ayala1@yahoo.com
Javier Armesto	México	javierrevilla1975@gmail.com
Jacob Hernández	Honduras	hernandez.jacob57@yahoo.com
Oscar Manuel Silva Garcia	México	Karin_sgom@hotmail.com
Karen Hernandez	Guatemala	karenjudithhernandez@gmail.com
Miguel Antonio Miranda Vado	Nicaragua	miravado@yahoo.com
Axel Godoy	Guatemala	axlgodoy@gmail.com

Participantes de webinario 1

Nombre	País	Correo electrónico
Maria Eugenia Periago	Argentina	maria.periago@vidasilvestre.org.ar
Jesús Juan Rosales Adame	México	jesusr@cucsur.udg.mx
Adrian Vega López	México	avega.cgg@sagarpa.gob.mx
Arlen Teresa Cordoba Nuñez	Nicaragua	arlencordoba@yahoo.com
María Paz Tieri	Argentina	mpaztieri@gmail.com
Jose Rubo	Honduras	hernanrubi@gmail.com
Luis Corona	México	gochi@unam.mx
Imelda Salazar Palacios	Nicaragua	isalazarpalacios@gmail.com
Luciana Ludlow Paz	México	luciana.ludlow@iucn.org
jose Arias	México	jose_08castellanos@hotmail.com
Issel Solorzano	Nicaragua	isselsolorzano@gmail.com
Luis David Guzmán Osorio	México	tecnicoire.jisoc@gmail.com
Beatriz Cabrales	México	martha.delgadillo@jalisco.gob.mx
Martha Escalante	México	martha.escalante@iica.int
Jorge Bonilla	México	bonilla.jorge@inifap.gob.mx
Irving Tellez	Nicaragua	itellez84@yahoo.es
Jose Antonio Solis Zuart	México	anzuart1@gmail.com

Nombre	País	Correo electrónico
Joel Salcedo Ponce	México	jsalcedo51@hotmail.com
Leticia Deschamps	México	leticia.deschamps@iica.int
Julian Rivera	Colombia	jerivera@fun.cipav.org.co
César Cordero	Nicaragua	cesar.cordero160561@gmail.com
Sayda Catillo	Nicaragua	castillo_martinez12@hotmail.com
Oscar De La Rosa	Venezuela	delarosa100@gmail.com
Fabio Cesar Vasquez Lopez	Estados Unidos	facevalo@gmail.com
Armando Soto	Estados Unidos	armando_soto_ordaz@hotmail.com
Sara Valencia	México	saraudea@gmail.com
Edgar Rodriguez	México	garo1709@hotmail.com
María Isabel Nieto	Argentina	nieto.maria@inta.gob.ar
Jose Chacón	Honduras	Jchacon@fenagh.net
Florencia Garcia	Argentina	fgarcia@agro.unc.edu.ar
Edgar Aranda Aguirre	México	edgarfmvzaa@gmail.com
Milton Morales	Honduras	moralesmilton79@yahoo.com
Olegario Hernández	Argentina	hernandez.olegario@inta.gob.ar
Carlos Avendaño	Honduras	carlosa@cdemipymegf.org
Ibrahim Gonzalez Lozano	Uruguay	imgonzalez@inia.org.uy
Maria Carolina Scorcione	Argentina	caroscorcione@gmail.com
Leonardo Guerra	Chile	leonardo.guerra@ebpchile.cl
Julio Rodriguez	México	jcrod@guayacan.uson.mx
Muhammad Ibrahim	Costa Rica	mibrahim@catie.ac.cr
Luis Vargas	México	luis@avanzavet.com
Manuel Silva	México	silva.manuel@inifap.gob.mx
Claudia Cecilia Marquez Mota	México	claudia.qa@gmail.com
Hugo Montelongo	México	hugo_as159@hotmail.com
Aurelio Velarde	México	aurevr@hotmail.com
Horacio Rodriguez Vázquez	El Salvador	h.rodriguezvazquez@tnc.org
Alenzy Chávez	México	chavezalenzy_94@hotmail.com
R.Antonio Riveros	México	raul.antonio.riveros@gmail.com
Carolina Pimentel	Chile	caropiga@gmail.com
Jonathan Avilés	México	mvzjnaviles@gmail.com
Amado Cabrera	Honduras	cabrera_ayala1@yahoo.com
Javier Armesto	México	javierrevilla1975@gmail.com
Jacob Hernández	Honduras	hernandez.jacob57@yahoo.com
Oscar Manuel Silva Garcia	México	Karin_sgom@hotmail.com
Karen Hernandez	Guatemala	karenjudithhernandez@gmail.com
Miguel Antonio Miranda Vado	Nicaragua	miravado@yahoo.com
Axel Godoy	Guatemala	axlgodoy@gmail.com

Anexo 2. Registro webinario microbiología ruminal y emisiones de GEI

Nombres	Correo electrónico
Aarón Molho	aamolho@gmail.com
Alejandra Marin Gomez	alejamaringomez@gmail.com
Alejandro Duran	aleks_duran@hotmail.com
Alejandro Saborio Montero	alesabor@gmail.com
Alfredo Guillén	alfredojguillen@gmail.com
Alis Teresa Marquez Araque	amarq610@hotmail.com
Ana Pinto	anarebecapinto@gmail.com
Anabella Lozza	anabellalozza@gmail.com
Anderson Maxwell Cubas Delgado	anderson.maxwell.cd@gmail.com
Andrea Lema Aguirre	andrealema2206@hotmail.com
Andres Jenkins	ajgamez93@gmail.com
Angel Hernandez	angel.hernandezf@usac.edu.gt
Aníbal Pérez	anibalperez78@hotmail.com
Antonio Riveros	raul.antonio.riveros@gmail.com
Armando Soto	armando_soto_ordaz@hotmail.com
Ashly Arevalo	a.arevalo@cgiar.org
Brya Alberto Alguilera Saldaña	baguilerasaldana@ina.ac.cr
Carlos Moscoso	moscosodiaz@gmail.com
Carlos Saavedra	Uprocas@hotmail.es
Cesar Camey	enriquelopez_1993@hotmail.com
Chrystian Sosa	c.sosaarango1@nuigalway.ie
Claudia Arndt	claudia.arndt@catie.ac.cr
Claudia Benitez	btz.clau@gmail.com
Claudia Cecilia Marquez Mota	claudia.qa@gmail.com
Cristian Despósito	cristiandesposito@gmail.com
Cristina Villalba	Villacris11@hotmail.com
Cristobal Villanueva	cvillanu@catie.ac.cr
Daniel Poroma	dporoma.catie@gmail.com
Daniel Bartolome	vetdjb@hotmail.com
Daniel Villegas	d.m.villegas@cgiar.org
Daniela Ortiz	danielaortizlp@gmail.com
Delio Rodriguez Ch	innovacionganadera72@gmail.com
Edgar Martinez	tambitoedgar@yahoo.com

Nombres	Correo electrónico
Edgardo Santos	edgardo1235santos@gmail.com
Edward H. León Ccaico	edward.leon@natuperu.com
Elia Ines Hernandez	ines.hernandez@pronatura.org.mx
Eliane Vieira	vieiraeliane@yahoo.com.br
Emerson	emflo2001@gmail.com
Emilio Ungerfeld	emilio.ungerfeld@inia.cl
Erick Sandoval	ericks@uca.edu.ni
Eunice Vargas	eunicevargas@pronatura.org.mx
Everardo Fosado Ibarra	evefosaiba_07@hotmail.com
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - USAC	avirtual.fmvz@usac.edu.gt
Fátima Camiletti	fatimacamiletti@hotmail.com
Felipe San Martin	fsanmartinh@unmsm.edu.pe
Florencia Garcia	fgarcia@agro.unc.edu.ar
Francisco Alejandro Castrejón-Pineda	fcp@unam.mx
Francisco Franco	fefranco90@gmail.com
Francisco García Cruz	fjgcruz@gmail.com
Fredy Argotty	fargotty@gmail.com
Fritz Trillo Zárate	ftrillo@lamolina.edu.pe
Gabrieala Chaves	gchavess@catie.ac.cr
Gabriela Casarotto Daniel	gabrieladaniel@hotmail.com
Gabriela Silva	gabriela.sil13@gmail.com
Gerardo Araya	gerardo.araya@catie.ac.cr
German Guzman	german.guzman@conanp.gob.mx
Gilman Pulgar Cstro	gilpc_031287@hotmail.com
Gisselle Chavarria Criz	chgisselle@gmail.com
Gloriana Castillo	gloriana.castillo.badilla@una.cr
Guillermo Jimenez-Ferrer	gjimenez@ecosur.mx
Hayden Montgomery	hayden.montgomery@globalreseaerchalliance.org
Hector Eduardo Perez	perez.hector@inta.gob.ar
Héctor Mario Andrade-Montemayor	andrademontemayor@gmail.com
Héctor Mario Jiménez Garcia	ganaderia_montanitas@hotmail.com
Hugo Vargas	hvarba@gmail.com
Irana Matute	iranamatute@hotmail.com
Irving Tellez	itellez@yahoo.es
Isabel	hyzavell26@gmail.com
Issel Solorzano	isselsolorzano@gmail.com
Jaime Alvarez	jaime.alvarezc@unilibre.edu.co
Jaime Espinosa	jaet78@gmail.com
Jazmin Maravi Loyola	jazhli_1510@hotmail.com
Jeimmy Suarez	Jeimmy.Suarez@ed.ac.uk

Nombres	Correo electrónico
Jennifer Solis	jennifer.solis@catie.ac.cr
Jerson Quevedo	jerson.quevedo@gmail.com
jesler alvarenga	jesleralvarenga@hotmail.com
Jhon Gutiérrez	j.f.gutierrez@cgiar.org
Jimny Nuñez	jimny_unalm@hotmail.com
joaquin caridad del rosario	jcaridadr@gmail.com
Johan Chavarro	chavarrojhoan@gmail.com
Jorge Bonilla	bonilla.jorge@inifap.gob.mx
Jorge MARTINEZ FERRER	martinez.ferrer@inta.gob.ar
Jorge Villarreal	jhvrv@hotmail.com
José Antonio Jiménez Trujillo	joseanji@catie.ac.cr
José Antonio Viayra	antonio.viayra@fiprodefo.org.mx
jose Arias	jose_08castellanos@hotmail.com
José Armando Alayón-Gamboa	jalayon@ecosur.mx
Jose Hernandez	joseduhg@gmail.com
José Palma	palma@ucol.mx
Jose Rubi	hernanrubi@gmail.com
Jose Sotelo	sotelojos@gmail.com
Juan Betanzos	juan.betanzos@catie.ac.cr
Juan Elmer Moscoso Muñoz	leontkd@gmail.com
Juan Londoño	kewns@misena.edu.co
Juan Rojas-Sossa	rojasju2@msu.edu
Judith Imbago	judithpao7@outlook.es
Julian Rivera	jerivera@fun.cipav.org.co
Julieta Mariotta	jmariotta@inia.org.uy
Karen Hernández	karenjudithhernandez@gmail.com
Karina Hernandez	Karina.Hernandez@catie.ac.cr
Karla Mena	kmena@mag.go.cr
Kenneth Royo	kennethroyo@hotmail.com
Laura Gómez Patiño	17laurigomez@gmail.com
Lili Liliana	Tec.mmli@gmail.com
Lismar Ramirez	ramirezlismar@gmail.com
Lorena Quintero Jimenez	lore_qj_93@hotmail.com
Lourdes Lamadrid	lourdes.lamadrid@iica.int
Luis Corona	gochi@unam.mx
Luis Eduardo Arias Chávez	arias.luiseduardo@inifap.gob.mx
Luis Girarld	lagirald@unal.edu.co
Lusmila Herrera	reddmas@fiprodefo.org.mx
Manuel Silva	msilva539.ms@gmail.com
María Eugenia Vargas Camacho	maguxr18@gmail.com

Nombres	Correo electrónico
Maria Nury Toro	mnurytoro@yahoo.com.mx
María paz Tieri	mpaztieri@gmail.com
María Verónica Bianco	bianco.maria@inta.gob.ar
Mariana Chavarria	Mariana-chavarria@hotmail.com
Mariana Muñoz	mariana412@gmail.com
Martha Escalante	martha.escalante@iica.int
Mauricio Gaitan	mjagaitan@gmail.com
Medardo Diaz Cespedes	Medardo.diaz@unas.edu.pe
Melissa Fosado	melissa.fosado@gmail.com
Melvin Mejia Castro	mejiamelvin82@gmail.com
Miguel Antonio Miranda Vado	miravado@yahoo.com
Moisés Fosado	moifo_96_@hotmail.com
neil brautigam	ndbrautigam@gmail.com
Ney Rios	neyrira@gmail.com
Odvin Cardona	odvincardona@gmail.com
Olga liliana Garrido ortiz	lyly_130792@hotmail.com
Oriel Mamani	olabra7@hotmail.com
Oscar De La Rosa	delarosa100@gmail.com
Oscar Gonzalez Recio	ogrecio@gmail.com
Oscar Montero	oscar-montmora@hotmail.es
Oswaldo Hernandez	Oswaldo_nicaragua@yahoo.es
Pablo Chacon	pablo.chacon@catie.ac.cr
Pablo Zunino	pmzunino@gmail.com
Patricia Estupiñan	pat_espal@hotmail.com
Paul Escobar	paul.escobar@inia.cl
Pedro Cisneros Saguilan	granpeter65@hotmail.com
Rafael Robles	rrobles@catie.ac.cr
Rafael Garrido	vgra_70@hotmail.com
Ramon Pacheco	jrpachecoar@conacyt.mx
Ricardo González	ricardo.gonzalezq@udea.edu.co
Ridder Somarriba	ridder.somarriba@ev.unanleon.edu.ni
Robert Erreis	Robert.erreis@gmail.com
Roberto Quiroz	roberto.quiroz@catie.ac.cr
Roberto Rubio	rubio@vet.unicen.edu.ar
Roger Sánchez	asdrubaljuniorsd@gmail.com
Ronald Javier Huete Rivera	rhuete93@hotmail.com
Ronald Vega	ronald@bionutrixcostarica.com
Roselia Ramirez	ramirez.rrd@gmail.com
Ruth Rivas	orcinus4967@gmail.com
Ryder Fernandez	ryderfe@gmail.com

Nombres	Correo electrónico
Sandra Durango	S.durango@cgiar.org
Sara Hube	sara.hube@inia.cl
sara valencia	saraudea@gmail.com
Sayda Castillo	castillo_martinez12@hotmail.com
Seki Cinco Martinez	seki.seder@hotmail.com
Sergio Hernandez	hernandez_sergio@usac.edu.gt
Ulises Martínez	ulises.agroforesteria@gmail.com
Usac	angel.hernandezf@usac.edu.gt
Valéria Ana Corvalã dos Santos	valeria.corvala@usp.br
Veronica Charlon	charlon.veronica@inta.gob.ar
Veronica Ciganda	vciganda@inia.org.uy
Victor Lopera	loperavictor@gmail.com
Victor Vélez	vvelezm@unmsm.edu.pe
Wilson Barragan	Wilsonbarragan@gmail.com
xiomara gaviria	xiomygaviria@gmail.com
Yader Mercado	yader.mercado@catie.ac.cr
Yaneth Alvarado	alvaradocallejas2001@gmail.com
Yanett Tomase	yanettomase@hotmail.com
Yasser bolaños	gabrieldejesusbolanosnavarrete@gmail.com
Zoraida Linares	mar09car12@hotmail.com

Participantes webinar 2

Nombre	Email	Pais
Alejandro Saborio Montero	alesabor@gmail.com	Spain
Alejandro Duran	aleks_duran@hotmail.com	Mexico
Alfredo Guilllén	alfredojguillen@gmail.com	Venezuela
Alis Teresa Marquez	amarq610@hotmail.com	Venezuela
Ana Pinto	anarebecapinto@gmail.com	Venezuela
Anabella Lozza	anabellalozza@gmail.com	Argentina
Anderson Maxwell Cubas Dlegado	anderson.maxwell.cd@gmail.com	Peru
Andrea Lema Aguirre	andrealema2206@hotmail.com	Ecuador
Antonio Riveros	raul.antonio.riveros@gmail.com	Mexico
Bryan Alberto Aguilera Saldaña	baguilerasaldana@ina.ac.cr	Costa Rica
Chrystian Sosa	c.sosaarango1@nuigalway.ie	Ireland
Claudia Benitez	btz.clau@gmail.com	Mexico
Claudia Arndt	claudia.arndt@catie.ac.cr	Costa Rica
Claudia Cecilia Marquez Mota	claudia.qa@gmail.com	Mexico
David Pacheco	david.pacheco@agresearch.co.nz	Nueva Zelanda
Delio Rodriguez	innovacionganadera72@gmail.com	Nicaragua

Nombre	Email	Pais
Edgar Martinez	tambitoedgar@yahoo.com	United States
Edward H. León Caico	edward.leon@natuperu.com	Peru
Emilio Ungerfeld	emilio.ungerfeld@inia.cl	United States
Erick Sandoval	ericks@uca.edu.ni	Nicaragua
Everardo Fosado Ibarra	evefosaiba_07@hotmail.com	Mexico
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - USAC	avirtual.fmvz@usac.edu.gt	Guatemala
Fátima Camiletti	fatimacamiletti@hotmail.com	Argentina
Florencia Garcia	fgarcia@agro.unc.edu.ar	Chile
Francisco	fjgcruz@gmail.com	Costa Rica
Francisco Franco	fefranco90@gmail.com	Peru
Francisco Casasola	fcasasol@catie.ac.cr	Costa Rica
Gabriela Chaves	gchavess@catie.ac.cr	Costa Rica
Gisselle Chavarria Criz	chgisselle@gmail.com	Costa Rica
Gloriana Castillo	gloriana.castillo.badilla@una.cr	Costa Rica
Hayden Montgomery	hayden.montgomery@globalreseaerchalliance.org	New Zealand
Héctor Mario Jiménez Garcia	ganaderia_montanitas@hotmail.com	Mexico
Hugo Vargas	hvarba@gmail.com	Guatemala
Isabel	hyzavell26@gmail.com	United Kingdom
Issel Solorzano	isselsolorzano@gmail.com	Nicaragua
Jaime Alvarez	jaime.alvarezc@unilibre.edu.co	Colombia
Jennifer Solis	jennifer.solis@catie.ac.cr	Costa Rica
Jerson Quevedo	jerson.quevedo@gmail.com	Guatemala
Jfguitierrez	j.f.gutierrez@cgiar.org	Colombia
Johan Chavarro	chavarrojhoan@gmail.com	Costa Rica
Jorge Bonilla	bonilla.jorge@inifap.gob.mx	Mexico
Jorge Villareal	jhvrv@hotmail.com	Mexico
Jorge Martinez Ferrer	martinez.ferrer@inta.gob.ar	United Kingdom
jose Arias	jose_08castellanos@hotmail.com	Mexico
Jose Sotelo	sotelojos@gmail.com	Uruguay
Jose Antonio Viayra	antonio.viayra@fiprodefo.org.mx	Mexico
José Armando Alayon Gamboa	jalayon@ecosur.mx	United States
Juan Rojas Sossa	rojasju2@msu.edu	United States
Juan Londoño	kewns@misena.edu.co	Colombia
Juan Eduardo Betanzos Simon	juan.betanzos@catie.ac.cr	Costa Rica
Juan Elmer Moscoso Muñoz	leontkd@gmail.com	Peru
Juana Galindo Blanco	juanaluzgblanco@gmail.com	
Judith Imbago	judithpao7@outlook.es	United States
Julian Rivera	jerivera@fun.cipav.org.co	Colombia
Lorena Quintero Jimenez	lore_qj_93@hotmail.com	Mexico
Luis Girald	lagirald@unal.edu.co	Colombia

Nombre	Email	Pais
Luis Corona	gochi@unam.mx	Mexico
Luis Eduardo Arias Chavez	arias.luiseduardo@inifap.gob.mx	Mexico
Lusmila Herrera	reddmas@fiprodefo.org.mx	Mexico
María Eugenia Vargas Camacho	maguxr18@gmail.com	Costa Rica
Maria Nury Toro	mnurytoro@yahoo.com.mx	Guatemala
María paz Tieri	mpaztieri@gmail.com	Argentina
María Verónica Bianco	bianco.maria@inta.gob.ar	Argentina
Martha Escalante	martha.escalante@iica.int	Mexico
Mauricio Gaitan	mjagaitan@gmail.com	Nicaragua
Medardo Diaz Cespedes	Medardo.diaz@unas.edu.pe	Peru
Melissa Fosado	melissa.fosado@gmail.com	Mexico
Moisés Fosado Ibarra	moifo_96_@hotmail.com	United States
Neil Brautigam	ndbrautigam@gmail.com	United States
Odvin Cardona	odvincardona@gmail.com	Guatemala
Oscar De La Rosa	delarosa100@gmail.com	Venezuela
Oscar Montero	oscar-montmora@hotmail.es	Costa Rica
Oswaldo Hernandez	Oswaldo_nicaragua@yahoo.es	Nicaragua
Pablo Chacon	pablo.chacon@catie.ac.cr	Guatemala
Pedro Cisneros Saguilan	granpeter65@hotmail.com	Mexico
Ramirez Lismar	ramirezlismar@gmail.com	Venezuela
Ridder Somarriba	ridder.somarriba@ev.unanleon.edu.ni	United States
Roberto Quiroz	roberto.quiroz@catie.ac.cr	Peru
Roger Sanchez	asdrubaljuniorsd@gmail.com	Guatemala
Ronald Vega	ronald@bionutrixcostarica.com	Costa Rica
Roselia Rmirez	ramirez.rrd@gmail.com	Mexico
Ruth Rivas	orcinus4967@gmail.com	Mexico
Ryder Fernandez	ryderfe@gmail.com	Costa Rica
Sayda Castillo	castillo_martinez12@hotmail.com	Nicaragua
Seki Cinco Matinez	seki.seder@hotmail.com	Mexico
Usac	angel.hernandezf@usac.edu.gt	Guatemala
Veronica Ciganda	vciganda@inia.org.uy	Uruguay
Victor Velez	vvelezm@unmsm.edu.pe	Peru
Wilson Barragan	Wilsonbarragan@gmail.com	Colombia
Yasser Bolaños	gabrieldejesusbolanosnavarrete@gmail.com	Nicaragua
Zoraida Linares	mar09car12@hotmail.com	Venezuela

Anexo 3. Importancia de las emisiones de N_20 en los sistemas de producción ganadero que promueven la intensificación sostenible de la ganadería

No	Nombre	Correo electrónico
1	Jacob Hernández	hernandez.jacob57@yahoo.com
2	Paula Toro	pmtoro@uc.cl
3	Rafael Garrido	vgra_70@hotmail.com
4	Silvia Gabriela de Leon Santos	silvia.gabrieladls@gmail.com
5	Mariana Chavarria Azofeifa	mariana-chavarria@hotmail.com
6	Jose Castro	movjlc@yahoo.com
7	Gisselle Chavarria Cruz	chgisselle@gmail.com
8	Juan Betanzos	juan.betanzos@catie.ac.cr
9	Mauricio Gaitan	mjagaitan@gmail.com
10	Hector Mario Andrade Montemayor	andrademontemayor@gmail.com
11	Federico Sanchez Chopa	fsanchez@vet.unicen.edu.ar
12	Sayda Castillo	castillo_martinez12@hotmail.com
13	Lili Liliana	Tec.mmli@gmail.com
14	Ronald Huete	rhuete93@hotmail.com
15	Roberto Rubio	Rubio@vet.unicen.edu.ar
16	Oscar De la Rosa	delarosa100@gmail.com
17	Ingrid Ortiz	ingrid.lopez226@gmail.com
18	Nestor Sabad Morales Lazo	nestorm64@yahoo.com
19	Juan Carlos Galeano	jcgaleano7@gmail.com
20	Zoraida Linares	mar09car12@hotmail.com
21	Luis Corona	gochi@unam.mx
22	Karen Williams	karenw@vet.unicen.edu.ar
23	Sandra Durango	s.durango@cgiar.org
24	Apolinar Benecio Juarez	apolinar.benicio@jal.sagarpa.gob.mx
25	Lady Cisneros	lady.cisneros@est.zamorano.edu
26	Martin Alejandro Mena Urbina	m.a.mena@cgiar.org
27	María del Carmen Ferragine	ferragine@vet.unicen.edu.ar
28	Dina Cruz	c.dina83@yahoo.com
29	Medardo Antonio Díaz Cespedes	Medardo.diaz@unas.edu.pe
30	Walter Oyhantcabal	woyhantcabal@gmail.com
31	Jacobo Arango	j.arango@cgiar.org
32	Juan Vargas	jvargasm@agrosavia.co
33	Julio Cesar Rodriguez	jcrod@guayacan.uson.mx
34	Alfredo Guillén	alfredojguillen@gmail.com
35	Ricardo Gonzales	ricardo.gonzalezq@udea.edu.co

No	Nombre	Correo electrónico
36	Josue Flores	Jmflores@unah.edu.hn
37	Pamela Sangoluisa	pamela.sangoluisarodriguez@fao.org
38	Nury Toro	mnurytoro@yahoo.com.mx
39	Miguel Antonio Miranda Vado	miravado@yahoo.com
40	Rosana Ferrati	rosana.m.ferrati@gmail.com
41	José Palma	palma@ucol.mx
42	Edgar Martinez	tambitoedgar@yahoo.com
43	Johnny Montenegro	jmontenegro@imn.ac.cr
44	Dulcinea	maria.salas@catie.ac.cr
45	Sheila Gamarra Agama	shila.gamarra@gmail.com
46	Alfonso Giraldo	lagirald@unal.edu.co
47	Francisco García	fjgcruz@gmail.com
48	Joel Salcedo Ponce	jsalcedo51@hotmail.com
49	Diego Tobar	detobar@gmail.com
50	Alenzy Chávez	alenzy.chavez@catie.ac.cr
51	Karen Hernández	karenjudithhernandez@gmail.com
52	Patricia Celia Mendoza	20111389@lamolina.edu.pe
53	Leonardo Gutierrez	lgutsan@gmail.com
54	Jorge Segura	jorgeseguraguzman@gmail.com
55	Fredy Garcia	fgarcia@inab.gob.gt
56	Maria Aguilar	dulce.aguilar@wur.nl
57	Marvin Solano	marvin.solanolopez@ucr.ac.cr
58	Argerie Cruz Mendez	acruz@inta.go.cr
59	Cristina Chinchilla Soto	cristina.chinchilla@ucr.ac.cr
60	Sandra H. Potosme	sandra.hernandez@catie.ac.cr
61	Olga Liliana Garrido Ortiz	LYLY_130792@HOTMAIL.COM
62	Marcos Reyes	marcos.reyes@catie.ac.cr
63	Natalia Montoya	natalia.montoya@catie.ac.cr
64	María Coronado	nhila_bj@hotmail.com
65	Fernando Saucedo	fdosaucedo@gmail.com
66	Lismar Ramirez	RAMIREZLISMAR@GMAIL.COM
67	Armando Rivera	armando.riveramoncada@fao.org
68	Ramiro Perez	Directorejecutivo@asodel.com
69	Lorena Vivas	lorena.vivasrios@gmail.com
70	Kazandra Barreto	kazmalu@gmail.com
71	Francisco Salazar	fsalazar@inia.cl
72	Stephanie Serrano	tesscocolittle@gmail.com
73	Carolina Alvarez	alvarez.carolina@inta.gob.ar
74	Doris Chalampuente	doris_ch1@hotmail.com
75	Margarita Nieto	margarita.nieto@tnc.org

No	Nombre	Correo electrónico
76	Banira Lombardi	baniralombardi@gmail.com
77	Fabio Vasquez Lopez	facevalo@gmail.com
78	Isis Chavez	isis.chavez@catie.ac.cr
79	Jose González	jgonzalez@mag.go.cr
81	Alis Teresa Marquez Araque	amarq610@hotmail.com
82	Alexis Marques	afmarquesu@gmail.com
83	Gregoria Medina	gregoriam2006@yahoo.es
84	Elvia Elias	l.elias@fundaeco.org.gt
85	Pablo Chacón	pablo.chacon@catie.ac.cr
86	Ignacio Velez	ivelez@tns.org
87	Dalma Dominguez	dalmatha1@gmail.com
88	Patricia Márquez	pmarquezleon@gmail.com
89	Claudia Valenzuela	claudiavalenz@gmail.com
90	Gabriel Paolo Gamboa Ochoa	gabogamboa@gmail.com
91	Sofia Pira	Sofipira@outlook.com
92	Wilson Barragán	wilsonbarragan@gmail.com
93	Ronny	ronny.barboza@gmail.com
94	Julian Rivera	jerivera@fun.cipav.org.co
95	José Hernández	joseduhg@gmail.com
96	Alfredo Apaza	aapaza@serfor.gob.pe
97	Héctor Fabio Messa Arboleda	hmessa@catie.ac.cr
98	Julia Rios	juliariosmohar@gmail.com
99	Cristobal Villanueva	cvillanu@catie.ac.cr
100	Irene Farrow	irene.farrow@tnc.org
101	Araceli Guitierrez	agutierrez@funprojal.org.mx
102	Fernanda Vázquez	mvz.mafervazquez@gmail.com
103	Robin Pacheco	robinpacheco01@gmail.com
104	Luis Ortega	luis.ortega@sagarpa.gob.mx
105	Natalia Gutierrez Beltrán	nataud@gmail.com
106	Josmarlyn Diaz	josmarlyndiaz11@gmail.com
107	Alejandro Durán	aleks_duran@hotmail.com
108	Danilo Pezo	Danilo.Pezo@catie.ac.cr
109	Aníbal Pérez Sabando	anibalperez78@hotmail.com
110	jose Arias	jose_08castellanos@hotmail.com
111	Rocio Yaneth Garzon Martinez	rociyagama@gmail.com
112	Kelyn Requejo	kelynrt@gmail.com
113	Robert Erreis	Robert.erreis@gmail.com
114	Neil Brautigam	ndbrautigam@gmail.com
115	Fernando Saucedo	fernando.saucedorabago@danone.com
116	Ezequiel Jesús Teran	ezequiel.j.teran@gmail.com

No	Nombre	Correo electrónico
117	Anacani Madrid	anacanimadrid@gmail.com
118	Georgina Garcia Vásquez	gingmaxh@gmail.com
119	Sandra Gomar	drasandrag@yahoo.com
120	Sara Stephanie Valencia Salazar	saraudea@gmail.com
121	Gabriela Lopez Damian	gabriela.lopez@fiprodefo.org.mx
122	Luisa Trujillo	fridatc@hotmail.com
123	Wilmer Bernal	Wilmer.bernal@untrm.edu.pe
124	María Verónica Bianco	bianco.maria@inta.gob.ar
125	Lizardo Fernendez Castillo	Lifeca2000@hotmail.com
126	Antonio de la Cruz	cruxtitla@yahoo.com
127	Marcos Lopez	mlopez270457@gmail.com
128	Luis Eduardo Arias Chávez	arias.luiseduardo@inifap.gob.mx
129	Alberto Jorge Galindo	jorgemvzmx@hotmail.com
130	Manuela Acevedo	manuelaacevedoc@gmail.com
131	Juan Pablo Rojas Sossa	rojasju2@msu.edu
132	José Gómez	josegomezbilbao@gmail.com

Participantes webinar 3

No.	Nombre	País	Correo electrónico
1	Mariana Chavarria Azofeifa	Costa Rica	mariana-chavarria@hotmail.com
2	Juan Betanzos	México	juan.betanzos@catie.ac.cr
3	Ronald Huete	Costa Rica	rhuete93@hotmail.com
4	Oscar De la Rosa	Venezuela	delarosa100@gmail.com
5	Luis Corona	México	gochi@unam.mx
6	Martin Alejandro Mena Urbina	Nicaragua	m.a.mena@cgiar.org
7	Walter Oyhantcabal	Uruguay	woyhantcabal@gmail.com
8	Ricardo Gonzales	Denmark	ricardo.gonzalezq@udea.edu.co
9	Pamela Sangoluisa	Ecuador	pamela.sangoluisarodriguez@fao.org
10	Nury Toro	Guatemala	mnurytoro@yahoo.com.mx
11	José Palma	México	palma@ucol.mx
12	Edgar Martinez	Guatemala	tambitoedgar@yahoo.com
13	Johnny Montenegro	Costa Rica	jmontenegro@imn.ac.cr
14	Sheila Gamarra Agama	Perú	shila.gamarra@gmail.com
15	Alfonso Giraldo	Colombia	lagirald@unal.edu.co
16	Francisco García	Costa Rica	fjgcruz@gmail.com
17	Diego Tobar	España	detobar@gmail.com
18	Alenzy Chávez	México	alenzy.chavez@catie.ac.cr
19	Leonardo Gutierrez	Costa Rica	lgutsan@gmail.com
20	Fredy Garcia	Guatemala	fgarcia@inab.gob.gt
21	Maria Aguilar	México	dulce.aguilar@wur.nl

No.	Nombre	País	Correo electrónico
22	Marvin Solano	Costa Rica	marvin.solanolopez@ucr.ac.cr
23	Sandra H. Potosme	Costa Rica	sandra.hernandez@catie.ac.cr
24	Fernando Saucedo	México	fdosaucedo@gmail.com
25	Lorena Vivas	Venezuela	lorena.vivasrios@gmail.com
26	Kazandra Barreto	Venezuela	kazmalu@gmail.com
27	Francisco Salazar	Chile	fsalazar@inia.cl
28	Carolina Alvarez	Argentina	alvarez.carolina@inta.gob.ar
29	Alis Teresa Marquez Araque	Venezuela	amarq610@hotmail.com
30	Alexis Marques	Venezuela	afmarquesu@gmail.com
31	Elvia Elias	Guatemala	l.elias@fundaeco.org.gt
32	Dalma Dominguez	United States	dalmatha1@gmail.com
33	Gabriel Paolo Gamboa Ochoa	Guatemala	gabogamboa@gmail.com
34	Sofia Pira	Guatemala	Sofipira@outlook.com
35	Ronny	Costa Rica	ronny.barboza@gmail.com
36	Héctor Fabio Messa Arboleda	México	hmessa@catie.ac.cr
37	Cristobal Villanueva	Costa Rica	cvillanu@catie.ac.cr
38	Neil Brautigam	United States	ndbrautigam@gmail.com
39	Fernando Saucedo	México	fernando.saucedorabago@danone.com
40	Ezequiel Jesús Teran	Argentina	ezequiel.j.teran@gmail.com
41	Antonio de la Cruz	México	cruxtitla@yahoo.com

Anexo 4. Regristro de participantes en webinar: Experiencias en América Latina y el Caribe sobre las buenas prácticas ganaderas que promueven la intensificación de la ganadería sostenible

No	Nombre	Correo electrónico
1	Beatriz Cabrales	Cabralesb@live.com.mx
2	Mónica Ramirez Mella	monicara@colpos.mx
3	Ridder Somarriba	rast_beto@hotmail.com
4	Alejandro Chavarria	Alejandro.chavarria@catie.ac.cr
5	Dayana Ordoñez	bonillaordonezdayana@gmail.com
6	Kamila Cely	Kamicepe@gmail.com
7	Karen Hernandez	karenjudithhernandez@gmail.com
8	Edelmira Alcántara	aly6sep2014@gmail.com
9	Claudia Sepúlveda	csepul@catie.ac.cr
10	Alfredo Guillén	alfredojguillen@gmail.com
11	José Vilanueva	villanueva.francisco@inifap.gob.mx
12	Cristian Henao	cristian.henao1996@gmail.com
13	Lilian Valenzuela	lilianvalenzuela55@gmail.com
14	Sandra Durango	s.durango@cgiar.org
15	Olga Liliana Garrido Ortina	lyly_130792@hotmail.com
16	Luis Larrazabal	raymondiez@yahoo.com

No	Nombre	Correo electrónico
17	Edwin Rodríguez	iamfreeforchisas@hotmail.com
18	Lorena Vivas Rios	lorena.vivasrios@gmail.com
19	Abad Conde	edgar.conde@catie.ac.cr
20	Issel Solorzano	isselsolorzano@gmail.com
21	Andrea Navas	anavas@defensores.org.gt
22	Hugo Ucelo	Armando24ucelo@gmail.com
23	Jasvin Téllez	Jasvin789@hotmail.com
24	Julio López Payés	jlopez@catie.ac.cr
25	Sayda Castillo	castillo_martinez12@hotmail.com
26	Marco Martinez Pichardo	marco.medvet@yahoo.es
27	Pablo Chacon	pablo.chacon@catie.ac.cr
28	Ivanity Diaz	IVANITY1998@gmail.com
29	Christian Herrera	christian.herrara@catie.ac.cr
30	Silvia Gabriela De León Santos	silvia.gabrieladls@gmail.com
31	Mynor Chén	mainorchen07@gmail.com
32	Carlos del Valle	delvam08@gmail.con
33	Aníbal Eduardo Pérez Sabando	anibalperez78@hotmail.com
34	Victor Hugo Rodriguez	victor.rodriguez@catie.ac.cr
35	Elmer Eli Hernández Hernández	elmerher1995.79@gmail.com
36	Armando Zapata	Zapataa178@gmail.com
37	Roselia Ramirez	ramirez.rrd@gmail.com
38	Jose de Jesus Arias	jose_08castellanos@hotmail.com
39	Juan Diaz	jcdiazcon@gmail.com
40	Eliane Vietra	vieiraeliane@yahoo.com.br
41	Oswaldo Hernandez Roduiguez	oswaldo_nicaragua@yahoo.es
42	Karla Cabañas	karlagaaby@gmail.com
43	Marco Banegas	marco.banegas@heifer.org
44	Frida Arriaga	frida.arriaga@undp.org
45	Lester Rocha	lesterrocha@hotmail.com
46	Keny Mirales	Kenymorales24@gmail.com
47	Carlos Vazquez	cvasquez@catie.ac.cr
48	Pamela Sangoluisa	pamela.sangoluisarodriguez@fao.org
49	Xinia Soto	xiniasoto@yahoo.com
50	Miguel Antonio Miranda Vado	miravado@yahoo.com
51	Francisco Barahona	franciscobarahonamontalvan@yahoo.es
52	Juan David C.	kewns@misena.edu.co
53	Lili Liliana	Tec.mmli@gmail.com
54	leonel Barrios	lhbarriosesc@gmail.com
55	Medardo Antonio Díaz Céspedes	Medardo.diaz@unas.edu.pe
56	Hector Mario Andrade Montemayor	andrademontemayor@gmail.com

No	Nombre	Correo electrónico
57	Jesús Agudo	jfraag@gmail.com
58	Laura Meza	laura.meza@iica.int
59	Sonia Ospina	sospina@agrosavia.co
60	Luis Villalobos	luis.villalobosvillalobos@ucr.ac.cr
61	Cristian Despósito	cristiandesposito@gmail.com
62	Katerine Guevara	guevaramkaterine99@gmail.com
63	Galindo Jorge	jorgemvzmx@hotmail.com
64	EusebioTomas	Tomaseusebio.et@gmail.com
65	Joser Mario Cardenas	josemcard8@hotmail.com
66	Eunice Vargas	eunicevargas@pronatura.org.mx
67	Carlos G. Murillo	cmurillo@earth.ac.cr
68	Sergio Palacios	spala98303351@gmail.com
69	Luis Corona	gochi@unam.mx
70	Felicia Granados	felicia.granados@catie.ac.cr
71	Lilli Elias	l.elias@fundaeco.org.gt
72	Maria Paz	mpaztieri@gmail.com
73	Carlos Alcerreca	alcerreca@biocenosis.org.mx
74	Alvaro Diaz	valio_diaz@yahoo.com
75	Diana Chica Sepulveda	dmchica@gmail.com
76	Juan Benavides	jkbenavides@gmail.com
77	María y Ruben	marutre@hotmail.com
78	Maria Alatriste	maria.alatriste@catie.ac.cr
79	Reniery David Castañeda	reniery.david@heifer.org
80	Carlos Salazar	csalazar@proleche.com
81	Fernanda Sandoval	Culichitafs@gmail.com
82	Paula Toro	pmtoro@uc.cl
83	Lessly Dalila Portillo Paiz	dalilaxtillopaiz@gmail.com
84	Carlos del Valle	delvam08@gmail.com
85	Juan Sanchez	JuanCarlos.Sanchez@heifer.org
86	Jose Lima	Miguelitolimar22@gmail.com
87	Teresita de Jesus Castro Castillo	tereca99@gmail.com
88	Maria Aimar	veraimar@agro.unc.edu.ar
89	Noemí Guzmán Narváez	noemiguzman34@gmail.com
90	Claudia Arndt	claudia.arndt@catie.ac.cr
91	Milton Morales	moralesmilton79@yahoo.com
92	Andrés Naranjo	aalpizar@una.cr
93	Hugo Vargas	hvarba@gmail.com
94	Gabriella Portillo	gportilloch@gmail.com
95	María Laura Salvador	laurasalvador@agro.unc.edu.ar
96	Karina Gomez Jurado	karina_gomezj@yahoo.com

No	Nombre	Correo electrónico
97	Alis Teresa Marquez Araque	alism@ucla.edu.ve
98	Robert Brook	robert.brook@catie.ac.cr
99	Robert Erreis	Robert.erreis@gmail.com
100	Gisselle Chavarria Cruz	chgisselle@gmail.com
101	Fabio Vasquez Lopez	facevalo@gmail.com
102	Pilar Leon	pbucheli@corpoica.org.co
103	Luis Miguel Galo Fajardo	luigalo@outlook.com
104	Martha Santana	msantana@agrosavia.co
105	César Sandoval	csandoval@url.edu.gt
106	Walter Oyhantcabal	woyhantcabal@gmail.com
107	Mariella Villavicencio Guerra	mvillavicencio@buin.cl
108	Héctor MarioJiménez Garcia	ganaderia_montanitas@hotmail.com
109	Alejandro González	gonzalezmontes.alejandro@gmail.com
110	Gildardo Palencia	gefrainpalencia@hotmail.com
111	Vesalio Mora	vesamora@catie.ac.cr
112	Lorena Maestra	lmestra@agrosavia.co
113	Loany Vindel	Loany.Vindel@heifer.org
114	Jhon Gutiérrez	j.f.gutierrez@cgiar.org
115	MAG Costa Rica	jsegura@mag.go.cr
116	Tholomeo Cortez	Tholomeo.cortez@catie.ac.cr
117	Veronica Charlon	charlon.veronica@inta.gob.ar
118	Jose Jimenez Castro	jose.jimenez.castro@una.cr
119	Edwin Rodriguez	iamfreeforchisas@hitmail.com
120	Mynor Efrain Garcia Munguia	megarcia092@gmail.com
121	César Fuentes	jcfueno@yahoo.com
122	Rafael Rodriguez	Rafar1003@hotmail.com
123	Fernando Livas	fern90@hotmail.com
124	Mariana Chavarria Azofeifa	mariana-chavarria@hotmail.com
125	Eduardo Domineguez	eduars-199@hotmail.com
126	María Esperanza Cerón Cucchi	ceroncucchi.maria@inta.gob.ar
127	Juan Crisanto Jimenez Castillo	fabarinas@gmail.com
128	Rocio Danica Condor Golec	rocio.condor@fao.org
129	Nury Toro	mnurytoro@yahoo.com.mx
130	Jorge Segura	seguraster@gmail.com
131	Enzo Solari	esolarimusa@gmail.com
132	Byron Jaramillo	byronjarz@hotmail.com
133	Jesús Chiquín	chiquinpecuario@gmail.com
134	David Vásquez	davidvasq1122@gmail.com
135	Francisco Lopez	pacolopez77@yahoo.com
136	Serena Fortuna	serena.fortuna@fao.org

No	Nombre	Correo electrónico
137	Fatima Mnserrat Urbina Cruz	fatima.urbinacruz@gmail.com
138	Mina Palacios	palacios@catie.ac.cr
139	Gerardo Araya	gerardo.araya@catie.ac.cr
140	Escuela de Zootecnia-FMVZ	uprocas@hotmail.es
141	Alfredo Tellez	Alfredotellez1993@gmail.com
142	Angel Burgos	angel.burgos@leyde.hn
143	Florencia Garcia	fgarcia@agro.unc.edu.ar
144	Felipe Garcia	fgarcia@mgap.gub.uy
145	Antonio Lara	alara@mida.gob.pa
146	Pedro Sánchez	pedrom.sancheza@gmail.com
147	Diego Ríos Jaimes	diegorios1010@gmail.com
148	Oscar Luis Cabrera Ochaeta	planesfincamaga2@gmail.con
149	Raquel Leonardo	rleonardo@defensores.org.gt
150	Karen León	k.leon@udla.edu.co
151	Luis Eduardo Arias Chavez	earias600@gmail.com
152	Antonio Viayra	antonio.viayra@fiprodefo.org.mx
153	Mabell Arcos	mabell.arcos0106@gmail.com
154	Cecilia Jones	cecilia.jones@fao.org
155	Zoraida Linares	mar09car12@hotmail.com
156	Andres Jenkins	andres@hotellaquintasarapiqui.com
157	Lismar Ramirez	RAMIREZLISMAR@GMAIL.COM
158	Dayana Bonilla	dayanabonillaordonez@gmail.com
159	Alvaro Cavero	acaverol1@gmail.com
160	Michael Jiménez	jimenezlucero3350@gmail.com
161	Elias Ramirez	ramirezelias05@yahoo.es
162	Claudio Vite	cvitec81@hotmail.com

Participantes webinar 4

No	Nombre	País	Correo electrónico
1	Beatriz Cabrales	México	Cabralesb@live.com.mx
2	Mónica Ramirez Mella	México	monicara@colpos.mx
3	Ridder Somarriba	Nicaragua	rast_beto@hotmail.com
4	Alejandro Chavarria	Costa Rica	Alejandro.chavarria@catie.ac.cr
5	Dayana Ordoñez	Guatemala	bonillaordonezdayana@gmail.com
6	Karen Hernandez	Guatemala	karenjudithhernandez@gmail.com
7	Edelmira Alcántara	Guatemala	aly6sep2014@gmail.com
8	Claudia Sepúlveda	Costa Rica	csepul@catie.ac.cr
9	José Villanueva	México	villanueva.francisco@inifap.gob.mx
10	Sandra Durango	Colombia	s.durango@cgiar.org

No	Nombre	País	Correo electrónico
11	Edwin Rodríguez	Guatemala	iamfreeforchisas@hotmail.com
12	Abad Conde	Costa Rica	edgar.conde@catie.ac.cr
13	Hugo Ucelo	Guatemala	Armando24ucelo@gmail.com
14	Jasvin Téllez	Guatemala	Jasvin789@hotmail.com
15	Julio López Payés	Guatemala	jlopez@catie.ac.cr
16	Sayda Castillo	Nicaragua	castillo_martinez12@hotmail.com
17	Pablo Chacon	Francia	pablo.chacon@catie.ac.cr
18	Silvia Gabriela De León Santos	México	silvia.gabrieladls@gmail.com
19	Mynor Chén	Guatemala	mainorchen07@gmail.com
20	Elmer Eli Hernández H	Guatemala	elmerher1995.79@gmail.com
21	Roselia Ramirez	México	ramirez.rrd@gmail.com
22	Juan Diaz	Guatemala	jcdiazcon@gmail.com
23	Oswaldo Hernandez Roduiguez	Nicaragua	oswaldo_nicaragua@yahoo.es
24	Frida Arriaga	México	frida.arriaga@undp.org
25	Lester Rocha	Nicaragua	lesterrocha@hotmail.com
26	Carlos Vazquez	Perú	cvasquez@catie.ac.cr
27	Miguel Antonio Miranda Vado	Nicaragua	miravado@yahoo.com
28	Juan David C.	Colombia	kewns@misena.edu.co
29	leonel Barrios	Guatemala	lhbarriosesc@gmail.com
30	Laura Meza	Costa Rica	laura.meza@iica.int
31	Sonia Ospina	Colombia	sospina@agrosavia.co
32	Katerine Guevara	Guatemala	guevaramkaterine99@gmail.com
33	Galindo Jorge	México	jorgemvzmx@hotmail.com
34	Eunice Vargas	México	eunicevargas@pronatura.org.mx
35	Carlos G. Murillo	Costa Rica	cmurillo@earth.ac.cr
36	Diana Chica Sepulveda	Colombia	dmchica@gmail.com
37	Juan Benavides	Colombia	jkbenavides@gmail.com
38	María y Ruben	Venezuela	marutre@hotmail.com
39	Carlos Salazar	Costa Rica	csalazar@proleche.com
40	Fernanda Sandoval	Guatemala	Culichitafs@gmail.com
41	Carlos del Valle	Guatemala	delvam08@gmail.com
42	Teresita de Jesus Castro Castillo	México	tereca99@gmail.com
43	Maria Aimar	Argentina	veraimar@agro.unc.edu.ar
44	Claudia Arndt	Costa Rica	claudia.arndt@catie.ac.cr
45	Hugo Vargas	Guatemala	hvarba@gmail.com
46	Gabriella Portillo	El Salvador	gportilloch@gmail.com
47	María Laura Salvador	Argentina	laurasalvador@agro.unc.edu.ar
48	Alis Teresa Marquez Araque	Venezuela	alism@ucla.edu.ve
49	Robert Brook	Costa Rica	robert.brook@catie.ac.cr

No	Nombre	País	Correo electrónico
50	Robert Erreis	Ecuador	Robert.erreis@gmail.com
51	Pilar Leon	Colombia	pbucheli@corpoica.org.co
52	Luis Miguel Galo Fajardo	Nicaragua	luigalo@outlook.com
53	Martha Santana	Colombia	msantana@agrosavia.co
54	César Sandoval	Guatemala	csandoval@url.edu.gt
55	Alejandro González	Guatemala	gonzalezmontes.alejandro@gmail.com
56	Gildardo Palencia	Colombia	gefrainpalencia@hotmail.com
57	Jhon Gutiérrez	Colombia	j.f.gutierrez@cgiar.org
58	Tholomeo Cortez	Ecuador	Tholomeo.cortez@catie.ac.cr
59	Veronica Charlon	Argentina	charlon.veronica@inta.gob.ar
60	Jose Jimenez Castro	Costa Rica	jose.jimenez.castro@una.cr
61	César Fuentes	Guatemala	jcfueno@yahoo.com
62	Fernando Livas	México	fern90@hotmail.com
63	María Esperanza Cerón Cucchi	Argentina	ceroncucchi.maria@inta.gob.ar
66	Nury Toro	Guatemala	mnurytoro@yahoo.com.mx
65	Jorge Segura	Costa Rica	seguraster@gmail.com
66	Enzo Solari	Guatemala	esolarimusa@gmail.com
67	David Vásquez	Guatemala	davidvasq1122@gmail.com
68	Francisco Lopez	Guatemala	PACOLOPEZ77@YAHOO.COM
69	Fatima Mnserrat Urbina Cruz	México	fatima.urbinacruz@gmail.com
70	Escuela de Zootecnia-FMVZ	Guatemala	uprocas@hotmail.es
71	Alfredo Tellez	Guatemala	Alfredotellez1993@gmail.com
72	Angel Burgos	Honduras	angel.burgos@leyde.hn
73	Florencia Garcia	Argentina	fgarcia@agro.unc.edu.ar
74	Felipe Garcia	Uruguay	fgarcia@mgap.gub.uy
75	Raquel Leonardo	Guatemala	rleonardo@defensores.org.gt
76	Michael Jiménez	Guatemala	jimenezlucero3350@gmail.com

Anexo 5. Evaluaciones de los cuatro webinarios realizados

Nombre	***De acuerdo (1) en desacuerdo (5)***	***¿Considera usted que la invitación al webinar le llegó con suficiente tiempo de anticipación?***		***¿Usted se encuentra trabajando directamente en el tema de alimentación y nutrición de bovinos?***		***¿Considera que el abordaje de la temática por parte de los penalistas permitió una apropiada comprensión del tema?***		***¿Considera que el tiempo dedicado a cada sesión del webinar fue el apropiado?***		***¿Considera que la temática desarrollada contribuyó con su actualización y/o formación profesional?***		***Considerando los aspectos mencionados en las preguntas anteriores: ¿Cómo calificaría este evento?***		***Desde su punto de vista: ¿Qué aspectos deberían ser considerados para mejorar el desarrollo de los próximos eventos?***
	Respuestas	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs	%	Abs.	%	Abs	%	
Webinario1	1	33	62,26	30	56,60	31	58,49	23	43,40	34	64,15	34	64,15	1. Ampliar el tiempo en la ronda de preguntas
	2	7	13,21	11	20,75	12	22,64	16	30,19	13	24,53	12	22,64	2. Reforzar el aspecto técnico-logístico (energía, señal, audio, etc.)
	3	6	11,32	7	13,21	6	11,32	5	9,43	1	1,89	1	1,89	3. Mejorar el tiempo de espera para iniciar
	4	5	9,43	3	5,66	2	3,77	3	5,66	1	1,89	3	5,66	4. Más tiempo de duración de las ponencias
	5	2	3,77	2	3,77	2	3,77	6	11,32	4	7,55	3	5,66	5. Excelente actividad
	Total encuestados	53	100,00	53	100,00	53	100,00	53	100,00	53	100,00	53	100,00	
Webinario 2	1	21	77,78	9	33,33	15	55,56	15	55,6	19	70,37	20	74,07	1, Que se envie la presentacion o informacion anticipadamente
	2	1	3,70	3	11,11	7	25,93	8	29,6	5	18,52	5	18,52	2. Mayor tiempo para las ponencias y la parte de preguntas
	3	2	7,41	8	29,63	3	11,11	3	11,1	2	7,41	1	3,70	3. Más tiempo para las preguntas
	4	1	3,70	3	11,11	1	3,70	1	3,7	1	3,70	1	3,70	4. Se dé la posibilidad de interacción entre los participantes y los expertos
	5	2	7,41	4	14,81	1	3,70	0	0,0	0	0,00	0	0,00	5. Excelente iniciativa
	Total encuestados	27	100,00	27	100,00	27	100,00	27	100,0	27	100,00	27	100,00	
Webinario 3	1	16	57,14	10	35,71	14	50,00	9	32,14	18	64,29	15	53,57	1. Enviar las informacion o agenda con aticipacion de los puntos a tratar
	2	7	25,00	5	17,86	12	42,86	13	46,43	10	35,71	12	42,86	2. Difundir la invitacion con mayor anticipacion
	3	5	17,86	7	25,00	2	7,14	6	21,43	0	0,00	0	0,00	3. Mayor tiempo de preguntas
	4	0	0,00	1	3,57	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	3,57	4. Gracias por esta oportunidad
	5	0	0,00	5	17,86	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
	Total encuestados	28	100,00	28	100,00	28	100,00	28	100,00	28	100,00	28	100,00	

Anexo 5. Evaluaciones de los cuatro webinarios realizados														
Webinar 4	1	33	78,57	15	35,71	20	47,62	25	59,52	26	61,90	23	54,76	1. Enviar las invitaciones con mayor anticipacion
	2	1	2,38	3	7,14	12	28,57	6	14,29	8	19,05	12	28,57	2.Una mayor difusion de la actividad para llegar a mas sectores
	3	4	9,52	11	26,19	8	19,05	7	16,67	3	7,14	3	7,14	3. Mas tiempo para las preguntas
	4	2	4,76	7	16,67	1	2,38	2	4,76	3	7,14	1	2,38	4. Que se envie la presentacion del tema a tratar anticipadamente
	5	2	4,76	6	14,29	1	2,38	2	4,76	2	4,76	3	7,14	
	Total encuestados	42	100,00	42	100,00	42	100,00	42	100,00	42	100,00	42	100,00	

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 2
Gestión de Conocimiento y Comunicación

Actividad 2.4

Diseño y mantenimiento de una página web sobre el tema

Producto **7**

Construcción del sitio Web de la plataforma

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Unidad de Ganadería Ambiental

-GAMMA-

Leonardo Aguilar, MSI

Costa Rica, agosto 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen ejecutivo 3
2. INTRODUCCIÓN 4
3. Objetivo general 4
4. METODOLOGÍA para la construcción del sitio web de la Plataforma 4
   4.1 REUNIONES DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO 5
   4.2 TRABAJO DE PROGRAMACIÓN DEL SITIO WEB DE LA PLATAFORMA 5
   4.3 CONFIGURACIÓN DEL *HARDWARE Y SOFTWARE* DEL SITIO WEB 6
   4.4 REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDOS 6
5. Micrositio de FONTAGRO 7
6. Webinars 7
7. Vinculación del micrositio de FONTAGRO y el sitio web del CATIE 9
   7.1 VINCULACIÓN ENTRE PLATAFORMAS 9
   7.2 ESTRATEGIA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDO 9
   7.3 FORMULARIO PARA ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE PRÁCTICAS TRADICIONALES, INNOVACIONES ADOPTADAS O EN PROCESO, APLICADAS AL SECTOR GANADERO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 10
8. AJUSTES realizados 11
   8.1 DISEÑO GRÁFICO DEL SITIO WEB PROVISTO POR EL CATIE 11
9. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES 11

ÌNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1. Captura de página principal del sitio Web alojado en el CATIE 4
Ilustración 2. Formulario de registro de participantes de la plataforma 5
Ilustración 3. Formulario de ingreso de publicaciones electrónicas 6
Ilustración 4. Captura de la sección de nuestros expertos 6
Ilustración 5. Captura del micrositio en su fase de construcción 7
Ilustración 6. Captura de la plataforma de ganadería en la sección de webinars 8
Ilustración 7. Captura de la plataforma donde se muestra el formulario de actualización de la base de datos de prácticas 10

1. RESUMEN EJECUTIVO

El sitio Web de la Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería surge como un mecanismo de transferencia de conocimientos, el cual aprovecha las ventajas que otorgan las comunicaciones modernas y el Internet para compartir e intercambiar información sobre experiencias exitosas y otros temas relevantes relacionados con la intensificación sostenible de la ganadería (ISG). Esta plataforma se une a otros esfuerzos como parte de una estrategia regional para la adaptación y mitigación al cambio climático.

La metodología de implementación de esta plataforma se compuso de cuatro actividades principales:

- Reuniones de trabajo y reuniones de seguimiento entre los responsables del CATIE y miembros de la Secretaría Técnica-Administrativa (STA) de FONTAGRO
- Programación y desarrollo de la plataforma tecnológica con base en los requerimientos recolectados en las reuniones de trabajo
- Configuración de *software* y *hardware* del sitio Web
- Revisión y actualización de la información

El micrositio de FONTAGRO se creó y sus diferentes secciones han sido actualizadas con los textos ya revisados por el equipo coordinador de la plataforma. La creación de los dos sitios que están actualmente activos se fundamenta en el hecho de que son plataformas complementarias, las cuales brindan acceso a información y cuentan con elementos dinámicos de bases de datos que permiten una mejor interacción con el usuario final. Actualmente, todos los micrositios de FONTAGRO, por política institucional, cuentan con una estructura similar en cuanto a su contenido. Esto es positivo, ya que todos los sitios guardan uniformidad y se logra mantener la información de los proyectos resguardada bajo una misma plataforma. Sin embargo, la creación del sitio Web ubicado en los servidores del CATIE obedece a la posibilidad de incorporar algunas funcionalidades a la plataforma de ganadería que no están disponibles por defecto en todos los micrositios de FONTAGRO. Por ello, se consideró al sitio Web como un complemento de interactividad para brindar más beneficios.

Uno de los componentes importantes que están presentes en la plataforma son los webinars, los cuales iniciaron con el apoyo del equipo de Tecnología de Información y Comunicación del CATIE, que facilitó las herramientas tecnológicas para implementarlo. Además de las herramientas, el equipo brindó una inducción a las personas involucradas en la logística del evento y se realizó una demostración de cómo utilizar las herramientas. También, se hicieron sesiones de prueba para asegurarse de que el día del evento todo funcionaran sin contratiempos. Se creó un calendario de eventos donde están anunciados estos webinars y dicho calendario está disponible en el sitio Web de la plataforma. Se estableció que las actualizaciones de ambos sitios Web se realicen una vez al mes, mediante una recopilación de información relevante y su incorporación se realiza simultáneamente en ambos sitios.

El sitio Web es una herramienta con mucho potencial y en la medida en la que se incorpore más información tendrá más riqueza de conocimientos, siendo un punto de encuentro para lograr conectar organizaciones públicas y privadas que comparten el interés por la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera y sus cadenas de valor en América Latina y el Caribe. La principal recomendación para el éxito de la plataforma se basa en aumentar las acciones de comunicación que permitan darle una mayor visibilidad y proyección a la plataforma.

2. INTRODUCCIÓN

La plataforma de información es un mecanismo de transferencia de conocimientos, a través del cual se podrá compartir e intercambiar información sobre experiencias exitosas y otros temas relevantes relacionados con la intensificación sostenible de la ganadería (ISG). A continuación, se presenta un detalle del objetivo de la construcción de esta plataforma, así como las principales actividades desarrolladas para su diseño.

El enlace para ingresar al sitio Web de la plataforma es el siguiente: https://livestock.catie.ac.cr

Al ingresar al enlace el sitio Web luce de la siguiente manera. (Imagen 1)

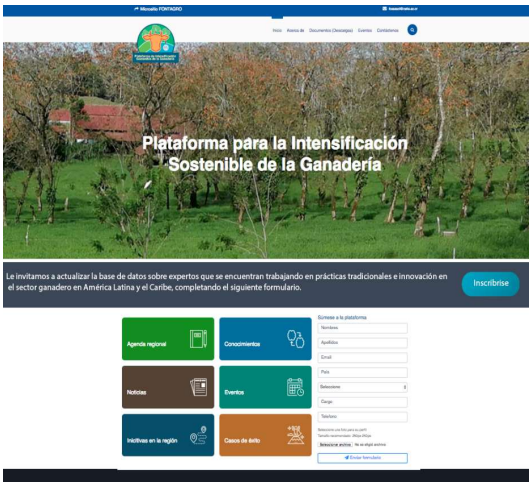


Ilustración 1. Captura de página principal del sitio Web alojado en el CATIE.

3. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una plataforma de información que permita conectar organizaciones públicas y privadas que comparten el interés por la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganaderos y sus cadenas de valor en América Latina y el Caribe (ALC), como parte de una estrategia regional para la adaptación y mitigación al cambio climático.

4. METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SITIO WEB DE LA PLATAFORMA

A continuación, se detallan las principales actividades realizadas de mayo a agosto del 2018 para la construcción del sitio Web de la plataforma.

4.1 REUNIONES DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

Durante dicho período se realizaron tres reuniones de seguimiento entre los responsables del CATIE y los miembros de la Secretaría Técnica-Administrativa (STA) de FONTAGRO. Estas reuniones permitieron analizar el avance y el desarrollo de los productos y plantear los próximos pasos para el diseño del sitio de Internet.

Como primer paso se definieron las acciones para armar el micrositio en la página Web de FONTAGRO, de acuerdo con los lineamientos recibidos. Se brindó la inducción de cómo subir información y actualizar el micrositio y se brindaron los accesos e instructivos para modificarlo.

Después de la creación del micrositio, el CATIE decidió complementar esta acción con la creación de un sitio Web alojado en su propio servidor, el cual permite mantener bases de datos en línea. Posteriormente, se crearon los vínculos entre las dos plataformas y se actualizaron los contenidos en ambos sitios de forma simultánea. Posteriormente, se revisaron los campos a utilizar para la creación de las bases de datos propuestos por los participantes de la plataforma y los documentos electrónicos generados como parte del repositorio de conocimiento del proyecto.

4.2 TRABAJO DE PROGRAMACIÓN DEL SITIO WEB DE LA PLATAFORMA

Como parte de los trabajos se crearon dos bases de datos, una para registrar a los miembros de la plataforma, vinculando esta base con la página principal del sitio, para promover el registro de un formulario tipo "*call to action*", para motivar a las personas a que ingresan al sitio Web a registrarse y formar parte de la plataforma de ganadería (Imagen 2). También, se desarrolló una base de datos con formato de repositorio para registrar las publicaciones y documentos electrónicos generados como parte de la estrategia de gestión del conocimiento del proyecto. El objetivo de esta base de datos es agrupar y recuperar de una forma intuitiva todo el conocimiento generado.

Se creó un formulario en línea para registrar y subir los documentos y se programó un formulario de búsqueda que permite recuperar los documentos de una manera fácil, además de incorporar filtros por categoría para ubicar la información (Imagen 3).

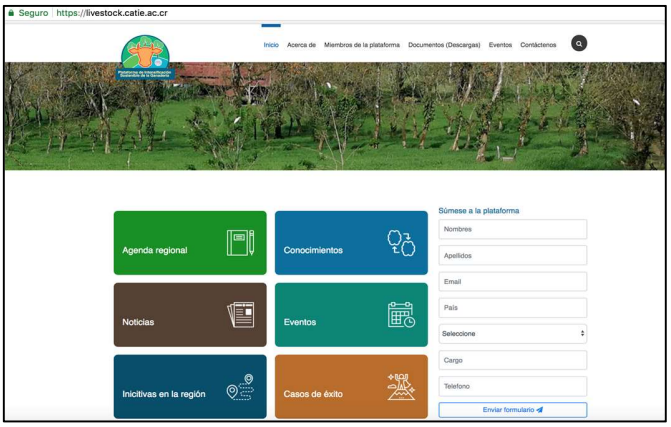


Ilustración 2. Formulario de registro de participantes de la plataforma

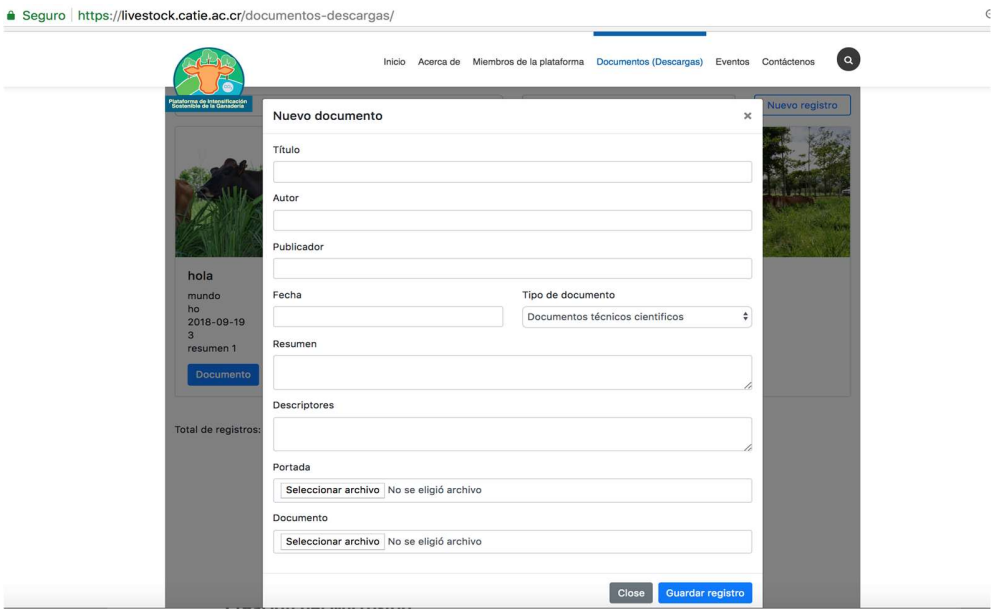


Ilustración 3. Formulario de ingreso de publicaciones electrónicas

4.3 CONFIGURACIÓN DEL *HARDWARE Y SOFTWARE* DEL SITIO WEB

Se realizaron los cambios en la infraestructura de red del CATIE para acceder al sitio Web de la plataforma desde fuera de la red. Por lo tanto, el sitio quedó en condiciones de ser colocado en fase de producción una vez recibido el visto bueno del CATIE y FONTAGRO.

4.4 REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDOS

El equipo coordinador revisó los contenidos, los cuales fueron actualizados en el sitio Web y en el micrositio de FONTAGRO.

Ilustración 4. Captura de la sección de nuestros expertos

5. MICROSITIO DE FONTAGRO

El micrositio de FONTAGRO ha sido actualizado en sus diferentes secciones con los textos preparados, y se está trabajando en la selección de fotografías para incorporarlas en la sección de galería. Los textos de las secciones fueron revisados por el equipo coordinador de la plataforma, mejorados y actualizados.

Ilustración 5. Captura del micrositio en su fase de construcción

6. WEBINARS

Los webinars fueron incluidos en el sitio Web de la plataforma en el CATIE y se iniciaron con el apoyo del equipo de Tecnología de Información y Comunicación, el cual facilitó las herramientas tecnológicas para implementarlo. Además de las herramientas, el equipo brindó una inducción a las personas involucradas en la logística del evento y se realizó una demostración de cómo se utilizan las herramientas. También, se hicieron sesiones de prueba para asegurarse de que el día del evento funcionaran sin contratiempos. La información del primer webinar ya fue agregada al sitio Web de la plataforma.

En el siguiente cuadro se detallan los temas y fechas de los webinars que se han llevado a cabo y los programados a futuro.

Cuadro 1. Programación propuesta para los eventos webinars

Webinars	07/2018	08/2018	11/2018	12/2018	02/2019	03/2019
Alimentación y nutrición animal: su importancia para la producción y para la reducción de emisiones de GEI en sistemas de producción ganaderos en América Latina y el Caribe	5					
Microbiología ruminal en bovinos y su relación con las emisiones de GEI		23				
Importancia de las emisiones de N_2O en sistemas de producción ganaderos en América Latina y el Caribe			19			
Buenas prácticas para el manejo de hatos bovinos				19		
Uso de tecnologías de información para el manejo eficiente de sistemas de producción de bovinos					15	
Eficiencia productiva, económica y ambiental en sistemas de producción ganaderos en América Latina y el Caribe						15

Nota: los eventos serán realizados en las fechas propuestas según disponibilidad de los expertos que apoyan como panelistas.

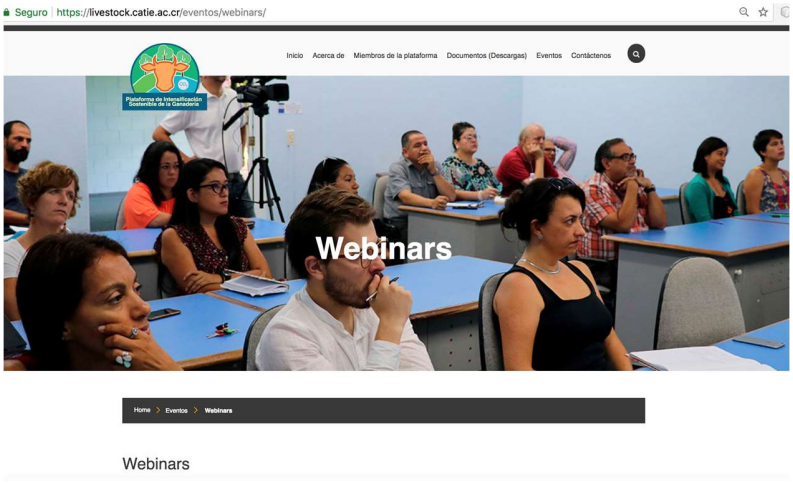


Ilustración 6. Captura de la plataforma de ganadería en la sección de webinars

7. VINCULACIÓN DEL MICROSITIO DE FONTAGRO Y EL SITIO WEB DEL CATIE

A continuación, se detalla la vinculación que existe entre el micrositio de FONTAGRO y el sitio Web del CATIE.

7.1 VINCULACIÓN ENTRE PLATAFORMAS

La creación de los dos sitios se fundamenta en el hecho de que son plataformas complementarias, las cuales brindan acceso a información y cuentan con elementos dinámicos de bases de datos que permiten una mejor interacción con el usuario final. Actualmente, todos los micrositios de FONTAGRO, por política institucional, cuentan con una estructura similar en cuanto a su contenido. Esto es positivo ya que todos los sitios guardan uniformidad y se logra mantener la información de los proyectos resguardada bajo una misma plataforma. Sin embargo, la creación del sitio Web ubicado en los servidores del CATIE obedece a la posibilidad de incorporar algunas funcionalidades a la plataforma de ganadería que no están disponibles por defecto en todos los micrositios de FONTAGRO. Por ello, se consideró el sitio Web como un complemento de interactividad para brindar más beneficios.

En cuanto a su funcionalidad, el micrositio FONTAGRO es una plataforma informativa y descriptiva del proyecto, de las acciones que realiza, de las instituciones que lo conforman y los objetivos que se desean alcanzar.

Por otra parte, el sitio Web de la plataforma, desarrollado por el CATIE, brinda acceso a recursos y funcionalidades diferentes como la base de datos de participantes de la plataforma y la base de datos de las innovaciones, conocimientos y publicaciones desarrolladas. Ambas son complementarias y se han utilizado criterios similares para que sean homogéneas.

Asimismo, se ha iniciado la búsqueda de opciones para dar mantenimiento y sostenibilidad a ambos sitios Web una vez finalizado el proyecto, con el objetivo de contar con una herramienta actualizada que pueda mejorarse con el tiempo y estar disponible para los usuarios finales. Ambos sitios Web se visualizan como una herramienta de información y de intercambio que permitirán a los diferentes actores de la ganadería sostenible actualizar sus conocimientos.

La estrategia de vinculación entre ambos sitios Web consiste en la homogenización de imágenes y en establecer vínculos entre ambos sitios para que los usuarios finales puedan navegar notando que pertenecen a una misma iniciativa. En este sentido, se crearon vínculos directos entre ellas y también enlaces a los recursos dinámicos de bases de datos.

7.2 ESTRATEGIA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDO

Se ha definido que las actualizaciones de ambos sitios Web se realizarán una vez al mes, mediante una recopilación de información relevante y su incorporación se hará en ambos sitios. La información que se actualizará serán noticias, comunicados, eventos, documentos electrónicos y estará a cargo de los administradores de ambas plataformas.

7.3 FORMULARIO PARA ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE PRÁCTICAS TRADICIONALES, INNOVACIONES ADOPTADAS O EN PROCESO, APLICADAS AL SECTOR GANADERO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Se ha realizado una actualización al web de la plataforma para incorporar un formulario que alimenta una base de datos regional sobre las prácticas tradicionales, innovaciones adoptadas, innovaciones en proceso que se utilizan en los sistemas de producción ganaderos bovinos en América Latina y el Caribe (ALC) que incluyen enfoques para adaptarse o mitigar el cambio climático.

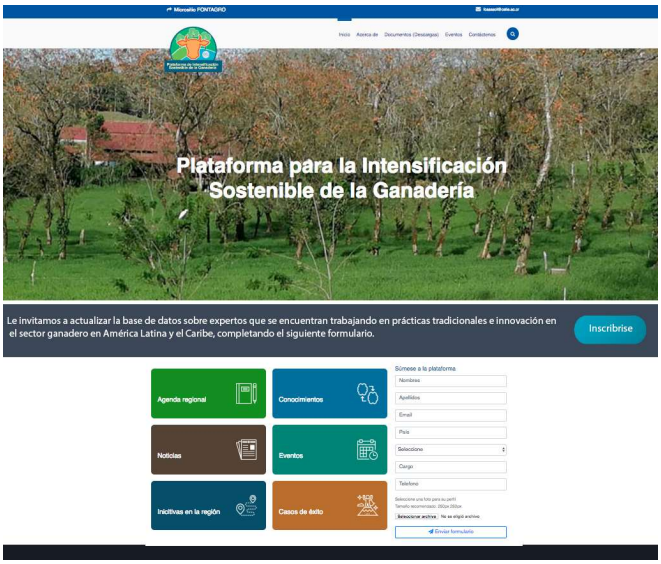


Ilustración 7. Captura de la plataforma donde se muestra el formulario de actualización de la base de datos de prácticas

8. AJUSTES REALIZADOS

8.1 DISEÑO GRÁFICO DEL SITIO WEB PROVISTO POR EL CATIE

Se realizó una actualización de la imagen del sitio Web de la plataforma, ubicado en el CATIE, con el objetivo de homogeneizar la imagen con relación al micrositio de FONTAGRO. Este cambio busca lograr que el público no los perciba como dos iniciativas diferentes, sino como sitios complementarios.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos concluir con el desarrollo de esta plataforma que el sitio Web es una herramienta con mucho potencial y que en la medida en que se le incorpore más información aportará más riqueza de conocimientos, siendo un punto de encuentro para lograr conectar a organizaciones públicas y privadas que comparten el interés por la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera y sus cadenas de valor en América Latina y el Caribe.

La principal recomendación para el éxito de la plataforma se basa en aumentar las acciones de comunicación que permitan darle una mayor visibilidad y a su vez ir sumando miembros inscritos a la base de datos, los cuales puedan accesar y compartir información relevante.

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 3
Fortalecimiento de Capacidades

Actividad 3.1
Diagnóstico de necesidades y oportunidades para el fortalecimiento de la capacidad en sistemas de producción ganadera sostenible para los diferentes interesados en la plataforma

Producto **8**

Documento de necesidades y oportunidades para el desarrollo de capacidades en sistemas de producción ganadera sostenible

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Unidad de Ganadería Ambiental

-GAMMA-

Preparado por

Danilo Pezo. Ph.D.

Claudia J. Sepúlveda L.

Francisco Casasola

Costa Rica, enero 2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 3

EXECUTIVE SUMMARY 4

1. INTRODUCCIÓN 5

2. AGENDAS DE INVESTIGACIÓN-DESARROLLO EN GANADERÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 6

3. PROPUESTAS PARA EL REFORZAMIENTO DE CAPACIDADES EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR GANADERO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 7

4. EVENTOS DE CAPACITACIÓN PROPUESTOS 9

4.1. PROPUESTA DE CURSOS Y CONTENIDOS 10

5. REFERENCIAS 15

6. ANEXOS 17

RESUMEN EJECUTIVO

El incremento en la demanda por proteínas de origen animal en América Latina y el Caribe, para el consumo interno y la exportación, exige mejoras en la productividad animal mediante la implementación de sistemas más intensivos de producción animal, pero, que, además, sean amigables con el ambiente, no solo previniendo la pérdida de diversidad biológica, y el deterioro de los bosques, suelos y fuentes de agua, sino también reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, las propuestas de intensificación deben ser económicamente rentables para que resulten atractivas a los productores comerciales y que no comprometan el bienestar de las familias rurales que dependen de la actividad pecuaria. Para el logro de estos objetivos es urgente la gestión del conocimiento y el fortalecimiento de las capacidades de los investigadores y técnicos responsables de la generación y promoción de innovaciones que contribuyan a la intensificación sostenible de la ganadería, así como las de los líderes de los productores y de los decisores de política que facilitarán la toma de decisiones y eventual adopción de nuevas tecnologías.

Con base en el análisis de fortalezas y las limitaciones de diferentes actores de las cadenas de valor pecuarias en América Latina y el Caribe, se proponen cinco eventos de capacitación —a ser ofrecidos en el modelo de enseñanza/aprendizaje virtual— que coadyuven al fortalecimiento de sus capacidades para promover la intensificación sostenible de la ganadería enfrentando el cambio climático. Además, se prevé que luego de analizar los resultados obtenidos y las evaluaciones de los participantes en los cursos propuestos, es bastante probable que deban implementarse otros con demostraciones y ejercicios de campo, especialmente en el caso de aquellos orientados al desarrollo de destrezas de tipo metodológico. Adicionalmente, se reconoce que para algunos cursos habrá necesidad de hacer ajustes para las condiciones específicas de las diferentes regiones de ALC.

Los cursos priorizados para su oferta en formato virtual son:

1. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, con énfasis en la ganadería familiar
2. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero (GEI) y de su impacto potencial en sistemas ganaderos
3. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe
4. Opciones silvopastoriles para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático
5. Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático

EXECUTIVE SUMMARY

The growth in demand for animal food sources in Latin America and the Caribbean (LAC) for local and export markets, require significant improvements in livestock productivity through the intensification of current production systems, but those must also be ecologically friendly, preventing not only biodiversity losses, as well as forest, soils and water sources deterioration, but also reducing greenhouse gases (GHG) emissions. Moreover, the proposed intensification options must be economically profitable to become attractive to commercial producers and to prevent negative effects on the livelihoods of rural families who depend on livestock activities. To achieve those objectives there is an urgent need for implementing knowledge management efforts as well as to enhance capacity of researchers and technicians responsible for designing and promoting innovations leading to the sustainable intensification of livestock production, as well as of farmers leaders and policy makers who could enable technology adoption.

Based on the analysis of the strengths and weaknesses of different stakeholders in livestock value chains in Latin America and the Caribbean, are proposed five training courses -offered under the virtual teaching and learning modality- aimed at enhancing their capabilities for promoting the sustainable intensification of livestock production under the climate change scenarios. It is also foreseen that after analyzing the results obtained with the courses listed below, along with the evaluations made by participants, it might be necessary to implement others including field practical sessions, particularly for those oriented to develop methodological skills. In addition, it is recognized that some courses may need adjustments responding to specific conditions in different LAC regions.

The training courses prioritized are:

1. Innovations for sustainable intensification of animal production systems under climate change conditions in Latin America and the Caribbean, with emphasis on family production units.
2. Methodologies for assessing greenhouse gases (GHG) emissions and sequestration, and their potential impact in livestock systems.
3. Design of strategies for sustainable intensification of low greenhouse gas (GHG) emitting livestock production systems in Latin America and the Caribbean (LAC).
4. Silvopastoral options for the sustainable intensification of livestock production systems with low greenhouse gas (GHG) emissions and climate change resilience.
5. Enabling conditions for developing and scaling up intensive, low greenhouse gas emitting and climate change resilient livestock production.

1. INTRODUCCIÓN

Los enfoques extensivos de producción animal por muchos años han predominado en América Latina y el Caribe (ALC), resultando en el caso de los trópicos en la expansión de las áreas en pasturas a expensas del bosque (Ibrahim *et al.* 2010). Sin embargo, estos ahora no son aceptados desde el punto de vista técnico, ecológico, económico ni social, pues han resultado en impactos negativos tanto sobre la base de recursos naturales como en la productividad, con los consiguientes efectos sobre el nivel de ingreso y el bienestar de las familias rurales, especialmente para las familias de escasos recursos que dependen de la ganadería para su seguridad alimentaria.

Los problemas asociados a la producción ganadera extensiva se hacen cada vez más críticos en presencia del cambio climático que afecta la productividad animal y la provisión de servicios ecosistémicos, pero también por la imagen que algunos grupos de la sociedad global han atribuido al sector ganadero como responsable de la pérdida de diversidad biológica, del deterioro de los bosques, suelos y fuentes de agua, así como emisores de gases de efecto invernadero (GEI). Además, el incremento en la demanda de proteínas de origen animal resultante del crecimiento de la población, la mejora en el nivel de ingreso per cápita y la movilización de parte de la población rural a las ciudades (Delgado *et al.* 1999) hacen más urgente la búsqueda de opciones para la intensificación sostenible de la producción animal en ALC. Para el logro de estos objetivos, es urgente el cambio en los paradigmas de producción animal enfocándose en la recuperación de tierras degradadas, la intensificación sostenible de los sistemas de producción en áreas con condiciones apropiadas y la aplicación de estrategias de adaptación/mitigación del cambio climático (CC), optimizando el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales y minimizando las externalidades negativas como son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Pezo 2018b).

Asimismo, es urgente la gestión del conocimiento y el fortalecimiento de las capacidades de los investigadores y técnicos responsables de la generación y promoción de nuevas tecnologías, prácticas e innovaciones que contribuyan a la intensificación sostenible de la ganadería, así como las de los líderes de los grupos de productores y decisores de política que faciliten la articulación de programas y políticas que mejoren el proceso de toma de decisiones y la adopción (Pezo 2018a). Todo esto deberá contribuir en la mejora de la productividad, eficiencia, competitividad y resiliencia de los sistemas de producción ganaderos en ALC que enfrentan variaciones importantes asociadas al cambio climático, pero también aquellas relacionadas con los precios, el acceso a los créditos, y la inserción en las cadenas de valor orientadas a los mercados locales y regionales, entre otros de carácter económico. Todo esto refuerza la idea que la intensificación sostenible va más allá de los paradigmas productivistas que han sido la base del desarrollo agrícola en las últimas cinco décadas, sino que involucra además los aspectos económicos, sociales y ambientales que definen el desarrollo sostenible. (Mahon *et al.* 2017), tal como se ilustra en la Figura 1.

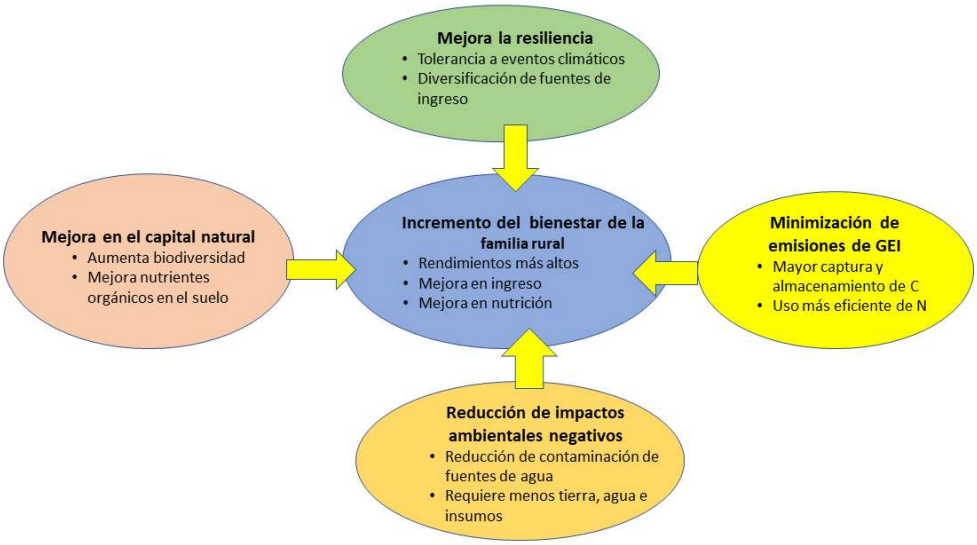


Figura 1 La intensificación sostenible: una estrategia multipropósito
(Adaptado de Juma et al. 2013)

2. AGENDAS DE INVESTIGACIÓN-DESARROLLO EN GANADERÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Un análisis reciente de las agendas de investigación en los 25 Institutos Nacionales de Investigación (INIA) de América Latina y el Caribe (Henríquez 2018) evidenció que en el 88% de los INIA se trabaja en bovinos, en el 80% en pasturas y en el 72% en lechería, lo que evidencia que en la mayoría de los países hay cobertura de temas pecuarios por los institutos de investigación. Sin embargo, también se reconoce que hay mucha heterogeneidad en la disponibilidad de recursos humanos, de equipamiento y financieros donde la mayoría de estos están sobredimensionados y sufren de limitaciones para hacer contribuciones significativas a la agricultura de sus países, y por ello muchos de los esfuerzos están orientados a la investigación en granos básicos. Cabe anotar que además de los INIA, también hay esfuerzos de investigación pecuaria en las universidades e incluso en el sector privado, pero estos esfuerzos no siempre están articulados a los esfuerzos de transferencia de tecnología como una forma de asegurarse que las innovaciones generadas impacten al productor y a otros actores de las cadenas.

De acuerdo con el mismo estudio (Henríquez 2018), el tema más prevalente en la investigación es la adaptación al cambio climático y sus contribuciones a la mitigación, encontrándose acciones en el 84% de los INIA, lo cual no sorprende, dado los impactos observados y esperados en la agricultura. Sin embargo, en otra revisión (Rodríguez *et al.* 2015; Pezo *et al.* 2018) encontraron que la investigación agropecuaria asociada al cambio climático en ALC ha prestado más atención a la mitigación que a la adaptación y se ha dado poca sinergia entre ambos. Cualquiera sea el énfasis que se haya dado en la investigación (mitigación, adaptación o la sinergia entre ambas), los resultados de una revisión sobre las estrategias de intensificación sostenible de la producción animal frente al cambio climático en ALC (Pezo 2018) mostraron que solo un 10% de las referencias consultadas provenían de la región, por lo que se sugiere que la mayor parte del trabajo de investigación ha sido en cultivos —mayormente granos básicos por su importancia en la agricultura familiar y seguridad alimentaria. Además, es altamente

probable que los investigadores pecuarios no están publicando muchos de sus trabajos en revistas indexadas.

Con base en esos hallazgos, Pezo (2018b) señaló la existencia de muchos desafíos de orden institucional para lograr la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos bajos en emisiones en ALC, destacando entre ellos: i. la necesidad de fortalecer la temática de ganadería climáticamente inteligente, los enfoques holísticos y el trabajo interdisciplinario al interior de las instituciones responsables de la educación e innovación (investigación y transferencia de tecnología); ii. la identificación de opciones de intensificación climáticamente inteligente que se adapten mejor a las condiciones agroecológicas y las características de cada estrato de productores y de los sistemas de producción prevalentes; iii. la urgencia para desarrollar incentivos económicos y no económicos que contribuyan a promover la intensificación sostenible y la adaptación/mitigación del cambio climático en sistemas ganaderos y iv. el trabajar con un enfoque integral que vaya más allá de la unidad de producción, que considere intervenciones en los diferentes nodos de las cadenas de valor. Este fenómeno no es único de ALC y de la producción ganadera, porque se han reportado observaciones similares para el caso de la producción agrícola en general en el caso del Este de África (Schut *et al.* 2016).

Esto coincide con lo identificado por un grupo de expertos que participó en el taller titulado: "Cambio climático y desarrollo de la ganadería en América Latina y el Caribe: requisitos de formulación de conocimientos, políticas y proyectos para la inversión" efectuado en el CATIE en marzo de 2018 (Pezo 2018a), quienes señalaron la necesidad de reforzar las capacidades de los diferentes actores del sector pecuario en el tema de la intensificación sostenible de la ganadería, tanto en los programas formales de educación de pre y posgrado, como en los de capacitación no formal, a través de cursos de actualización y talleres de discusión sobre los aspectos conceptuales, las innovaciones y mecanismos facilitadores para la intensificación sostenible de la producción ganadera. En el caso de los investigadores, es necesario hacer énfasis en los aspectos metodológicos para la evaluación de emisiones y sus impactos sobre la productividad, la economía de las empresas ganaderas y el ambiente (Thornton et al. 2009; Tarawali et al. 2011; Casasola 2018). Estas propuestas son urgentes, sobre todo en el caso de los INIA en la zona Andina, América Central y el Caribe, donde la mayoría de los investigadores superan los 40 años (García 2018) y, por tanto, el tema de las interacciones entre la ganadería y el cambio climático no formó parte del pensum en los programas de educación universitaria que cursaron. Esta observación es igualmente válida para la mayoría de los extensionistas y muchos otros actores en las cadenas de valor del sector pecuario.

3. PROPUESTAS PARA EL REFORZAMIENTO DE CAPACIDADES EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR GANADERO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Los beneficiarios potenciales de los esfuerzos de reforzamiento de las capacidades para la intensificación sostenible de la producción ganadera frente al cambio climático son muy diversos, tanto en términos de su rol en los sistemas de innovación como de su formación académica, lo cual representa un reto particular en cuanto a las propuestas de desarrollo de capacidades en las instituciones de ALC. Por ello, Faurès *et al.* (2013) han sugerido que los esfuerzos de desarrollo de capacidades sobre el tema de agricultura climáticamente inteligente —que es el motivo de esta propuesta— deben considerar tres ejes: los individuos que se capacitan, las instituciones a las que pertenecen y las condiciones que facilitan este proceso. Por ello, aunque en este documento se propongan acciones puntuales (cursos presenciales y virtuales), estos esfuerzos deben verse como parte de un proceso de

mediano a largo plazo para el empoderamiento institucional con miras a que ellas sean capaces de liderar los procesos de cambio para la adaptación/mitigación al cambio climático en los sistemas de producción presentes en cada país (Faurès *et al.* 2013). Es más, debe recordarse que este es un proceso de aprendizaje continuo, dada la complejidad del tema y la evolución (muchas veces no predecible) de los impactos del cambio climático sobre los sistemas de producción y las comunidades que dependen de estos.

El inicio de estos esfuerzos es urgente, priorizando las acciones y los actores involucrados en las primeras etapas del proceso, pero debe considerarse que los beneficiarios directos deben ser responsables del escalamiento a una población más amplia de actores. Además, debe buscarse la participación de representantes de diferentes tipos de instituciones, de manera que se pueda promover sinergias entre las instituciones de investigación, enseñanza y extensión, estableciendo lazos fuertes entre ellas y el sector productivo, de manera que se facilite el permear los conceptos de intensificación sostenible a todos los actores que participan en los procesos de generación, transferencia y adopción de tecnologías en el sector ganadero (Juma *et al.* 2013; Stads *et al.* 2016).

Cualquier esfuerzo de capacitación para los diferentes actores en primera instancia debe estar basado en un diagnóstico de las necesidades de los individuos, instituciones y proyectos. En ese sentido, con base en el conocimiento adquirido a través de diferentes esfuerzos desarrollados con el auspicio de FONTAGRO (Casasola 2018; García 2018; Pezo 2018a), se propone que estos se orienten primero al reconocimiento de los impactos del grado de exposición y vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos y a los cambios esperados del clima sobre la producción animal y el bienestar de las familias, seguido del cómo las innovaciones existentes pueden ayudar en la adaptación de los diferentes sistemas de producción animal al cambio climático y en qué medida esas u otras intervenciones pueden contribuir a la mitigación del cambio climático (Thornton *et al.* 2009; Tarawali *et al.* 2011). Asimismo, es evidente el rol que juegan las condiciones habilitadoras a nivel de los países para la adopción de las intervenciones propuestas, por lo que es relevante incluir también al menos un evento de capacitación para decisores el cual esté orientado al análisis del marco normativo y político a nivel internacional y nacional, los arreglos interinstitucionales, y el papel que pueden jugar los instrumentos de política pública, incluyendo los incentivos financieros y no financieros para acelerar la adopción de innovaciones para la intensificación sostenible de la ganadería (Casasola 2018).

Por otro lado, debe haber entrenamientos más específicos para el desarrollo de habilidades y destrezas requeridas por ciertos grupos de actores. Por ejemplo, los investigadores biológicos requerirán fortalecer sus capacidades en el uso de metodologías para la evaluación de la emisión y captura de GEI bajo ciertos patrones de manejo o intervenciones específicas; los economistas y decisores deben mejorar sus capacidades para la evaluación del impacto de determinadas intervenciones y de los efectos de compensación ("trade off") con otros factores ante los nuevos escenarios generados por el cambio climático (Thornton *et al.* 2009); los extensionistas deben entrenarse para la aplicación de metodologías de aprendizaje participativo que coadyuven al rescate del conocimiento local sobre estrategias de adaptación y a la promoción e implementación de nuevas opciones tecnológicas para la adaptación/mitigación del cambio climático de preferencia construidas sobre la base del conocimiento tradicional. De esta manera, se espera que los extensionistas puedan cambiar su forma de trabajo del enfoque tradicional de ofrecer soluciones a identificar de manera participativa con los productores aquellas opciones que mejor se ajustan a las condiciones locales (Faurès *et al.* 2013; Juma *et al.* 2013). Por otro lado, los agentes de desarrollo y los investigadores del campo social necesitarán familiarizarse con metodologías para evaluar las percepciones y los procesos de toma de decisiones de los usuarios finales respecto a la factibilidad de las intervenciones propuestas, considerando no solo las condiciones

agroecológicas, sino también las económicas y sociales en que operan, incorporando idealmente un enfoque de inclusión y equidad de género (Brockhaus *et al.* 2013).

Un aspecto adicional a tomar en cuenta en los esfuerzos de desarrollo de capacidades para la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático es aprovechar los mecanismos regionales de cooperación existentes (PROCITROPICOS, PROCISUR, GT-ITTI del CAC, CARDI), los cuales tienen por mandato favorecer las agendas nacionales y regionales alrededor de temas de interés común para la investigación/desarrollo y promover sinergias entre las instituciones que comparten conocimientos científicos, capacidades institucionales, talentos profesionales y contrapartidas importantes en especie y capital para ejecutar proyectos y acciones conjuntas (Henríquez 2018).

Esto es particularmente importante cuando se consideran innovaciones específicas cuya aplicación es dependiente de las condiciones agroecológicas predominantes. Por ejemplo, por el tipo de vegetación y especies animales predominantes en las áreas altas de la Zona Andina, hay intervenciones muy particulares para la adaptación al cambio climático en los sistemas de producción animal presentes en esa región. Por otro lado, las condiciones agroecológicas prevalentes en las zonas templadas que dominan el Cono Sur donde opera PROCISUR, son bastante diferentes a las regiones tropicales bajas del Sur y Centroamérica cubiertas por PROCITROPICOS, aunque varias de las especies de pastos que dominan esas condiciones también pueden encontrarse en las áreas de altitud media en el trópico. En el caso del Caribe, la mayoría de los países son de habla inglesa o francesa, por lo que posiblemente los esfuerzos de capacitación que se describan aquí tendrían aplicación limitada por razones de idioma, pero los mismos pueden servir de base para acciones de capacitación que puedan promover CARDI u otros.

4. EVENTOS DE CAPACITACIÓN PROPUESTOS

Con base en los antecedentes analizados en las secciones anteriores respecto a las necesidades de reforzamiento de las capacidades de los profesionales y técnicos de las instituciones de investigación, enseñanza y extensión, así como los líderes ganaderos de la región, para desarrollar acciones orientadas a la intensificación sostenible de la ganadería enfrentando el cambio climático, se proponen cinco eventos de capacitación para ser ofrecidos en el modelo de enseñanza/aprendizaje virtual. Se reconoce que hay otros eventos de capacitación que pueden ser también relevantes, pero para propósitos de este informe se priorizaron los cinco que se consideran estratégicos. Además, luego de analizar los resultados obtenidos y las evaluaciones de los participantes en estos cursos, es probable que haya necesidad de implementar otros de manera presencial, especialmente aquellos orientados al desarrollo de destrezas de tipo metodológico.

Los cursos propuestos son los siguientes:

1. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático, con énfasis en la ganadería familiar
2. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y de su impacto potencial en sistemas ganaderos
3. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe
4. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático
5. Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático

A continuación, se describe el objetivo general, los objetivos específicos, las calificaciones de los participantes potenciales y los temas más relevantes a ser tratados en los cursos propuestos.

4.1. PROPUESTA DE CURSOS Y CONTENIDOS

Curso 1. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, con énfasis en la ganadería familiar

Objetivo general:

Analizar innovaciones potencialmente aplicables para la adaptación/mitigación al cambio climático en los sistemas de ganadería familiar, incrementando la productividad y reduciendo la vulnerabilidad y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Objetivos específicos:

1. Entender el rol y funcionamiento del subsistema de ganadería en la economía familiar del sector rural en las ecorregiones de América Latina y el Caribe
2. Evaluar el impacto de los sistemas tradicionales de producción ganadera sobre la productividad, resiliencia al cambio climático y emisiones de GEI
3. Revisar las tendencias del cambio climático en la región y su posible impacto sobre la producción ganadera
4. Analizar las innovaciones con mayor potencial de aplicación para la intensificación sostenible en sistemas de producción ganadera familiar
5. Examinar opciones para facilitar la adopción de innovaciones contribuyen a mejorar la productividad, resiliencia y mitigación del cambio climático en sistemas de ganadería familiar

Participantes potenciales:

Decisores de política del sector pecuario y ambiental, académicos, extensionistas, proveedores de asistencia técnica y líderes del sector ganadero. El curso también puede ser de interés para estudiantes avanzados de pregrado y los de posgrado en ciencias pecuarias.

Contenido:

1. ¿Qué es ganadería familiar y cuál es su importancia en América Latina y el Caribe?
2. Dinámica de la población humana y animal y sus efectos en el uso de los recursos naturales
3. El enfoque agroecológico a la ganadería familiar (manejo sistema)
4. Los sistemas tradicionales de producción y su impacto sobre la producción y el ambiente
5. El cambio climático y la producción ganadera en América Latina y el Caribe
    a. Tendencias y proyecciones de cambio climático en la región
    b. Efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la producción ganadera
6. Innovaciones (tecnologías apropiadas) que permitan optimizar los sistemas pecuarios familiares con potencial para la adaptación y mitigación del cambio climático
7. Terapias alternativas, gestión de la innovación, agua consumo animal, manejo del pastoreo y alimentación animal
    a. Manejo racional del recurso suelo
    b. Rehabilitación de pasturas degradadas
    c. Manejo racional intensivo del pastoreo

   d. Agua consumo animal
   e. Uso de opciones silvopastoriles
   f. Estrategias de alimentación para reducir la vulnerabilidad al cambio climático
   g. Aprovechamiento racional del recurso hídrico
   h. Manejo integral de las excretas y residuos de cultivos
8. Estrategias para impulsar la innovación en la ganadería familiar
   a. Promoción de la acción grupal con enfoque de género para mejorar el acceso de las familias ganaderas a innovaciones y mercados
   b. Las Escuelas de Campo de Agricultores (ECA)
   c. Comercialización (valor agregado)
   d. Asociativismo/cooperativismo

Curso 2. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y de su impacto potencial en sistemas ganaderos

Objetivo general:

Familiarizar a los participantes con las diferentes metodologías disponibles para estimar/calcular las emisiones que se generan y el potencial de captura de carbono en sistemas ganaderos

Objetivos específicos:

1. Presentar las diferentes formas de expresión en la estimación de las emisiones de GEI generadas en sistemas ganaderos
2. Discutir las técnicas utilizadas en el laboratorio y en ensayos de campo para la medición de emisiones de metano y óxido nitroso, así como la captura de carbono en sistemas ganaderos
3. Revisar algunos modelos que se han propuesto para el análisis de emisiones en sistemas ganaderos como guía para la definición de necesidades de investigación o aplicación de intervenciones para reducir emisiones
4. Capacitar a los participantes en la aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida

Participantes potenciales:

Investigadores, profesores universitarios y estudiantes de posgrado de las ciencias pecuarias y ambientales

Contenido:

1. Métricas en la evaluación de las emisiones de GEI (p.e., animal, unidad de producción, país)
2. Metodologías de laboratorio y campo de utilizadas para la evaluación de emisiones de GEI por los animales
   a. Técnicas de fermentación *in vitro*
   b. Modelos mecanísticos y ecuaciones de predicción
   c. Cámaras de respiración
   d. Mediciones bajo pastoreo usando la técnica de SF_6 para metano
   e. Mediciones de óxido nitroso en suelos

3. El modelaje como herramienta para la toma de decisiones sobre intervenciones para reducir las emisiones de GEI
4. El análisis de ciclo de vida (ACV) en sistemas ganaderos
    a. El enfoque de sistemas: componentes, interacciones, límites
    b. Los "hotspots" de huella de carbono en sistemas ganaderos
    c. Estimaciones de metano entérico y del estiércol
    d. Estimación de emisiones a través del suelo
    e. Contribuciones de los insumos a los balances de GEI
    f. Algunas opciones de mitigación (p.e., introducción de leñosas perennes en el sistema, alimentación, manejo animal, gestión del estiércol)
    g. Algunas herramientas disponibles para la estimación de la huella de carbono
    h. Ejercicios para la estimación de la huella de carbono en finca (situación actual *vs*. con intervenciones)

Curso 3. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe

Objetivo general:

Fortalecer las capacidades de profesionales del sector pecuario para proponer opciones para la intensificación sostenible de sistemas ganaderos con bajas emisiones de carbono

Objetivos específicos:

1. Conocer las tendencias globales y regionales de la producción ganadera bovina
2. Presentar las bases teóricas para el desarrollo de la intensificación sostenible de la producción ganadera
3. Caracterizar sistemas de producción existentes y analizar algunas prácticas ganaderas con potencial para incrementar la productividad, reducir emisiones de GEI y/o facilitar la adaptación al cambio climático según las ecorregiones de ALC
4. Revisar metodologías utilizadas para priorizar innovaciones que contribuyan a la intensificación sostenible de la producción ganadera baja en emisiones de GEI en términos de costo-efectividad, bajo diferentes escenarios de riesgo
5. Analizar algunos instrumentos de política que contribuyen a crear un ambiente favorable para promover sistemas sostenibles de producción ganadera con bajas emisiones de GEI

Participantes potenciales:

Decisores de política del sector pecuario y ambiental, académicos, extensionistas, proveedores de asistencia técnica y líderes del sector ganadero. El curso también puede ser de interés para estudiantes avanzados de pregrado y los de posgrado en ciencias pecuarias.

Contenido:

1. La ganadería en América Latina y el Caribe: retos y oportunidades
2. El reto de la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático
3. Los servicios ecosistémicos en los paisajes dominados por la ganadería
    a. Conservación de la biodiversidad
    b. Almacenamiento de carbono en sistemas ganaderos

c. Uso y conservación del recurso hídrico

4. Algunas tecnologías para la adaptación/mitigación del cambio climático en las fincas ganaderas

a. Metodologías para la priorización de prácticas y tecnologías para la adaptación y mitigación al cambio climático

5. Incentivos para la intensificación sostenible de la producción ganadera
    a. Monetarios
    b. No monetarios
6. Planificación de fincas para la intensificación sostenible de la producción ganadera frente al cambio climático
    a. Definición del modelo de producción de base: condiciones endógenas y exógenas
    b. Identificación de indicadores clave para la intensificación
    c. Selección y evaluación bioeconómica *ex ante* de opciones tecnológicas de mayor impacto para la intensificación
    d. Análisis de riesgo frente a escenarios variables: clima, mercados, etc.
    e. Definición del plan de monitoreo, reporte y verificación del sistema propuesto

7. Análisis de cadenas de valor y mercados diferenciados

Curso 4. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático

Objetivo general:

Promover la aplicación de opciones silvopastoriles como una opción de intensificación de la producción animal para aumentar la productividad, incrementar y diversificar la producción, mejorar el balance de carbono y la resiliencia al cambio climático en fincas ganaderas de tres ecorregiones de ALC

Objetivos específicos:

1. Analizar la situación actual y perspectivas de los sistemas ganaderos tradicionales en América Latina y el Caribe (ALC)
2. Revisar las diferentes opciones silvopastoriles y buenas prácticas de uso potencial en las tres ecorregiones
3. Discutir los beneficios de opciones silvopastoriles y otras buenas prácticas de producción sobre el bienestar animal y la sostenibilidad económica, ambiental y social en sistemas de finca
4. Examinar algunos casos que ilustran los beneficios económicos potenciales de la implementación de opciones silvopastoriles en sistemas ganaderos de las tres ecorregiones
5. Capacitar a los participantes en el uso de herramientas que permitan evaluar los beneficios ambientales y económicos de las opciones silvopastoriles

Participantes potenciales:

Profesionales del sector pecuario, forestal y ambiental con responsabilidad en enseñanza, extensión y crédito, y con responsabilidad y/o interés en promover la intensificación sostenible de las actividades pecuarias amigables con el ambiente mediante la aplicación de opciones silvopastoriles. El curso también puede ser de interés para estudiantes avanzados de pregrado y los de posgrado en ciencias pecuarias y forestales.

Contenido:

1. La ganadería tradicional en América Latina y sus impactos sobre los recursos naturales
2. La intensificación de la ganadería como opción para prevenir la deforestación en la región
3. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para una ganadería sostenible: características y potencial de aplicación bajo diferentes condiciones agroecológicas en ALC (análisis de casos)
4. Beneficios directos e indirectos de las opciones silvopastoriles y buenas prácticas como forma de intensificación sostenible de la ganadería
5. Uso de modelos para evaluar la factibilidad de opciones silvopastoriles
    a. Efectos sobre la dieta y el bienestar animal y su impacto en producción animal
    b. Efectos de las leñosas perennes sobre la producción de pastos y características del suelo
    c. Efectos sobre la eficiencia económica del sistema

Curso 5. Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático

Objetivo general:

Preparar a decisores y técnicos para el desarrollo y promoción de la intensificación de la ganadería, con menores emisiones de GEI y resiliente al cambio climático en el uso de una metodología de trabajo que les permita analizar el estado actual del sector ganadero a nivel de los países de América Latina e identificar los impulsores necesarios

Objetivos específicos:

1. Caracterizar el estado actual de la ganadería del país /región con relación a su nivel de productividad, potencial de resiliencia al cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero
2. Reflexionar sobre las condiciones habilitadoras e impulsoras necesarias para pasar de la ganadería tradicional hacia una más productiva, con menos emisiones de GEI y resiliente al cambio climático
3. Definir las líneas de acción prioritarias del sector ganadero a nivel de país/región, abordando el qué y cómo hacer para alcanzar una ganadería intensiva, amigable con el ambiente y adaptada al cambio climático

Participantes potenciales:

Decisores de política del sector pecuario y ambiental, académicos y líderes del sector ganadero. El curso también puede ser de interés para estudiantes de posgrado en ciencias pecuarias, forestales, ambientales y de otras especialidades relacionadas con el desarrollo sostenible.

Contenido:

1. Sistemas de producción animal intensivos y bajos en emisiones en América Latina y el Caribe: Desafíos y oportunidades
2. Condiciones habilitadoras para la adopción de opciones silvopastoriles
    a. Las iniciativas globales de política relacionadas con el cambio climático

b. Instrumentos de políticas públicas nacionales/regionales que promueven la intensificación sostenible
c. Marco normativo y regulatorio de los países para la producción sostenible en el contexto del cambio climático
d. Rol de los incentivos monetarios y no monetarios (p.e. pago por servicios ambientales; financiamiento en condiciones especiales como es el caso de los llamados "créditos verdes"; acceso a mercados diferenciados; etc.)
e. Oportunidades para facilitar el acceso al conocimiento de las innovaciones
f. Concertación interinstitucional/arreglos institucionales
g. Alianzas público-privadas

3. Análisis de las limitaciones y oportunidades que enfrenta el sector ganadero y su vulnerabilidad al cambio climático
   a. Marco teórico
   b. Ejercicio individual o grupal trabajando el caso del país al que pertenece cada uno de los participantes

4. Elaboración de una propuesta de Estrategia Nacional de Intensificación Sostenible de una Ganadería Baja en Emisiones y Posibles Acciones de Seguimiento (trabajo individual o grupal)

   a. Lineamientos para el diseño
   b. Ejercicio individual o grupal para definir el escenario deseado de sistemas de ganadería sostenible baja en emisiones (caso del país del(os) participante(s)

5. REFERENCIAS

Brockhaus, M.; Djoudi, H.; Locatelli, B. 2013. Envisioning the future and learning from the past: Adapting to a changing environment in northern Mali. *Environmental Science and Policy* 25:94-106.

Casasola, F. 2018. Una agenda regional coordinada para la investigación y el desarrollo en sistemas sostenibles de ganadería intensiva en el contexto del cambio climático, y un plan de implementación. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Alianzas Estratégicas (ORP/GCM) y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, DC. USA. 67 p. (en prensa).

Delgado, C.; Rosegrant, M.; Steinfeld, H.; Ehui, S.; Courbois, C. 1999. Livestock to 2020: the next food revolution. Washington DC, USA, Intenational Food Policy Research Institution. 110 p. (Environment Discussion Paper).

Faurès, J.; Bartley, D.; Bazza, M.; Burke, J.; Hoogeveen, J.; Soto, D.; Steduto, P. 2013. Climate Smart Agriculture Sourcebook. Rome, Italy, FAO. 557 p

García, F. 2018. Fortalezas, debilidades, superposiciones y sinergias de los programas de investigación en ganadería en la región de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Alianzas Estratégicas (ORP/GCM) y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, DC. USA. 43 p. (en preparación).

Henríquez, P. 2018. Sondeo de prioridades de los institutos nacionales de investigación agrícola en las Américas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA, Washington DC, Estados Unidos. 76 p.

Ibrahim, M.; Porro, R.; Mauricio, R. 2010. Deforestation and livestock expansion in the Brazilian legal amazon and costa Rica: drivers, environmental degradation, and policies for Sustainable land management. In Steinfeld, H; Mooney, HA; Schneider, F; Neville, LE (eds.). Livestock in a Changing Landscape: Experiences and Regional Perspectives. Washington DC, USA, Island Press. p. 79-92.

Juma, C.; Tabo, R.; Wilson, K.; Conway, G. 2013. Innovation for sustainable Intensification in Africa: A 2013 Montpellier Panel Briefing. London, U.K., Imperial College. 25 p. (The Montpellier Panel, Agriculture for Impact).

Mahon, N; Crute, I; Simmons, E; Islam, MM. 2017. Sustainable intensification–"oxymoron" or "third-way"? A systematic review. *Ecological Indicators* 74:73-97.

Pezo, D. 2018a. Cambio climático y desarrollo de la ganadería en América Latina y el Caribe: requisitos de formulación de conocimientos, políticas y proyectos para la inversión. Memorias del Taller FONTAGRO, CATIE, GRA, Banco Mundial y FAO, celebrado en Turrialba, Costa Rica, del 16-19 de abril de 2018. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Alianzas Estratégicas (ORP/GCM) y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, DC. USA. 58 p. (en prensa).

Pezo, D. 2018b. Intensificación sostenible de los sistemas ganaderos frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Estado del Arte. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Alianzas Estratégicas (ORP/GCM) y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, DC. USA. 84 p. (*en prensa*).

Pezo, D.; Müschler, R.; Tobar, D.; Pulido, A. 2018. Innovaciones para la adaptación al cambio climático en los sistemas agrícolas y ganaderos de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Alianzas Estratégicas (ORP/GCM) y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, DC. USA. 325 p. (*en prensa*).

Rodríguez, A.G.; Meza, L.E.; Cerecera, F. 2015. Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago, Chile. 89 p.

Schut, M.; van Asten, P.; Okafor, C.; Hicintuka, C.; Mapatano, S.; Nabahungu, N.L.; Kagabo, D.; Muchunguzi, P.; Njukwe, E.; Dontsop-Nguezet, P.M. 2016. Sustainable intensification of agricultural systems in the Central African Highlands: The need for institutional innovation. *Agricultural Systems* 145:165-176.

Stads, G-J.; Beintema, N.; Pérez, S.; Flaherty, K.; Falconí, C. 2016. Investigación Agropecuaria en Latinoamérica y el Caribe: Un análisis de las instituciones, la inversión y las capacidades entre países. ASTI/BID. Washington, DC, USA. 32 p.

Tarawali, S.; Herrero, M.; Descheemaeker, K.; Grings, E.; Blümmel, M. 2011. Pathways for sustainable development of mixed crop livestock systems: Taking a livestock and pro-poor approach. *Livestock Science* 139(1-2):11-21.

Thornton, P.K.; van de Steeg, J.; Notenbaert, A.; Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems* 101(3):113-127.

6. ANEXOS

Anexo 1. Experiencia de CATIE en Capacitación Virtual

Experiencia de CATIE en Educación Virtual. Ver: https://www.catie.ac.cr/programas-de-educacion/posgrado/educacion-virtual.html

Nuestra oferta académica virtual tiene las mismas exigencias de calidad que nuestros programas presenciales, pero también incorpora las ventajas que ofrece esta modalidad de educación, tales como: flexibilidad horaria, ahorro de tiempo y dinero, posibilidad de compatibilizar la vida familiar y la académica, superación de las distancias, utilización de los avances de las tecnologías de la información y la comunicación, posibilidad de mantener la vinculación laboral y profesional en su país e interacción y relacionamiento con mayor cantidad de estudiantes y profesores.

- **Maestrías**

El CATIE cuenta con maestrías virtuales que conducen al grado académico de máster en el tema o especialidad de la maestría. Las maestrías virtuales profesionales se vinculan específicamente con el fortalecimiento y consolidación de los conocimientos y las competencias propias de una profesión o un campo de aplicación profesional.

Todas las maestrías del CATIE cumplen totalmente con la normativa de CONARE (Consejo Nacional de Rectores de Costa Rica), la cual una maestría debe tener como mínimo 60 créditos académicos. También establece que una maestría profesional debe tener al menos 40 créditos en cursos y define crédito académico como una unidad valorativa del trabajo del estudiante que equivale a 45 horas de trabajo de este, supervisado, evaluado y aprobado por el profesor.

- **Cursos**

CATIE ha desarrollado desde más de 10 años cursos virtuales mediante su plataforma virtual, relacionados a cursos temáticos capacitando a muchísimos profesionales de la región.

- **Diplomados**

CATIE cuenta con una oferta de diplomados en diferentes áreas, la información está a disposición en el área de posgrado

Anexo 2. Plataforma Virtual MOODLE

El CATIE cuenta con una Plataforma Virtual para el desarrollo de los cursos.

Página: http://campusvirtual.catie.ac.cr

Cada participante ingresa sus datos personales al sistema de capacitación del CATIE.

Actividades posibles en MOODLE

- Exámenes cortos
- Charlas sincrónicas y asincrónicas
- Foros de debate
- Descarga y carga de documentos (tareas, trabajos, material complementario)

Anexo 3. Programa estandarizado para diseño de cursos virtuales de CATIE

A continuación, se presenta un programa de curso que debe ser seguido por los profesores de educación virtual del CATIE.

PROGRAMA DE CURSO

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre del curso:

Código del curso:

Nombre del profesor o facilitador:

II. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA. Se refiere al por qué, para qué y para quiénes es importante el curso.

III. OBJETIVOS DEL CURSO. Se refiere a lo que se espera lograr en los estudiantes al final del curso en términos de conocimientos, habilidades, competencias, actitudes, valores). Los objetivos deben estar enfocados en lo indispensable que el estudiante debe lograr (y no en lo interesante o en aspectos que les parecen útiles).

IV. ROLES EN LA MODALIDAD VIRTUAL A DISTANCIA. Puede quedar igual a como se indica a continuación o el profesor lo puede variar a su consideración.

ESTUDIANTE: asumirán un rol analítico y autoregulado, lo cual les permitirá familiarizarse poco a poco con las futuras exigencias de la educación virtual a distancia. Cada estudiante deberá desarrollar por su cuenta (según el cronograma de trabajo) los temas propuestos semanalmente en la plataforma. Para cumplir con los objetivos del curso cada estudiante debe comprometerse a leer los contenidos, para luego ser guiado por el profesor en el proceso de evaluación a través de diferentes actividades. Con este proceso previo, el estudiante podrá tener muy claros los contenidos y estar en capacidad de resolver pruebas cortas o plasmar sus aportes en foros.

DOCENTE: será el guía y la fuente de apoyo con la finalidad de que cada estudiante reciba constante y eficiente retroalimentación en el proceso de aprendizaje, mediante la respuesta expedita de correos, foro de dudas y consultas individuales presentadas en la plataforma, procurando que estos se sientan seguros, motivados y acompañados durante todo el curso. El tiempo de respuesta a cualquier duda expuesta en la plataforma es entre 24 a 48 horas.

V. CONTENIDOS DEL CURSO. Se deben detallar los contenidos temáticos, así como actividades, ejercicios, trabajos, foros, etc. para cada una de las unidades que conforman el curso, según el contenido que se encuentra cargado en la plataforma virtual de su respectivo curso.

VI. METODOLOGÍA Y RECURSOS. Se refiere a indicar el entorno de aprendizaje y las diferentes metodologías y recursos que se utilizarán en el curso.

Por ejemplo:

El curso se desarrolla en el aula virtual de la plataforma de educación virtual del CATIE. Los estudiantes, desde sus países o lugares de trabajo, estudio, residencia, etc., pueden acceder y obtener los materiales del curso, enviar y recibir preguntas y respuestas, realizar debates colectivos, foros, desarrollar evaluaciones e intercambiar materiales, comentarios y experiencias. Cada participante planifica y decide los momentos oportunos, de cada semana, para atender el curso. El profesor dará

seguimiento personalizado y colectivo al desarrollo del curso. Las principales metodologías y recursos de enseñanza —aprendizaje virtual que se utilizarán son el análisis documental (texto básico del curso), síntesis audiovisual (ejemplo: presentación power point), foros colectivos, estudios de casos, vídeos, ejercicios dirigidos, evacuación de consultas, evaluación formativa y evaluación.

VII. EVALUACIÓN. Se deben indicar los criterios de evaluación, los instrumentos y el peso relativo en la nota final, siguiendo los criterios y elementos ya establecidos en la plataforma virtual de su curso respectivo. Por ejemplo, la participación en foros, número de ingresos y opiniones emitidas y compartidas en el en el aula virtual: 15% de la nota final. En el cronograma de actividades del curso (ver abajo) se deben indicar las fechas establecidas para cada evaluación. Además, debe hacer un instructivo (documento) que detalla las evaluaciones: fechas, modalidad, hora, duración, plazo límite de entrega por parte del estudiante, plazo límite de devolución por parte del profesor, periodo para consultas y plantear discrepancias sobre la evaluación, si las hubiese.

Rubro por evaluar	**Peso relativo (%)**
N°	X
Sumatoria	100

Para aprobar el curso se requiere de una nota mínima de 70.
Si el curso es de participación, no requiere evaluaciones.

VIII. HORARIO DE CONSULTAS. Además del ingreso diario al aula virtual por parte del profesor o facilitador del curso para monitorear y dar seguimiento el desarrollo de este, si se desea se puede definir un horario en el cual los estudiantes saben que está conectado en el aula virtual y puede responder inquietudes de los estudiantes.

IX. BIBLIOGRAFÍA. Se refiere a literatura complementaria, en formato virtual, para los principales temas o contenidos que se abordan en el curso y del curso en general. Esta literatura complementaria es adicional al documento básico del curso y generalmente no es de lectura obligatoria, sino voluntaria o electiva y para consulta personal del estudiante. Se busca también que el estudiante pueda ir desarrollando su propia biblioteca virtual.

X. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. Consiste en una descripción detallada, en un cuadro, que al menos incluya columnas correspondientes a las actividades (desarrollo de cada unidad, tareas, foros, evaluaciones, chat, etc.), la fecha y hora límite de entrega en la plataforma. Se solicita elaborar el cronograma con base en los elementos que se encuentran cargados en la plataforma virtual de su curso respectivo. Ejemplo:

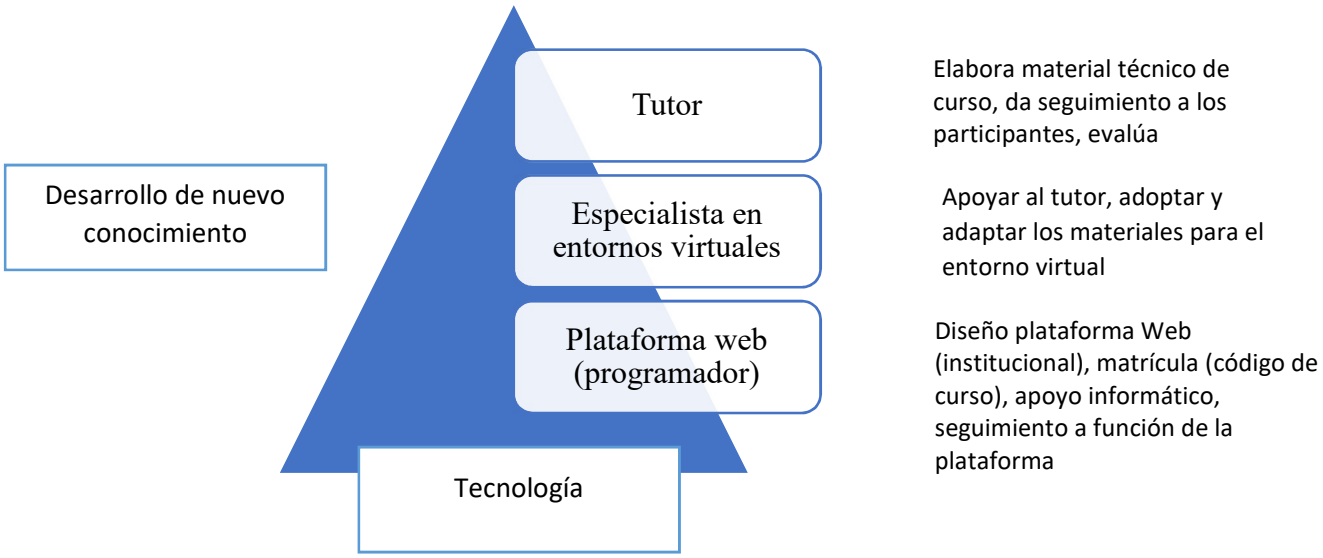
N°	**Actividad**	**Fecha de cumplimiento o desarrollo**	**Fecha límite de entrega en la plataforma**
1	Unidad 1. Introducción al manejo de cuencas	Del 5 al 11 de octubre, 2015	-----
2	Ejercicio no. 1	8-9 de octubre	9 de octubre a las 23:59
n	…	…	…

Anexo 4. Coordinación para diseño de cursos virtuales

Un curso virtual requiere de la determinación de diferentes roles para su ejecución, cada uno de ellos deberá responder a las necesidades de los participantes en esta modalidad, contemplando la gestión de conocimiento desde la fase de gestión de información, organización, selección, adaptación y difusión a públicos meta de material ajustado para facilitar el nuevo conocimiento.

1. **Capital humano necesario para desarrollo de cursos virtuales**

A continuación, se muestra el triángulo para el desarrollo de los cursos virtuales



2. **Funciones del tutor**

Académica: presentar contenidos, explicarlos, retroalimentar trabajos y actividades, asegurar el alcance del conocimiento y el intercambio de este. Resumir debates y aportaciones, hacer valoraciones globales e individuales a los participantes.

Organizativa: facilitar técnicas de trabajo, retroalimentaciones para mejora, dar seguimiento al progreso/ritmo de los participantes, ser guía y orientador.

Técnico: realizar actividades formativas virtuales, saber dirigir y participar en comunicaciones sincrónicas y asincrónicas

Social: dar bienvenida, dinamizar la acción formativa y el trabajo virtual.

3. **Funciones del especialista en entornos virtuales**

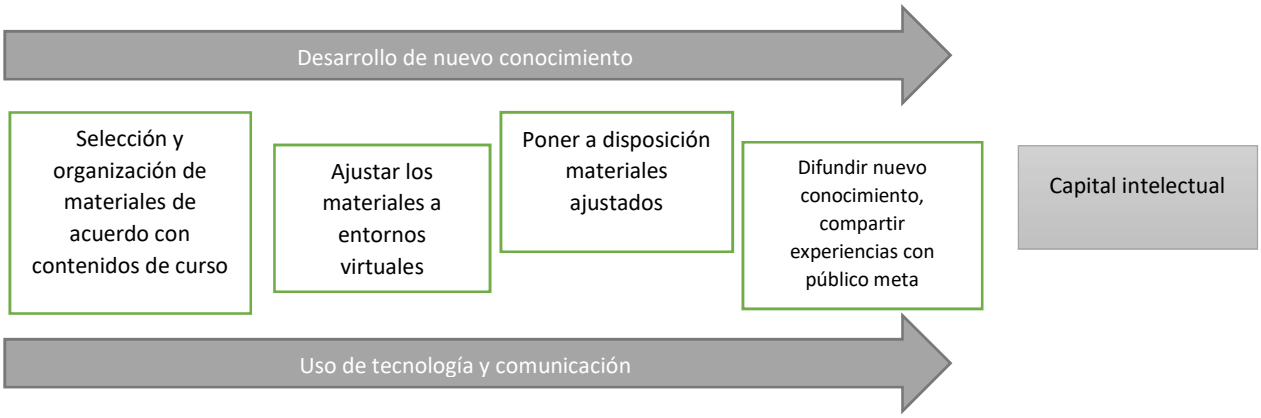
Académica: apoyar en la elaboración de contenidos para que puedan ser comprendidos, dar seguimiento a las retroalimentaciones del profesor a los trabajos y actividades, corroborar el alcance del conocimiento (mediante interacción con los estudiantes para conocer aspectos de mejora y necesidades de reforzamiento) corroborar la fluidez de las actividades virtuales (enlace de programador, tutor y profesor).

Organizativa: apoyar y dar seguimiento a las técnicas de trabajo virtual, retroalimentaciones para mejora, dar seguimiento al progreso/ritmo de los participantes, coordinar con el tutor el desarrollo de materiales.

Técnico: asegurar que los alumnos comprendan el funcionamiento de la plataforma, el uso del correo electrónico y los espacios para interacción. Mantener el contacto con el programador.

Social: dar bienvenida y presentaciones de roles virtuales, seguimiento, motivación, seguimiento y orientación.

4. Esquema del diseño de cursos virtuales bajo el enfoque de gestión de conocimiento



BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 3
Fortalecimiento de Capacidades

Producto **9**

Materiales de cursos virtuales

Producto **10**

Dictado de cursos virtuales

Actividad 3.2. Desarrollo de materiales de capacitación para talleres y cursos en línea sobre los temas relevantes para el interés de los miembros de la plataforma (Producto 9)

Actividad 3.3. Implementación de talleres y cursos de capacitación en línea sobre la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos (Producto 10)

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

Oficina de Alianzas Estratégicas (*ORP/GCM*) y la
Secretaría Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)

Proyecto:

Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 3

CONSTRUYENDO CAPACIDADES

Producto 9

Materiales de cursos virtuales

Producto 10

Dictado de cursos virtuales

Marzo, 2019

Unidad de Ganadería Ambiental
-GAMMA-

Preparado por

Gabriela Chaves

Francisco Casasola

RESUMEN EJECUTIVO

El enfoque de la Gestión de Conocimiento, entendido como la dotación de saberes mediante diferentes herramientas técnologicas para el fortalecimiento del capital humano en una organización, representa dentro del quehacer técnico y académico, una necesidad tanto para el ámbito científico como en el contexto sociocultural en a escala mundial.

Con la iniciativa de facilitar el intercambio de conocimiento en la región, el proyecto "Plataforma para la Intensificación Sostenible de la Ganadería en América Latina y el Caribe" propuso el desarrollo de uno de sus productos dirigido a la identificación de las necesidades de capacitación en la temática de intensificación sostenible de los sistemas de producción animal en América Latina y el Caribe. Luego de un análisis de fortalezas y limitaciones realizado a diferentes actores, se propuso el desarrollo de cinco cursos virtuales en respuesta a esa necesidad de fortalecimiento.

Los cursos de aprovechamiento ofertados en formato virtual fueron:

1. Opciones silvopastorales para la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y resistentes al cambio climático.

2. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera emisores de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe (ALC).

3. Metodologías para evaluar las emisiones y el secuestro de gases de efecto invernadero (GEI) y su posible impacto en los sistemas ganaderos.

4. Innovaciones para la intensificación sostenible de los sistemas de producción animal en condiciones de cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC), con énfasis en la agricultura familiar.

5. Condiciones propicias para desarrollar y ampliar una producción ganadera intensiva, con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y resistente al cambio climático.

Los cursos fueron desarrollados en el entorno virtual de la Plataforma de Moodle. La modalidad virtual posee potencialidades tales como: ser de bajo costo, sin perder la calidad en el desarrollo de los contenidos, permiten utilizar herramientas tecnológicas para poder ofrecer programas competitivos, alcanzar a un público más amplio sin necesidad de movilización, disponer de horarios de estudio flexible, entre otros. Finalmente, se contó con 135 personas inscritas en total para los cinco cursos.

EXECUTIVE SUMMARY

The Knowledge Management approach, understood as the provision of knowledge through different technological tools for the strengthening of human capital in an organization, represents, in a world scale, a necessity within technical and academic tasks both for the scientific field and sociocultural contexts.

With the goal to facilitate the exchange of knowledge in the region, the project “Platform for the Sustainable Intensification of Livestock in Latin America and the Caribbean”, as one of its products, aimed to identify training needs in the thematic of sustainable intensification of animal production systems in Latin America and the Caribbean. After an analysis of strengths and limitations considering different actors, the development of five virtual courses was proposed in response to the need for strengthening.

The offered courses were:
1. "Silvopastoral options for livestock sustainable intensification with low greenhouse gas emissions and climate change resilient ".
2. "Strategies design for the sustainable intensification of livestock systems with low greenhouse gas emissions (GHG) in Latin America and the Caribbean".
3. "Methodologies for the evaluation of greenhouse gas emissions and capture (GHG) and their potential impact in livestock systems".
4. "Innovations for the sustainable intensification of livestock systems in face of climate change in Latin America and the Caribbean, with emphasis on family production contexts".
5. "Enabling and driving conditions for the development and promotion of intensive livestock systems with low GHG emissions and resilient to climate change".

The courses were developed in the Moodle Platform. The virtual modality has potentials such as: being low cost, maintaining quality in the development of contents, allowing the use of technological tools to offer competitive programs, reaching a wider audience without mobilization, having flexible study hours, among others. Finally, for the 5 courses, there was a total of 135 enrolled participants.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los problemas asociados a la producción ganadera extensiva se hacen cada vez más críticos en presencia del cambio climático que afecta la productividad animal y la provisión de servicios ecosistémicos, pero también por la imagen que algunos grupos de la sociedad global han atribuido al sector ganadero como responsable de la pérdida de diversidad biológica, del deterioro de los bosques, suelos y fuentes de agua, así como emisores de gases de efecto invernadero (GEI) (Pezo 2019).

En este contexto y mediante la identificación las necesidades de capacitación para contrarrestar los problemas asociados a la producción ganadera extensiva que se hacen cada vez más críticos en presencia del cambio climático en la región ALC, se propuso el desarrollo de una serie de cinco cursos bajo la modalidad virtual: i. opciones silvopastoriles para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático; ii. diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe; iii. metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero (GEI) y de su impacto potencial en sistemas ganaderos; iv. innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, con énfasis en la ganadería familiar, v. condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático.

La gestión de conocimiento (GC) resulta el enfoque clave para orientar las acciones en cuanto al fortalecimiento de las capacidades de los investigadores y técnicos responsables de la generación y promoción de nuevas tecnologías, prácticas e innovaciones que contribuyan a la intensificación sostenible de la ganadería, así como las de los líderes de los grupos de productores y decisores de política que faciliten la articulación de programas y políticas que mejoren el proceso de toma de decisiones y la adopción (Pezo 2018a), debido a que el enfoque plantea una serie de etapas que van desde la colecta de información, hasta la adaptación de materiales para ser difundidos a públicos diversos. En este sentido, desde la colecta de datos o información científica-técnica, se convierte a través de los individuos en un activo de conocimiento y este, a su vez, en capital humano, siendo este el fin último de la contribución que se persigue con la gestión del conocimiento.

La GC requerirá considerar herramientas tecnológicas y competencias específicas al profesor (o tutor) para el dictado de los cursos virtuales; estas competencias giran en el manejo y dominio de las tecnologías, y en lo específico, el tutor deberá gestionar, además, medios para el tratamiento, adaptación de la información y la promoción de la comunicación electrónica.

En este sentido, el CATIE consciente de la necesidad de innovar con el uso de los entornos virtuales de aprendizaje, dejando de considerar únicamente los medios presenciales y tradicionales como forma de gestionar conocimiento, incursiona en la educación virtual con la cual ha mostrado gran efectividad rompiendo las barreras de tiempo y espacio, al ofrecer métodos, técnicas y recursos que hacen más efectivo y flexible el proceso enseñanza-aprendizaje, esto mediante el uso de nuevas tecnologías de comunicación e informática.

El desarrollo de este documento contempla los resultados del producto 9. (materiales de cursos virtuales) y producto 10 (dictado de cursos virtuales, dada la estrecha relación entre ambos productos, y por una razón de orden, se presenta la secuencia de ambos en un mismo documento, haciendo énfasis en cada uno de los contenidos propios de cada producto y como uno lleva al otro.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar cinco cursos virtuales a partir de la identificación previa de necesidades de capacitación en la región de cuanto a la intensificación sostenible de la ganadería.

Objetivos específicos

- Diseñar los programas de los cursos virtuales adecuados al desarrollo mediante los entornos virtuales de aprendizaje para ser dictados mediante la plataforma Moodle de CATIE.
- Generar los materiales y adaptados a los entornos virtuales de aprendizaje de los cinco cursos virtuales definidos como necesidad para la región ALC.

3. METODOLOGÍA

La metodología que se presenta a continuación detalla el cómo se procedió para lograr el desarrollo de los programas de los cursos hasta lograr el dictado de los mismo. Al contener este documento los resultados de los productos 9 y 10, se divide en la metodología los dos grandes apartados para el desarrollo de estos, correspondientes a los objetivos específicos presentados.

3.1. DISEÑO DE MATERIALES PARA CINCO CURSOS VIRTUALES

1. **Definir necesidades de capacitación**

Los cursos están enmarcados según las necesidades identificadas en el producto 8 de este proyecto.

2. **Coordinación para el diseño de cursos**

Para llevar a cabo tanto el diseño como el dictado de los cursos, se asignó a una persona especialista en entornos virtuales de aprendizaje para la orientación de los expertos en cuanto al abordaje de los contenidos en los entornos virtuales de aprendizaje.

3. **Público meta**

Los cursos se desarrollan considerando un amplio público meta, que incluye a los países de América Latina y el Caribe. Los perfiles de entrada considerados fueron desde técnicos, licenciados, máster, hasta doctores de instituciones públicas o privadas trabajando en temas vinculantes a ganadería sostenible, cambio climático, productividad, innovación, buenas prácticas, sistemas agroforestales y otros. Con formaciones diversas tales como zootecnistas, agrónomos, veterinarios, principalmente.

4. **Asignación de tutores para cada curso**

El CATIE, bajo la Unidad de Ganadería Ambiental (conocida como GAMMA), cuenta con una serie de expertos de planta y consultores capacitados con los que se contó para el desarrollo de estos cursos virtuales. A continuación, se presenta la distribución de los cursos, según tutor y experiencia.

Cuadro 1. Nombre de cursos virtuales, tutor asignado y experiencia

Curso	Tutor	Experiencia
Opciones silvopastoriles para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático	Francisco Casasola, M.Sc. País: Costa Rica	Experto del CATIE, Agrónomo con énfasis en Fitotecnia. Con experiencia en América Latina en la implementación de proyectos de desarrollo ganaderos con productores, los cuales ejecutan actividades relacionadas con la implementación de sistemas silvopastoriles en campo para incrementar la productividad, la rentabilidad y la resiliencia de los sistemas ganaderos productivos ante la variabilidad y el cambio climático.

Curso	Tutor	Experiencia
Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe	Hernán Andrade, Ph.D. País: Colombia	Ingeniero Agrónomo de la Universidad del Tolima con M.Sc. y Ph.D. del CATIE en Costa Rica y la Universidad de Gales en el Reino Unido. Profesor en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima (Colombia) e investigador asociado en Colciencias. Líder del grupo de investigación PROECUT, clasificado como B por Colciencias. Coordinador de la Sala de Evaluación de Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria de la CONACES del Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Temas énfasis: agroforestería y cambio climático.
Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero (GEI) y de su impacto potencial en sistemas ganaderos	Hernán Andrade, Ph.D. País: Colombia André Mazzetto País: Brasil	Ídem Doctor de la Universidad de Bangor. Biólogo con una sólida formación en agronomía y capacitado para analizar temas de investigación desde un punto de vista interdisciplinario. Actualmente, trabaja en la Universidad de Bangor en producción sostenible de alimentos (productos lácteos y carne de res) utilizando enfoques como la evaluación del ciclo de vida atribuciones y consecuente (ACV).
Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe con énfasis en la ganadería familiar	Karen Banegas, M.Sc. País: Honduras	Ingeniera Agrónoma con maestría en Agroforestería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Por 15 años ha desempeñado trabajos en el sector agropecuario, como extensión e investigación, gobernanza y gestión del conocimiento. Durante cuatro años se desempeñó como coordinadora del proyecto Manejo sostenible de territorios agropecuarios (MESOTERRA), ejecutado por el CATIE en la región transfronteriza entre Honduras y Guatemala. Brindó el acompañamiento técnico al proyecto: Entregando múltiples beneficios ambientales globales mediante el manejo sostenible de los paisajes productivos (ganaderos)/GEF en Honduras que fue ejecutado por el Ministerio de Ambiente (MiAmbiente +).

Curso	Tutor	Experiencia
Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático	Cristóbal Villanueva, M.Sc. País: Guatemala	M.Sc. Zootecnista con maestría en agroforestería del CATIE. Amplia experiencia en proyectos en Centroamérica en temas como monitoreo, diagnóstico socioeconómico y ambiental, diseño de sistemas de producción sostenibles, mitigación y adopción de innovaciones en fincas ganaderas
	Ileana Ávalos, Ph.D. País: Costa Rica	Dra. en Educación con énfasis en Mediación del Aprendizaje Social. Ha impartido diversos cursos de capacitación y actividades formativas en diversos países de América Latina en temáticas vinculadas con procesos de incidencia política, toma de decisión y reingeniería institucional. Adicionalmente, ha sido metodóloga de procesos de formación de capacidades en temas sociales, educativos, agrícolas y productivos.

5. **Programa de curso como eje organizador**

El CATIE cuenta con un formato estándar de programa para los cursos virtuales**.** Se definió para cada uno de los cursos un programa que contuvo el siguiente listado de ítems.

- Datos generales: nombre de curso, código de curso, duración, profesor.
- Descripción general del curso: apartado donde se muestra la importancia del curso en el contexto de la intensificación sostenible de la ganadería.
- Objetivos del curso: cada programa cuenta con un objetivo general y los específicos correspondientes. En la siguiente figura, se muestra la correspondencia de cada uno dentro del programa con el desarrollo del curso.

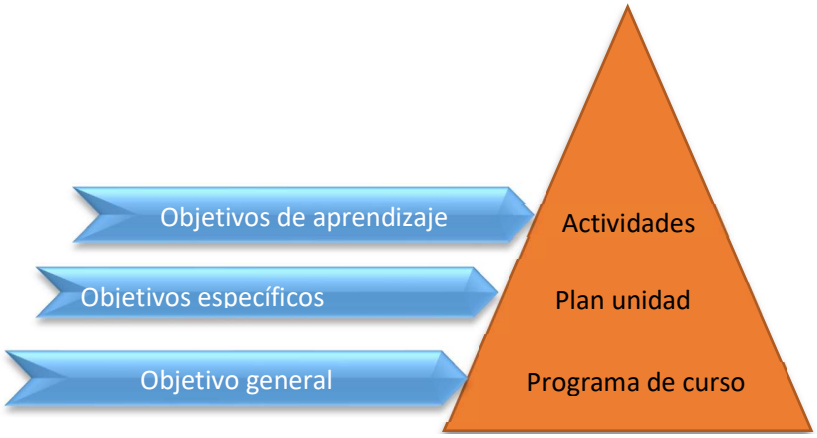


Figura 1. Definición de objetivos en cada programa de curso

El objetivo general corresponde a lo que estará persiguiendo el curso en todo el desarrollo de las unidades. Mientras que los objetivos específicos son la orientación que sigue el desarrollo de cada unidad mediante los contenidos propuestos. Los objetivos de aprendizaje, que persigue la estrategia pedagógica propuesta, son planteados mediante el desarrollo de las actividades que deberán realizar los participantes.

- Metodología: se explicó cómo se desarrollaría el curso, mediante el uso de cuales materiales, y la disponibilidad de estos dentro de la plataforma.
- Evaluación: se presenta, con respecto al avance de las unidades, cuáles son las actividades programadas para abordar los objetivos de aprendizaje.
- Bibliografía: cada tutor define la bibliografía pertinente, actualizada, por unidad o en general para todos los contenidos del curso a desarrollar.
- Cronograma de actividades: se específica mediante un cuadro: la unidad, el nombre de la actividad asignada y la fecha.

6. Metodología y estrategia didáctica

Con respecto a la metodología se definió en cada programa la forma de trabajar, es decir los métodos y las técnicas de enseñanza, las cuales fueron: presentación de material base desarrollada por el tutor para cada una de las unidades, sesiones sincrónicas y asincrónicas mediante foros correspondientes a cada unidad. Se dio en alguno de los cursos opciones de trabajo en grupo, prácticas guiadas con videos, análisis de estudios de caso, foros de discusión, dependiendo del tutor de curso y el contenido a desarrollar. Para esto, también fue clave considerar la duración de los cursos, que no excedieron más de 15 días.

En cuanto a la estrategia didáctica, la naturaleza del curso respondió a la concepción pedagógica planteada por el aprendizaje para la comprensión, el cual busca métodos cognitivos para que el individuo logre entender, explicar y dar ejemplos del contenido que se plantea. Eso requiere de un diagnóstico permanente, que se logra llevar a cabo mediante canales de comunicación abiertos basados en la confianza entre quienes interactúan para promover el aprendizaje colectivo y permanente, lo cual es una de las premisas del aprendizaje para la comprensión.

En los entornos virtuales se describe un triángulo didáctico para el aprendizaje socioconstructivista, desde la perspectiva de Díaz y Hernández (2010). Se detallan, a manera de síntesis, cada uno de los elementos del triángulo:

- Un **profesor** como mediador/facilitador en la interacción entre los contenidos curriculares y los alumnos, así como lograr que los estudiantes compartan significados conjuntamente con él.
- Un **alumno/participante** que interactúe con los contenidos curriculares para lograr construcciones de significados y sentidos según interpretaciones socioculturalmente valoradas por el currículo, el profesor y la comunidad. A la vez, es significativa una actividad cuando colaboran y cooperan entre todos los alumnos; hasta lograr una fuente inagotable de experiencias; donde se compartan ideas. Elaborar conocimiento conjuntamente les permite desarrollar actitudes prosociales de responsabilidad y respeto por la libre expresión de sus compañeros.

- Los **contenidos curriculares** que sean una selección adecuada y organizada en tareas, problemas auténticos que tengan sentido y significado para los alumnos. Este triángulo didáctico plantea la necesidad de una serie de actividades de construcción conjunta entre profesores, alumnos y contenido.

7. Contenidos de cursos

Los contenidos de los cursos, en primera instancia, fueron definidos en el producto 8. Sin embargo, para detallar en esta actividad se procedió a la selección de los contenidos por parte de cada tutor.

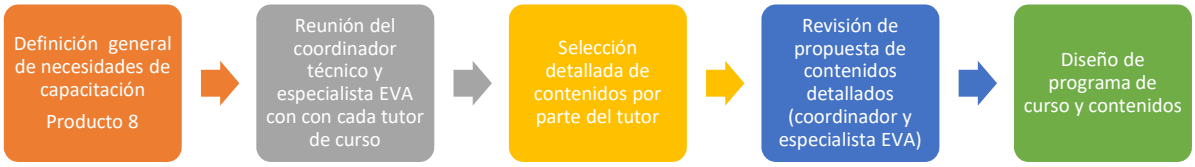


Figura 2. Proceso para la definición de los contenidos de cada curso

En la Figura 2, se muestra que el inicio de la definición de los contenidos fue pautado por lo identificado como necesidad de capacitación en el producto 8. Con esos iniciales señalamientos, se procedió a realizar reuniones con el coordinador técnico y la especialista en entornos virtuales de aprendizaje (EVA). Este acercamiento sirvió como inducción de los tutores hacia el manejo de los entornos virtuales de aprendizaje como la plataforma Moodle, la realización de presentaciones (PPT), opciones de actividades en el Moodle, diseño de programa de curso; en el cual deberían presentarse detalladamente los contenidos respondiendo a la unidad y el listado de contenidos para cada unidad.

- Posteriormente a la reunión, el tutor trabajó sobre la selección detallada de los contenidos de los cursos, misma que fue revisada en una versión preliminar como programa de curso, al cual se le realizaron comentarios y sugerencias, según el caso, para finalmente contar con un programa de curso ajustado y con contenidos consensuados. En este sentido, la revisión del programa entregado por los tutores conllevó a recomendar a cada tutor poner atención a la relación de la metodología con otros componentes del programa: objetivos, contenidos y coherencia con la evaluación.

8. Evaluación y mediación

Las actividades de aprendizaje constituyen uno de los elementos clave de la metodología. La planeación de las actividades de aprendizaje. Para el participante se definió una serie de actividades que les permitió construir conocimiento con ayuda del tutor y el material brindado como base.

La medición en cada uno de los cursos fue definida según la especificidad y el tutor. Asignando la actividad y resaltando el rol del participante en cada una de ellas, con el fin de operativizar ese rol. La medición se perfila como un proceso puntual que constituye la representación cuantitativa de los aprendizajes determinados por medio de los instrumentos de medición: exámenes, informes, ensayos, foros. El tutor también asignó un porcentaje sobre 100 a cada actividad de aprendizaje asignada.

9. Certificación

Para aquellos participantes que aprobaron el curso con nota mayor a 70/100 se les asignó un certificado de aprobación con las horas asignadas. El cálculo de las horas demandadas por curso se definió considerando lo planteado en el programa de curso por cada tutor, así la asignación de esas horas varió según cada curso.

Para el cálculo de horas utilizó la siguiente lógica:

Horas = teoría + práctica

Lo anterior, fue definido según cantidad de unidades, extensión de presentaciones asignadas por cada unidad y tipo de evaluaciones asignadas.

Cuadro 2. Asignación de horas demandadas por curso

Curso	Tutor	Cálculo de horas asignadas (t+p)
Opciones silvopastoriles para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático	Francisco Casasola, M.Sc.	20+10=30
Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe	Hernán Andrade, Ph.D.	20+15=35
Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto Invernadero (GEI) y de su impacto potencial en sistemas ganaderos	Hernán Andrade, Ph.D André Mazzetto, Ph.D.	20+15=35
Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, con énfasis en la ganadería familiar	Karen Banegas, M.Sc.	20+10=30
Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático	Cristóbal Villanueva, M.Sc Ileana Ávalos, Ph.D.	20+10=30

10. Cronograma e inscripción a cursos

Considerando el cierre de las actividades del proyecto, se diseñó una invitación[1] para informar a los potenciales participantes las fechas. Esta invitación fue difundida mediante el correo de CATIE a una lista de más de 300 contactos de varios países de la región. La inscripción de los participantes se coordinó con el área de capacitación del CATIE para la generación del espacio de los cursos dentro de la plataforma SIIF del CATIE[2] (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cronograma de cursos

Curso	Periodo de dictado
Opciones silvopastoriles para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático	Del 01 al 15 de marzo 2019
Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe	Del 01 al 15 de marzo 2019
metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero (GEI) y de su impacto potencial en sistemas ganaderos	Del 08 al 22 de marzo 2019
innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, con énfasis en la ganadería familiar	Del 15 al 26 de marzo 2019
Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático	Del 15 al 26 de marzo 2019

3.2. DICTAR CURSO VIRTUALES

A continuación, se describe el proceso de generación de materiales y dictado de los cursos virtuales.

- **Grabación de video de bienvenida a los cursos**

Se procedió a la generación, con ayuda del área de comunicación del CATIE, de un video explicativo. Para su realización se contó con un guión para contextualizar al proyecto: Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería en ALC. En el video se detalló lo referente a los objetivos del proyecto, de dónde nació la propuesta de los cursos y cuáles eran las temáticas por tratar[3].

[1] Invitación: https://catieeducacion-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/gchavess_catie_ac_cr/EY6GgUJoG8BJqZJMSZg6ktMBLoY90n3s9sX4U5_1GUV4MA?e=wKVOrt

[2] Invitación enviada a más de 300 contactos: http://orapro.catie.ac.cr:7778/CATIE_CAPACITA/PJ_SIIF/nueva_inscripcion.do

[3] Video: https://catieeducacion-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/gchavess_catie_ac_cr/EYbGOzEBsIlCqI7dDN3VzEUBgU_DifXvQNwXsbu7kaSVSA?e=7x8RIg

- **Definición de formato de presentaciones**

Para homogenizar la presentación de los contenidos de los cursos se diseñó un formato que es apreciable en todos los cursos dictados. La homogenización de la presentación permitió guardar una misma imagen que refleja un orden y una coordinación interna al participante. Además de mantener un control de calidad (relacionado con presentación) para cada uno de los materiales recibidos por el tutor.

- **Diseño de materiales**

El diseño de los materiales contenidos en cada uno de los cursos se presenta en la Figura 3. Básicamente, una vez definido el programa del curso se procedió, por cada uno de los tutores, al desarrollo de los contenidos de las unidades, coherente con planteado en dicho programa. El abordaje de cada una de las unidades fue equivalente a un material base (realizado por el tutor específicamente para el curso asignado y se seleccionó un material complementario (bibliografía seleccionada como apoyo a la temática de cada unidad).

Se realizó una primera entrega de material base a la coordinación técnica y la especialista en EVA, por parte de los tutores, para realizar sugerencias o recomendaciones. Posterior a eso, se contó con los materiales definitivos para cada curso por unidad, además del material bibliográfico y las evaluaciones asignadas por unidad (foros, evaluaciones cortas, sesiones sincrónicas).

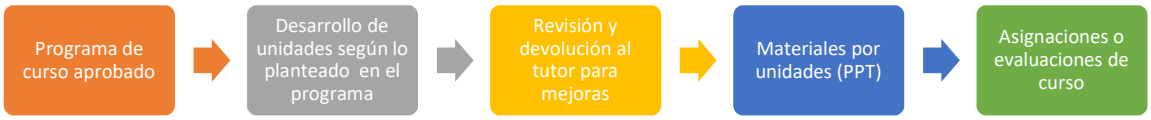


Figura 3. Diseño de materiales para cursos virtuales

- **Acondicionamiento del aula virtual**

El CATIE cuenta con la plataforma Moodle[4] para el dictado de cursos de actualización profesional, diplomados y maestrías. Para el desarrollo de los cinco cursos, se coordinó con el Área de Capacitación para la ubicación de estos cursos en esta plataforma.

El espacio creado para cada curso fue acondicionado como se muestra en la Figura 4 donde cada uno de los cuadros representa una unidad del curso (puede variar según curso). Al dar clic en el cuadro, se ingresa al contenido de la unidad. El cuadro de bienvenida contiene el video que explica el motivo de los cursos. El primer cuadro (Cuadro 1) almacena información sobre las generalidades del curso: biografía de los profesores, programa de curso, contactos para evacuación de dudas sobre el uso de la plataforma y explicación para el uso de los espacios (foro consultas, foro general, foro social). Dichos espacios son parte de los mecanismos de comunicación permanentemente abiertos y de revisión constante de los tutores. Los cuadros restantes, estarán abordando las unidades (para el ejemplo serían tres unidades).

[4] http://campusvirtual.catie.ac.cr/

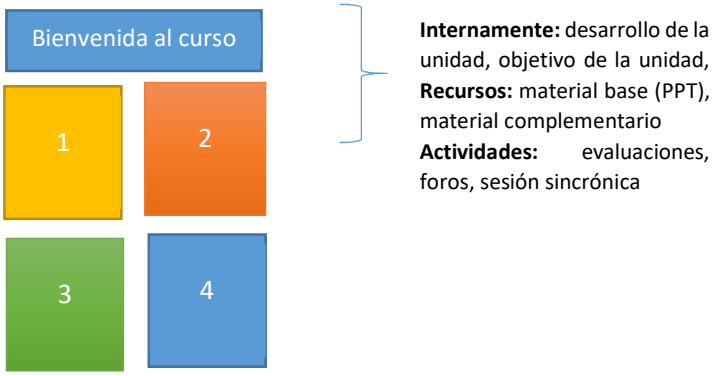


Figura 4. Diseño de los cursos en Moodle

La plataforma permite definir varias sesiones dentro del "cuadro-unidad" entre las más importantes: la "etiqueta" es el espacio para presentar y dar la bienvenida a la unidad, en ella se muestra el nombre, objetivo de la unidad y se puede hacer mención sobre la sesión de recursos o actividades para llamar la atención de los participantes hacia un tema específico. La disponibilidad de este material para la visualización y descarga de los materiales es constante durante todo el tiempo del curso y se extiende por un mes, posterior a la finalización, previo aviso.

- **Matrícula de participantes**

Un aspecto fundamental que se consideró un día previo al inicio del curso fue la matrícula de los participantes. Posterior a eso, se envió el enlace al Campus Virtual del CATIE a cada uno de los inscritos, con un usuario y una clave de acceso.

- **Seguimiento a los matriculados**

En los entornos virtuales de aprendizaje fue fundamental el seguimiento y la comunicación para mantener la dinámica dentro del aula virtual. Los tutores, por su parte, con la asignación de cada unidad acompañada de un foro de consultas, promovieron la participación. Además, se dio seguimientos a quienes se inscribieron y al pasar dos días (antes de iniciar con las evaluaciones) no habían registrado acceso a la plataforma.

- **Evaluación de los cursos**

Se diseñó un cuestionario (ver la sección de Anexos) para conocer cómo fue la experiencia de los participantes en relación con la metodología de aprendizaje, materiales y el curso en general. Los datos resultantes representan la retroalimentación al proceso planteado.

4. MATERIALES PARA CURSOS

El desarrollo de los materiales descritos en la metodología se encuentra ubicados en la siguiente carpeta: MATERIALES 5 CURSOS

5. DICTADO DE CURSOS

Para mostrar de manera esquemática cómo fue el abordaje de los cursos virtuales dentro de la plataforma (además de poder acceder al sitio web y visualizar esos contenidos), se muestra a continuación un esquema de los cursos virtuales.

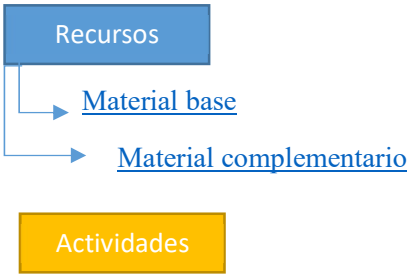
Curso 1. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático

Presentación y generalidades	Bienvenida de/los tutores al curso. Cada tutor se presenta y comenta su experiencia en la temática. En este espacio se da a conocer el programa del curso

Unidad 1. Enfoque de ganadería tradicional vrs ganadería intensiva

Contenido:

- Importancia de la ganadería en América Latina y el Caribe
- Sistemas de ganadería tradicional en ALC
- Impacto de la ganadería tradicional en los recursos naturales
- Impacto de la ganadería tradicional sobre aspectos productivos, económicos y ambientales
- Definición de ganadería intensiva
- Intensificación de la ganadería

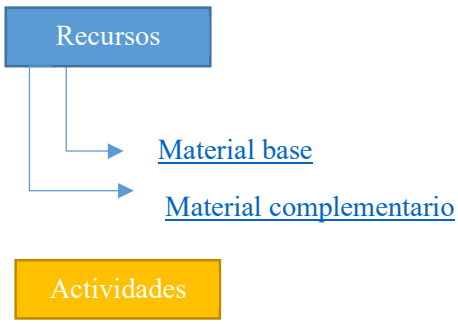


- Foro de consulta

Unidad 2. Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para promover una la intensificación sostenible de la ganadería

Contenidos:

- Definición de Sistemas silvopastoriles (SSP)
- Tipos de sistemas silvopastoriles
- Criterios de selección de especies a emplear en sistemas silvopastoriles
- Principales SSP implementados en zonas ganaderas en ALC
- Costos de establecimiento mantenimiento y utilización de los principales SSP implementados en las regiones
- Buenas prácticas ganaderas para la intensificación sostenible de la ganadería

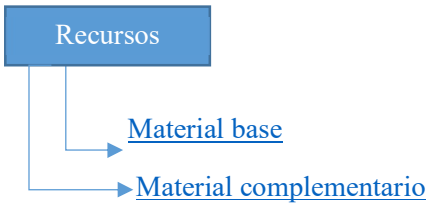


- Foro de consultas
- Examen corto

Unidad 3. Beneficios directos e indirectos de la aplicación de opciones silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas como formas de intensificación sostenible de la producción animal

Contenidos:

- Efectos de los SSP sobre la producción de pastos y sobre las características de los suelos
- Efectos sobre la eficiencia económica del sistema
- Efectos de los SSP sobre la producción animal
- Efecto de los SSP sobre la generación de servicios ecosistémicos
- SSP y su contribución en los sistemas ganaderos para incrementar la resiliencia y la mitigación al cambio climático
- Video SSP CATIE



Actividades

- Foro de consulta

Unidad 4. Experiencias de adopción de sistemas silvopastoriles utilizando mecanismos financieros y no financieros

Contenido:

- PSA GEF Silvopastoril
- PSA FONAFIFO, Costa Rica
- Proyecto: Mercados Centro Americanos para la Biodiversidad
- Escuelas de Campo

Recursos

Material base

Material complementario

Actividades

- Foro de consulta
- Evaluación corta
- Examen acumulativo

Curso 2. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe (ALC)

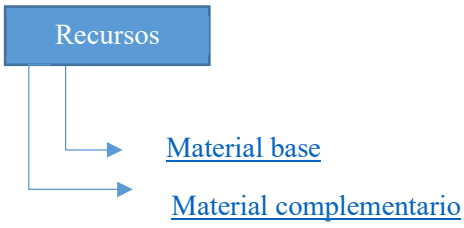
Presentación y generalidades

Bienvenida de/los tutores al curso. Cada tutor se presenta y comenta su experiencia en la temática. En este espacio se da a conocer el programa del curso

Unidad 1. Retos y oportunidades de la ganadería en América Latina y el Caribe

Contenido:

- Caracterización de la ganadería en América Latina y el Caribe
- Relación entre ganadería y medio ambiente
- Oportunidades para el mejoramiento de los sistemas ganaderos en la región



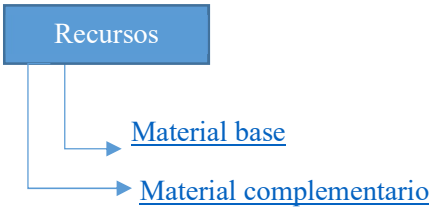
Actividades

- Foro de consulta
- Sesión sincrónica de resolución de preguntas o comentarios

Unidad 2. El reto de la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático

Contenido:

- Importancia de la ganadería en la emisión de GEI y su contribución al cambio climático
- Vulnerabilidad de los sistemas ganaderos al cambio climático



Actividades

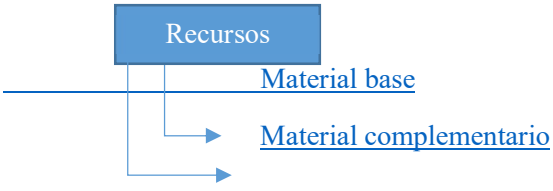
- Foro de consulta
- Informe no.1 Descripción de la problemática de la ganadería en su país respecto al cambio climático

---

Unidad 3. Los servicios ecosistémicos en los paisajes dominados por la ganadería

Contenidos:

- Derivados de la conservación de la biodiversidad
- Almacenamiento de carbono en sistemas ganaderos
- Uso y conservación del recurso hídrico
- Belleza escénica y ecoturismo



Actividades

- Foro de consultas

Unidad 4. Tecnologías e incentivos que pueden contribuir a lograr las sinergias, adaptación-mitigación del cambio climático en fincas ganadera

Contenidos:

- Opciones tecnológicas apropiadas para reducir emisiones de GEI y/o fijar carbono en biomasa y suelos y para incrementar la productividad
- Diseño de sistemas de producción que permitan incrementar la adaptación al cambio climático e incrementar la productividad de manera sostenible
- Metodologías para la priorización de opciones para la adaptación y mitigación al cambio climático

Recursos

Material base

Material complementario

Actividades

- Sesión sincrónica
- Evaluación corta

Unidad 5. La planificación de fincas ganaderas productivas, sostenibles y amigables con el ambiente

Contenidos:

- Opciones tecnológicas apropiadas para reducir emisiones de GEI y/o fijar carbono en biomasa y suelos y para incrementar la productividad
- Diseño de sistemas de producción que permitan incrementar la adaptación al cambio climático e incrementar la productividad de manera sostenible
- Metodologías para la priorización de opciones para la adaptación y mitigación al cambio climático

Recursos

Material base

Material complementario

Actividades

- Foro de consulta
- Foro evaluado
- Evaluación corta

Curso 3. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y su impacto potencial en sistemas ganaderos

Presentación y generalidades

Bienvenida de/los tutores al curso. Cada tutor se presenta y comenta su experiencia en la temática. En este espacio se da a conocer el programa del curso

---

Unidad 1. Herramientas metodológicas para estimar el almacenamiento y fijación de carbono

Contenidos:

- Desarrollo de modelos de biomasa
- Estimación de biomasa, necromasa y carbono
- Estimación del carbono orgánico en suelos
- Métodos para estimar las tasas de fijación de carbono

Recursos

Material base

Material complementario

Actividades

- Sesión sincrónica
- Foro evaluado

Unidad 2. Metodologías de laboratorio y campo de utilizadas para la evaluación de emisiones de GEI por los animales

Contenidos:

- Niveles en la estimación de las emisiones (Tier I, II, III)
- Técnicas de fermentación in vitro
- Modelos mecanísticos y ecuaciones de predicción (factores de emisión)
- Cámaras de respiración
- Mediciones bajo pastoreo usando la técnica de SF6 para metano

- Mediciones de óxido nitroso en suelos
- El modelaje como herramienta para la toma de decisiones sobre intervenciones para reducir las emisiones de GEI

Recursos

Material base

Actividades

- Sesión sincrónica
- Foro evaluado

Unidad 3. El análisis de ciclo de vida (ACV) en sistemas ganaderos

Contenidos:

- El enfoque de sistemas: componentes, interacciones, límites
- Los "hotspots" de huella de carbono en sistemas ganaderos
- Estimaciones de metano entérico y del estiércol
- Estimación de emisiones a través del suelo
- Contribuciones de los insumos a los balances de GEI
- Algunas opciones de mitigación (p.e., introducción de leñosas perennes en el sistema, alimentación, manejo animal, gestión del estiércol)
- Algunas herramientas disponibles para la estimación de la huella de carbono
- Ejercicios para la estimación de la huella de carbono en finca (situación actual vs. con intervenciones)

Recursos

Introducción: análisis de ciclos de vida

Análisis de ciclos de vida, ejemplo

Herramientas y ejercicios

Video explicativo: Introducción Análisis de Ciclo de vida

Video explicativo: análisis de ciclos de vida, ejemplo

Video explicativo: Herramienta de análisis de ciclos de vida

Actividades

- Videoconferencia
- Ejercicio
- Foro de consulta

Curso 4. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe con énfasis en la ganadería miliar

Presentación y generalidades	Bienvenida de/los tutores al curso. Cada tutor se presenta y comenta su experiencia en la temática. En este espacio se da a conocer el programa del curso

---

Unidad 1. Contexto y relevancia de la ganadería familia en la región de América latina y el Caribe (ALC)

Contenidos:

- ¿Qué es ganadería familiar y cuál es su importancia en América Latina y el Caribe?
- Características de los sistemas ganaderos familiares en la región de ALC
- Retos y oportunidades de la ganadería familiar

Recursos

- Material base
- Material complementario

Actividades

- Foro consultas
- Evaluación

Unidad 2. Innovaciones con potencial para incrementar la productividad y reducir el impacto ambiental

Contenidos:

- Manejo racional del recurso suelo
- Rehabilitación de pasturas degradadas
- Manejo racional intensivo del pastoreo
- Uso de opciones silvopastoriles
- Ajustes en el manejo animal y sanitario
- Aprovechamiento racional del recurso hídrico
- Manejo integral de las excretas y residuos de cultivos

Recursos

- Material complementario
- Video: Uso eficiente del recurso hídrico y manejo integral de excretas
- Video. Manejo de pasturas

Actividades

- Foro consulta
- Evaluación
- Foro evaluado

Unidad 3. Condiciones habilitadoras para impulsar la adopción e implementación de sistemas ganaderos sostenibles

Contenidos:

- El desarrollo de políticas públicas para fortalecer la ganadería familiar
- Construcción de resiliencia en la ganadería familiar
- El desarrollo de la ganadería familiar a través de la organización
- Las Escuelas de Campo
- El acceso a mercados: la ganadería familiar y las cadenas de valor

Recursos

- Material base

Actividades

- Evaluación corta

Curso 5. Condiciones habilitadoras e impulsadoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático

Presentación y generalidades	Bienvenida de/los tutores al curso. Cada tutor se presenta y comenta su experiencia en la temática. En este espacio se da a conocer el programa del curso

---

Unidad 1. Estado de la ganadería en la región y su relación con el cambio climático

Contenidos:

- Definiciones y conceptos
- Tendencias de la ganadería en la región
- Análisis de oportunidades y limitaciones que enfrenta el sector ganadero y su vulnerabilidad al cambio climático
- Buenas prácticas que contribuyen con la adaptación y mitigación al cambio climático de las fincas ganaderas

Recursos

Material base

Material complementario

Actividades

- Foro consultas
- Foro evaluado
- Evaluación corta

Unidad 2. Iniciativas globales y nacionales que promueven la intensificación sostenible de la ganadería

Contenidos:

- Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas
- Agenda Global de Desarrollo Sostenible
- Alianza Global de investigación sobre gases de efecto invernadero en agricultura
- Oportunidades para facilitar el acceso al conocimiento de las innovaciones (laboratorios regionales)
- Plataforma intensificación de ganadería sostenible

Recursos

Material base

Actividades

- Evaluación corta
- Foro consultas

Unidad 3. Condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible del sector ganadero

Contenido:

- Arquitectura institucional convergente para la intensificación sostenible y la resiliencia al cambio climático
- Esquemas de relacionamiento para la políticas, dinámicas y arquitectura institucional (concertación interinstitucional/arreglos institucionales / alianzas público-privadas)

- Toma de decisión a nivel nacional (políticas públicas, marcos regulatorios y normativas e instrumentos de política pública)

Recursos

- Material base
- Material complementario
- Video explicativo unidad 3

Actividades

- Foro consulta
- Foro evaluado
- Evaluación

Unidad 4.
De la teoría a la práctica para favorecer las condiciones habilitadoras para la intensificación

Contenido:

- Experiencias exitosas (estudios de caso país) en la promoción de una intensificación sostenible del sector ganadero

Recursos

- Material base
- Video explicativo unidad 4

Actividades

- Foro consultas
- Foro evaluado
- Evaluación de foro
- Ensayo

6. RESULTADOS GENERALES DEL DICTADO DE LOS CURSOS

El desarrollo de los cursos contó con un total de 135 matriculados de diferentes países de la región tales como México, Venezuela, Argentina, Panamá, Ecuador, Colombia, República Dominicana, Uruguay, Paraguay, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Perú, Guatemala y Chile. México fue el país que más tuvo representatividad (27,07%), seguido de Ecuador (11,28%), Colombia (9,02%). En el Cuadro 5. se muestran los grados académicos de los matriculados en los cursos, siendo el grado de máster el de mayor porcentaje (31,85%), seguido de licenciados (30,37%) y Ph.D. (20%). En menor cantidad bachilleres (1,48%).

Cuadro 4. Países representados en el dictado de los cursos virtuales

País	Cantidad	%
México	36	26,7
Ecuador	15	11,1
Venezuela	12	8,9
Colombia	12	8,9
Perú	11	8,1
Honduras	10	7,4
Costa Rica	9	6,7
Argentina	9	6,7
Nicaragua	9	6,7
Rep. Dominicana	3	2,2
Guatemala	3	2,2
Panamá	2	1,5
Uruguay	2	1,5
Paraguay	1	0,7
Chile	1	0,7
Total	**135**	**100**

Cuadro 5. Grados académicos de los participantes

Grado académico	Cantidad	%
M.Sc	43	31,85
Lic.	41	30,37
Ph. D	27	20
Otro	12	8,89
BAU	10	7,41
Bach.	2	1,48
Total	**135**	**100**

En el Cuadro 6 se muestra la distribución general de género de los participantes, en donde el 65,93% corresponde a hombres y el restante 34,07% a mujeres. Este es un aspecto relevante, tratándose del sector ganadero, en donde se dice que generalmente la mayoría de los involucrados son hombres.

Cuadro 6. Distribución por género del total de participantes a los cursos virtuales

Género	Cantidad	%
Hombre	89	65,93
Mujer	46	34,07
Total	**135**	**100,00**

En el Cuadro 7 se muestran las personas que matricularon los cursos, los países que representan y la cantidad de cursos que matricularon, así como cuales fueron esos cursos matriculados. El objetivo de este cuadro es conocer la demanda/interés en los cursos según temática tratada. Las marcas (X) representan los cursos matriculadas por cada persona.

Cuadro 7. Cantidad de matriculados

Total	En un curso	En dos cursos	En tres cursos	En cuatro cursos	En cinco cursos
135 personas	72	42	20	0	1

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La experiencia producto de la elaboración de los cursos y los materiales deja varios aspectos a resaltar, por ejemplo, la importancia de un buen diagnóstico de necesidades para la definición de una propuesta de cursos. La convocatoria realizada para la participación de los cursos se realizó con un mes de antelación, lo cual es un tiempo prudencial para medir tiempo de disponibilidad o compromisos por parte del participante y evitar niveles de deserción.

En este sentido, otros aspectos relevantes y que además pueden marcar la pauta para llevar a cabo un curso virtual, por parte de los participantes, es la demanda de tiempo y el requerimiento autodidacta que deben de tener como habilidad las personas que deciden tomar un curso de este tipo. En el desarrollo de estos cursos, se presentó un nivel de deserción de un 60% en total, pese al seguimiento que se dio por parte del especialista en EVA y los tutores. Se presume que este dato puede estar asociado, según la experiencia, en que hayan sido impartidos de manera gratuita, debido a que, cuando se dan de esa forma los cursos, tiene a no ser tan valorados y por eso no los terminan con éxito. De esta lección se podría incurrir en algún costo mínimo en una próxima oportunidad.

Otro aspecto importante es que se logró llevar a más de 130 personas de 12 países de América Latina y el Caribe, por lo que en cuestión de alcance a público meta se podría decir que se alcanzó el objetivo, con niveles de participación por parte de algunos países más elevados, como México, producto de mayor incidencia (contactos) del CATIE en dicho país.

Con respecto a la generación de los materiales para los cursos, el proceso fue enriquecedor, primeramente, porque conllevó desde la preparación del programa con los contenidos del curso, hasta la generación de material exclusivo y adaptado al entorno virtual por los expertos en las diferentes temáticas. Desde el enfoque de gestión de conocimiento propuesto, este proceso cumplió con el cometido de promover el intercambio de conocimiento dentro del entorno virtual o plataforma Moodle con participantes con realidades país diferente y grados académicos de maestría, licenciados y doctores, lo que enriquece el proceso de fortalecimiento de capital humano.

8. BILIOGRAFÍA

Díaz-Barriga, F., Hernández, G. y Rigo, M.A (2011). Experiencias Educativas con recursos digitales: Prácticas de uso y Diseño Tecnopedagógico. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Pezo. D. 2019. Producto 8. Fortalecimiento de Capacidades para la Intensificación Sostenible de los Sistemas de Producción Animal en América Latina y el Caribe: Una propuesta (en prensa).

Pezo, D. 2018a. Cambio climático y desarrollo de la ganadería en América Latina y el Caribe: requisitos de formulación de conocimientos, políticas y proyectos para la inversión. Memorias del Taller FONTAGRO, CATIE, GRA, Banco Mundial y FAO, celebrado en Turrialba, Costa Rica, del 16-19 de abril de 2018. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Alianzas Estratégicas (ORP/GCM) y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, DC. USA. 58 p. (en prensa).

Pezo, D. 2018b. Intensificación sostenible de los sistemas ganaderos frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Estado del Arte. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Alianzas Estratégicas (ORP/GCM) y la Secretaria Técnica Administrativa del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, DC. USA. 84 p. (*en prensa*).

Fedovov, A. 2003. ¿Cómo programar un curso? Guía para elaborar y autoevaluar el programa del curso. Cartago.

9. ANEXOS

Anexo 1. Características principales de los participantes de los cursos

Curso 1. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio

	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO
1	Alfredo González Sotelo	M	PHD	MEX	sotelo.alfredo@inifap.gob.mx
2	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
3	Candela Lucia Alejandra Rodríguez	F	MSC	ARG	longorodriguez@gmail.com
4	Cristian Deposito	M	MSC	ARG	desposito.cristian@inta.gob.ar
5	Eunice Vargas Tizatl	F	LIC	MEX	mvzevt@yahoo.com.mx
6	Feliciano Aguirre García	M	LIC	MEX	faguirre23@hotmail.com
7	Francisco Javier Oñate Mancero	M	MSC	ECU	francisco.oniate@espoch.edu.ec
8	Freddy Argotty Benavides	M	MSC	PER	fargotty@gmail.com
9	Henry Raúl Juscamaita Medina	M	BAU	PER	hrauljus@gmail.com
10	Javier Briones García	M	MSC	ECU	jbriones@mail.ru
11	Jorge Alejandro Serrano García	M	PHD	MEX	promacus40@gmail.com
12	José Chacón Calix	M	OTR	HND	jchacon@fenagh.net
13	José Luis Rivadeneira Rivadeneira	M	PHD	ECU	goshicorivas@hotmail.com
14	Josefina Yanet Blanco Enciso	F	LIC	MEX	yanet19140@gmail.com
15	Juan Leonardo Cardona Iglesias	M	MSC	COL	juanleo012@gmail.com
16	Kiara Cárcamo Quispe	F	OTR	PER	kiarascq@gmail.com
17	Luis Miguel Galo Fajardo	M	LIC	NIC	luigalo@outlook.com
18	Mara Paz Tieri	F	OTR	ARG	mpaztieri@gmail.com
19	María Fernanda Oyuela López	F	PHD	HND	fernandaoyuela@gmail.com
20	María Gabriela Segovia Borges	F	MSC	VEN	marigabysegovia@gmail.com
21	Mariana Chavarría Azofeifa	F	LIC	CRI	MARIANA-CHAVARRIA@HOTMAIL.COM
22	Martin López Marín	M	LIC	PRG	paloblancosapy@gmail.com
23	Miguel Miranda Vado	M	PHD	NIC	miravado@yahoo.com
24	Nicolás Costa Ricagno	M	OTR	URG	ncosta@mgap.gub.uy
25	Oriel Mamani Labra	M	PHD	PER	olabra7@hotmail.com
	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO

26	Orlando Bravo Calle	M	MSC	ECU	obravo@espoch.edu.ec
27	Pedro Alberto Castillo Castillo	M	MSC	MEX	pcastilloc2@gmail.com
28	Raúl Villeda Retózala	M	MSC	GTM	ravilledar@yahoo.es
29	Ridder Somarriba Toruño	M	LIC	NIC	rast_beto@hotmail.com
30	Robert Erreis Peñarreta	M	MSC	ECU	Robert.erreis@gmail.com
31	Roberto Carlos Jara Vera	M	MSC	ECU	rcjara2012@gmail.com
32	Sandra Guísela Durangi Morales	F	MSC	COL	S.DURANGO@CGIAR.ORG
33	Sara Valencia Salazar	F	MSC	MEX	saraudea@gmail.com
34	Sayda Castillo Martínez	F	LIC	NIC	castillo_martinez12@hotmail.com
35	Wilson Barragán Hernández	M	PHD	COL	wilsonbarragan@gmail.com
36	Xavier Zambrano Barberan	M	LIC	ECU	xavierzb69@hotmail.com

Género participantes del Curso 1. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático

Género	Cantidad	%
Hombres	24	66,7
Mujeres	12	33,3
Total	**36**	**100,00**

Grado académico de participantes en Curso 1. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático

Grado	Cantidad	%
PHD	7	19,44
MSC	15	41,67
LIC	9	25,00
OTR	4	11,11
BAU	1	2,78
Total	**36**	**100,00**

Países de participantes en Curso 1. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático

País	Cantidad	%
México	7	19,44
Ecuador	8	22,22
Argentina	3	8,33
Guatemala	1	2,78
Perú	4	11,11
Honduras	2	5,56

País	Cantidad	%
Colombia	3	8,33
Venezuela	1	2,78
Paraguay	1	2,78
Uruguay	1	2,78
Costa Rica	1	2,78
Nicaragua	4	11,11
Total	**36**	**100,00**

Curso 2. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe

	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO
1	Alfredo Guillen Mata	M	MSC	VEN	alfredojguillen@gmail.com
2	Alis Teresa Márquez Araque	F	PHD	VEN	alism@ucla.edu.ve
3	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
4	Anthony Figuera	M	BAU	VEN	anthonyfigueraleiva.120@gmail.com
5	Antonio José Osea Campereo	M	LIC	VEN	antonio.osea@hotmail.com
6	Carlos Toro Jaimes	M	MSC	VEN	carlost2004@gmail.com
7	Cecilia Guadalupe Pereyra Tamayo	F	LIC	MEX	pereytam092@hotmail.com
8	Conrado Ronaldo Quiroz Medina	M	OTR	NIC	conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni
9	Cristian Deposito	M	MSC	ARG	desposito.cristian@inta.gob.ar
10	Elías Ramírez Roustan	M	PHD	NIC	ramirezelias05@yahoo.es
11	Iliana Ximena Pardo Rojas	M	OTR	ECU	ilipardo@hotmail.com
12	Isidro Matamoros Ochoa	M	PHD	HND	imatamoros@zamorano.edu
13	Jaime Oswaldo Valencia Barcena	M	MSC		jovalencia10@hotmail.com
14	Jorge Alejandro Serrano García	M	PHD	MEX	promacus40@gmail.com
15	Juan Carlos Gómez Botero	M	LIC	COL	grecogm@yahoo.com
16	Julio Cesar Rodríguez	M	PHD	MEX	jcrod@guayacan.uson.mx
17	Karen Hernández Cabrera	F	MSC	GTM	karenjudithhernandez@gmail.com
18	Liliana Peralta Guacaneme	M	LIC	COL	lilianapg14@gmail.com
19	Luis David Guzmán Osoria	M	BAU	MEX	tecnicoire.jisoc@gmail.com
20	Mara Paz Tieri	F	OTR	ARG	mpaztieri@gmail.com
21	Mardo Matute Sosa	M	MSC	HND	mardomatute@gmail.com
22	María de Lourdes Rodríguez Ruiz	F	MSC	MEX	mrodriguez27@ucol.mx
23	María Fernanda Oyuela López	F	PHD	HND	fernandaoyuela@gmail.com
	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO

24	María Gabriela Segovia Borges	F	MSC	VEN	marigabysegovia@gmail.com
25	María Isabel Nieto	F	PHD	ARG	mnieto93@hotmail.com
26	María Soledad Ruolo	F	MSC	ARG	sole_ruolo@hotmail.com
27	Mariella Villavicencio Guerra	F	BAU	CHI	mvillavicencio@buin.cl
28	Martha Beatriz Cabrales Delgadillo	F	LIC	MEX	CABRALESB@LIVE.COM.MX
29	Martin López Marín	M	LIC	PRG	paloblancosapy@gmail.com
30	Nahun Espinosa Nucamendi	M	LIC	MEX	Nen2397@hotmail.com
31	Olegario Hernndez	M	PHD	ARG	hernandez.olegario@inta.gob.ar
32	Oriel Mamani Labra	M	PHD	PER	olabra7@hotmail.com
33	Pedro Alberto Castillo Castillo	M	MSC	MEX	pcastilloc2@gmail.com
34	Robert Erreis Peñarreta	M	MSC	ECU	Robert.erreis@gmail.com
35	Roberto Carlos Jara Vera	M	MSC	ECU	rcjara2012@gmail.com
36	Ryder Fernández Centeno	M	BAU		ryderfe@gmail.com
37	Sandra Guisela Durangi Morales	F	MSC	COL	S.DURANGO@CGIAR.ORG
38	Sara Valencia Salazar	F	MSC	MEX	saraudea@gmail.com
39	Verónica Charlón	F	MSC	ARG	charlon.veronica@inta.gob.ar

Género de participantes del Curso 2. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe

Género	Cantidad	%
Hombres	15	39,47
Mujeres	23	60,53
Total	**38**	**100,00**

Grado académico de participantes del Curso 2. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe

Grado	Cantidad	%
MSC	16	41,03
PHD	9	23,08
BAU	4	10,26
OTR	3	7,69
LIC	7	17,95
Total	**39**	**100,00**

Países de participantes del Curso 2. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe

País	Cantidad	%

Venezuela	6	16,67
Ecuador	4	11,11
México	9	25,00
Argentina	6	16,67
Nicaragua	2	5,56
Honduras	3	8,33
Colombia	3	8,33
Guatemala	1	2,78
Chile	1	2,78
Paraguay	1	2,78
Total	**36**	**100,00**

Curso 3. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y su impacto potencial en sistemas ganaderos

	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	EMAIL
1	Adrián Vega López	M	MSC	MEX	avega.cgg@sader.gob.mx
2	Alfredo Gonzales Sotelo	M	PHD	MEX	sotelo.alfredo@inifap.gob.mx
3	Alfredo Guillen Mata	M	MSC	VEN	alfredojguillen@gmail.com
4	Alisteresa Márquez Araque	F	PHD	VEN	alism@ucla.edu.ve
5	Amilcar Beitia Mendoza	M	MSC	PAN	abeitia27@hotmail.com
6	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
7	Angie Katherine Rodríguez Ramírez	F	BAC	COL	akrodriguez54@misena.edu.co
8	Angélica Anahi Pérez Díaz	M	PHD	MEX	anny_chapa_93@hotmail.com
9	Anthony Figuera	M	BAU	VEN	anthonyfigueraleiva.120@gmail.com
10	Bairon Richard Dutan Vintimilla	M	BAU	ECU	bdutannc_17@hotmail.com
11	Bernal Astorga Mora	M	PHD	PAN	bernalastorgam1@hotmail.com
12	Carlos Lizárraga Celaya	M	PHD	MEX	CLIZARRAGA@GMAIL.COM
13	Edward Ordoñez Castellón	M	LIC	HND	edwardordenez@hotmail.com
14	Enrique Watanabe Escobedo	M	BAC	PER	eswe2001@hotmail.com
15	Erika Escobar Losada	F	BAU	COL	eaescobarl@ut.edu.co
16	Ernesto Espiga Sevilla	M	LIC	HND	ernestoespiga@gmail.com
17	Francisco Enrique Franco Febres	M	MSC	PER	fefranco90@gmail.com
18	Freddy Argotty Benavides	M	MSC	PER	fargotty@gmail.com
19	Iliana Ximena Pardo Rojas	M	OTR	ECU	ilipardo@hotmail.com
20	Isidro Matamoros Ochoa	M	PHD	HND	imatamoros@zamorano.edu
21	Jaime Francisco Magadaleno Ramos	M	LIC	MEX	ing.jaifra1988@hotmail.com
22	Jaime Oswaldo Valencia Barcena	M	MSC		jovalencia10@hotmail.com
23	Jorge Antonio Romero Estacio	M	MSC	PER	joranre@hotmail.com
	NOMBRE	**GÉNERO**	**GRADO**	**PAÍS**	**CORREO ELECTRÓNICO**
24	José Luis Contreras Santos	M	MSC	COL	jlcontrerassantos@gmail.com

25	Juan Carlos Gómez Botero	M	LIC	COL	grecogm@yahoo.com
26	Juan Leonardo Cardona Iglesias	M	MSC	COL	juanleo012@gmail.com
27	Julio Cesar Rodríguez	M	PHD	MEX	jcrod@guayacan.uson.mx
28	Karen Hernández Cabrera	F	MSC	GTM	karenjudithhernandez@gmail.com
29	Kiara Cárcamo Quispe	F	OTR	PER	kiarascq@gmail.com
30	Laura Aragón Melchor	F	MSC	MEX	laragonm@yahoo.com
31	Lismar Johana Ramírez Alfonzo	F	BAU	VEN	RAMIREZLISMAR@GMAIL.COM
32	Luis Alejandro Herrera Llampallas	M	LIC	MEX	llampallasl@gmail.com
33	María Rodríguez Ruiz	F	MSC	MEX	mrodriguez27@ucol.mx
34	María Fernanda Oyuela López	F	PHD	HND	fernandaoyuela@gmail.com
35	María Gabriela Segovia Borges	F	MSC	VEN	marigabysegovia@gmail.com
36	María Isabel Nieto	F	PHD	ARG	mnieto93@hotmail.com
37	María Olivares Demey	F	LIC	VEN	OLIVARESDEMEY@GMAIL.COM
38	María Soledad Ruolo	F	MSC	ARG	sole_ruolo@hotmail.com
39	Mariella Villavicencio Guerra	F	BAU	CHI	mvillavicencio@buin.cl
40	Mario de Jesús Ruiz López	M	LIC	MEX	ruizlopez129@gmail.com
41	María Guadalupe Cruz Barcenas	F	LIC	MEX	lupitabarcenas0712@hotmail.com
42	Miguel Miranda Vado	M	PHD	NIC	miravado@yahoo.com
43	Nicolás Costa Ricagno	M	OTR	URG	ncosta@mgap.gub.uy
44	Olegario Hernández	M	PHD	ARG	hernandez.olegario@inta.gob.ar
45	Olman Gaitan Morga	M	LIC	HND	olmandgmorg@hotmail.com
46	Oscar Ponce Martínez	M	PHD	MEX	direccion@jira.org.mx
47	Oscar Rojas Nucamendi	M	LIC	MEX	oscar_r24k@hotmail.com
48	Pedro Cisneros Saguilan	M	PHD	MEX	granpeter65@hotmail.com
49	Roberto Carlos Jara Vera	M	MSC	ECU	rcjara2012@gmail.com
50	Roger Iván Gamboa Torres	M	PHD	MEX	eldoriangt18@hotmail.com
51	Roselia Ramírez Díaz	F	MSC	MEX	ramirez.rrd@gmail.com
52	Ryder Fernández Centeno	M	BAU		ryderfe@gmail.com
53	Sandra Guísela Durangi Morales	F	MSC	COL	S.DURANGO@CGIAR.ORG
54	Sara Valencia Salazar	F	MSC	MEX	saraudea@gmail.com
55	Saúl Salazar Sequea	M	MSC	VEN	SAULSALAZAR35@YAHOO.ES
56	Sayda Castillo Martínez	F	LIC	NIC	castillo_martinez12@hotmail.com
57	Verónica Charlón	F	MSC	ARG	charlon.veronica@inta.gob.ar
58	Walfredo López Antón	M	LIC	GTM	lopezwalfredo9@gmail.com
59	Yuly Catalina Zapata Arango	F	MSC	COL	catalina.zapataarango@gmail.com

Grado académico de participantes del Curso 3. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y su impacto potencial en sistemas ganaderos

Grado	Cantidad	%
MSC	22	37,29
PHD	14	23,73
BAC	2	3,39
LIC	12	20,34
BAU	6	10,17
OTR	3	5,08
Total	59	100,00

Género de participantes del Curso 3. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y su impacto potencial en sistemas ganaderos

Género	Cantidad	%
Mujeres	37	62,71
Hombres	22	37,29
Total	59	100,00

Países de participantes del Curso 3. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y su impacto potencial en sistemas ganaderos

País	Cantidad	%
México	17	29,82
Venezuela	7	12,28
Panama	2	3,51
Ecuador	4	7,02
Colombia	7	12,28
Honduras	5	8,77
Perú	5	8,77
Guatemala	2	3,51
Argentina	4	7,02
Chile	1	1,75
Nicaragua	2	3,51
Uruguay	1	1,75
Total	57	100,00

Curso 4. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, con énfasis en la ganadería

	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO
1	Abraham Antonio Cuesta Moreno	M	BAU	MEX	Abrahamdrum24@gmail.com
2	Adrián Vega López	M	MSC	MEX	avega.cgg@sader.gob.mx
3	Alejandro Chacón Vázquez	M	LIC	MEX	compachino6655@hotmail.com
4	Alfredo Guillen Mata	M	MSC	VEN	alfredojguillen@gmail.com
5	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
6	Angélica Rodríguez	F	LIC	MEX	amrodriguez.cgg@sader.com
7	Aquiles Cabrera Espinosa	M	LIC	MEX	aquiles.cabrera@outlook.com
8	Astrid Sons Anaya	F	BAU	COL	acsonsa@ut.edu.co
9	Bernal Astorga Mora	M	MSC	PAN	bernalastorgam1@hotmail.com
10	Carlos Toro Jaimes	M	MSC	VEN	carlost2004@gmail.com
11	Conrado Ronaldo Quiroz Medina	M	OTR	NIC	conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni
12	Elena del Carmen Castillo Domínguez	F	OTR	PER	ecastillo@progreso.org.pe
13	Elia Inés Hernández Cruz	F	LIC	MEX	ines.hernandez@pronatura.org.mx
14	Fátima Monserrat Urbina Cruz	F	LIC	MEX	fatima.urbinacruz@gmail.com
15	Francisco Gutberto Pico Franco	M	MSC	ECU	ingenieropico@hotmail.com
16	Jaime Magadaleno Ramos	M	LIC	MEX	ing.jaifra1988@hotmail.com
17	Javier Miranda Sánchez	M	LIC	MEX	ja.miranda@sader.gob.mx
18	Javier Briones García	M	MSC	ECU	jbriones@mail.ru
19	Jorge Alejandro Serrano García	M	PHD	MEX	promacus40@gmail.com
20	Jorge Antonio Romero Estacio	M	MSC	PER	joranre@hotmail.com
21	José Chacón Calix	M	OTR	HND	jchacon@fenagh.net
22	José Hernández Guevara	M	MSC	PER	joseduhg@gmail.com
23	José Luis Contreras Santos	M	MSC	COL	jlcontrerassantos@gmail.com
24	Kazandra Malú Barreto Romero	F	MSC	VEN	kazmalu@gmail.com
25	Lismar Johana Ramírez Alfonzo	F	OTR	VEN	RAMIREZLISMAR@GMAIL.COM
26	Mara Paz Tieri	F	OTR	ARG	mpaztieri@gmail.com
27	María Alejandra Villeda Laguna	F	LIC	MEX	villedaale@hotmail.com
28	María de Lourdes Rodríguez Ruiz	F	MSC	MEX	mrodriguez27@ucol.mx
29	María Isabel Ríos Quituizaca	F	MSC	ECU	marisabelriosq@gmail.com
30	Mariana Chavarría Azofeifa	F	LIC	CRI	MARIANA-CHAVARRIA@HOTMAIL.COM
31	Mariella Villavicencio Guerra	F	BAU	CHI	mvillavicencio@buin.cl

	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO
33	Miguel Antonio Miranda Vado	M	PHD	NIC	miravado@yahoo.com
34	Nahun Espinosa Nucamendi	M	LIC	MEX	Nen2397@hotmail.com
35	Oscar de la Rosa	M	PHD	NIC	delarosa100@gmail.com
36	Oscar Rojas Nucamendi	M	LIC	MEX	oscar_r24k@hotmail.com
37	Osmel Rivas Rodríguez	M	LIC	VEN	OSMEL_R84@HOTMAIL.COM
38	Pedro Alberto Castillo Castillo	M	MSC	MEX	pcastilloc2@gmail.com
39	Pedro Monge Cardoza	M	OTR	HND	pedromongec@gmail.com
40	Rafael Rodríguez Camacho	M	LIC	VEN	rafaelrodriguez9317@gmail.com
41	Raúl Villeda Retolaza	M	MSC	GTM	ravilledar@yahoo.es
42	Ridder Somariba Toruño	M	PHD	NIC	ridder.somarriba@ev.unanleon.edu.ni
43	Robert Erreis Peñarreta	M	MSC	ECU	Robert.erreis@gmail.com
44	Roger Iván Gamboa Torres	M	PHD	MEX	eldoriangt18@hotmail.com
45	Rosario Zanabria Mallqui	F	MSC	PER	zanabria27rm@gmail.com
46	Roselia Ramírez Díaz	F	MSC	MEX	ramirez.rrd@gmail.com
47	Saúl Salazar Sequea	M	MSC	VEN	SAULSALAZAR35@YAHOO.ES
48	Teresita de Jesús Castro Castillo	F	MSC	MEX	tereca99@gmail.com
49	Yuly Catalina Zapata Arango	F	MSC	COL	catalina.zapataarango@gmail.com

Género de participantes del Curso 4. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe con énfasis en la ganadería

Género	Cantidad	%
Hombres	30	61,22
Mujeres	19	38,78
Total	**49**	**100,00**

Grado académico de participantes del Curso 4. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe con énfasis en la ganadería

Grado	Cantidad	%
BAU	3	6,12
MSC	21	42,86
LIC	14	28,57
PHD	5	10,20
OTR	6	12,24
Total	**49**	**100,00**

Países de participantes del Curso 4. Innovaciones para la intensificación sostenible de sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe con énfasis en la ganadería

País	Cantidad	%
Argentina	1	2,13
Chile	1	2,13
México	17	36,17
Venezuela	7	14,89
Ecuador	5	10,64
Colombia	3	6,38
Panamá	1	2,13
Nicaragua	4	8,51
Perú	4	8,51
Guatemala	1	2,13
Honduras	2	4,26
Costa Rica	1	2,13
Total	**47**	**100,00**

Curso 5. Condiciones habilitadoras para la promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático en América Latina y el Caribe: estudios de casos

	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO
1	Abraham Antonio Cuesta Moreno	M	BAU	MEX	Abrahamdrum24@gmail.com
2	Amanda Cora	F	MSC	ARG	cora.amanda@inta.gob.ar
3	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
4	Angelica Anahi Perez Díaz	F	LIC	MEX	anny_chapa_93@hotmail.com
5	Antony Bienvenido Mateo Tejeda	M	OTR	DOM	antonymateo24@gmail.com
6	Bernal Astorga Mora	M	MSC	PAN	bernalastorgam1@hotmail.com
7	Caridad Martínez Ordoñez	F	MSC	HND	bonsayhn@yahoo.com
8	Claudia Sepulveda López	M	PHD	CRI	CSEPUL@CATIE.AC.CR
9	Cristian David Henao Ramírez	M	BAU	CRI	CRISTIAN.HENAO1996@GMAIL.COM
10	Darlyn Malca López	M	PHD	PER	dmalcal15@unc.edu.pe
11	Edgar Huayanay Gonzales	M	LIC	CRI	edgarhuayanaygonzales@gmail.com
12	Eduardo Méndez Ayala	M	LIC	URG	eduardomendez@adinet.com.uy

	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO
14	Erick Oliva Fuentes	M	LIC	HND	erickdaniel2005@hotmail.com
15	Ernesto Espiga Sevilla	M	LIC	HND	ernestoespiga@gmail.com
16	Eunice Vargas Tizatl	F	LIC	MEX	mvzevt@yahoo.com.mx
17	Francisco Enrique Franco Febres	M	MSC	PER	fefranco90@gmail.com
18	Freddy Argotty Benavides	M	MSC	PER	fargotty@gmail.com
19	Javier Briones García	M	MSC	ECU	jbriones@mail.ru
20	Jean Carlos Polanco Gomez	M	OTR	CRI	jean.polanco@catie.ac.cr
21	Jhon Alexander Carrillo Rozo	M	PHD	COL	ing.carrillorozo@gmail.com
22	Johanna Zambrano Benavides	F	MSC	ECU	jovy_zambrano@hotmail.com
23	José Antonio Jiménez Trujillo	M	PHD	MEX	joseanji@catie.ac.cr
24	Laura Margarita Cortes Urquijo	F	LIC	CRI	laura.cortes@catie.ac.cr
25	Luis Ezequiel González González	M	OTR	DOM	ezequielgonzg1988@hotmail.com
26	Luis León Paez Gual	M	PHD	CRI	luis.leon-paez@catie.ac.cr
27	Manuel de Jesús Velásquez Melgar	M	PHD	CRI	manuel.velasquez@catie.ac.cr
28	María Alejandra Villeda Laguna	F	LIC	MEX	villedaale@hotmail.com
29	María Isabel Ríos Quituizaca	F	MSC	ECU	marisabelriosq@gmail.com
30	Mariana Chavarría Azofeifa	F	LIC	CRI	MARIANA-CHAVARRIA@HOTMAIL.COM
31	Mario Chiquito Freire	M	LIC	ECU	mario.chiquito@agrocalidad.gob.ec
32	Nahun Espinosa Nucamendi	M	LIC	MEX	Nen2397@hotmail.com
33	Olegario Hernández	M	PHD	ARG	hernandez.olegario@inta.gob.ar
34	Regina López Martínez	F	LIC	CRI	regina.lopezmartinez@gmail.com
35	Ricardo González Quintero	M	PHD	COL	ricardo.gonzalezq@udea.edu.co
36	Ridder Somarriba Toruño	M	LIC	NIC	rast_beto@hotmail.com
37	Rosario Zanabria Mallqui	F	MSC	PER	zanabria27rm@gmail.com
	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO

39	Yisneiry Tapia Polanco	F	MSC	DOM	yisneiry.tapia@catie.ac.cr

Género de participantes del Curso 5. Condiciones habilitadoras para la promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático en América Latina y el Caribe: estudios de casos

Género	Cantidad	%
Hombres	24	61,54
Mujeres	15	38,46
Total	**39**	**100,00**

Grado académico de los participantes del Curso 5. Condiciones habilitadoras para la promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático en América Latina y el Caribe: estudios de casos

Grado	Cantidad	%
BAU	2	5,13
MSC	12	30,77
LIC	14	35,90
OTR	3	7,69
PHD	8	20,51
Total	**39**	**100,00**

Países de los participantes del Curso 5. Condiciones habilitadoras para la promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático en América Latina y el Caribe: estudios de casos

País	Cantidad	%
México	7	18,42
Argentina	2	5,26
Ecuador	6	15,79
Rep. Dominicana	3	7,89
Panamá	1	2,63
Costa Rica	9	23,68
Perú	4	10,53
Uruguay	1	2,63
Honduras	2	5,26
Colombia	2	5,26
Nicaragua	1	2,63
Total	**38**	**100,00**

Anexo 2. Personas matriculadas por país y según curso matriculado

No.	Nombre	País	Cantidad de Cursos	Curso 1	Curso 2	Curso 3	Curso 4	Curso 5
1	Abraham Antonio Cuesta Moreno	MEX	2				X	X
2	Adrián Vega López	MEX	2			X	X	
3	Alejandro Chacón Vázquez	MEX	1			3	X	
4	Alfredo Gonzales Sotelo	MEX	2	X		X		
5	Alfredo Guillen Mata	VEN	3		X	X	X	
6	Alis Teresa Márquez Araque	VEN	2		X	X		
7	Amanda Cora	ARG	1					X
8	Amilcar Beitia Mendoza	PAN	1			X		
9	Andrea Lema Aguirre	ECU	5	X	X	X	X	X
10	Angélica Anahi Pérez Díaz	MEX	1					X
11	Angélica Rodríguez	MEX	1			X		
12	Angie Katherine Rodríguez Ramírez	COL	1				X	
13	Anthony Figuera	VEN	1			X		
14	Antonio José Osea Campereo	VEN	2		X			X
15	Anthony Bienvenido Mateo Tejeda	DOM	1		X			
16	Aquiles Cabrera Espinosa	MEX	1					X
17	Astrid Sons Anaya	COL	1				X	
18	Bairon Richard Datan Vintimilla	ECU	1				X	
19	Bernal Astorga Mora	PAN	1			X		
20	Candela Lucia Alejandra Rodríguez	ARG	3			X	X	X
21	Caridad Martínez Ordoñez	HND	1	X				
22	Carlos Lizárraga Celaya	MEX	1					X
23	Carlos Toro Jaimes	VEN	1			X		
24	Cecilia Guadalupe Pereyra Tamayo	MEX	2		X		X	

No.	Nombre	País	Cantidad de Cursos	Curso 1	Curso 2	Curso 3	Curso 4	Curso 5
25	Claudia Sepúlveda López	CRI	1		X			
26	Conrado Ronaldo Quiroz Medina	NIC	1					X
27	Cristian David Henao Ramírez	CRI	2		X		X	
28	Cristian Deposito	ARG	1					X
29	Darlyn Malca López	PER	2	X	X			
30	Edgar Huayanay Gonzales	CRI	1					X
31	Eduardo Méndez Ayala	URG	1					X
32	Edward Ordoñez Castellón	HND	1					X
33	Elena del Carmen Castillo Domínguez	PER	1			X		
34	Elia Inés Hernández Cruz	MEX	1				X	
35	Eliana Teresa Baque Guerra	ECU	1				X	
36	Elías Ramírez Roustan	NIC	1					X
37	Enrique Watanabe Escobedo	PER	1		X			
38	Erick Oliva Fuentes	HND	1			X		
39	Erika Escobar Losada	COL	1					X
40	Eunice Vargas Tizatl	HND	1			X		
41	Fátima Monserrat Urbina Cruz	MEX	2			X		X
42	Feliciano Aguirre García	MEX	2	X				X
43	Francisco Enrique Franco Febres	MEX	1				X	
44	Francisco Gutberto Pico Franco	PER	1	X				
45	Francisco Javier Oñate Mancero	ECU	2			X		X
46	Freddy Argotty Benavides	ECU	1	X				
47	Henry Raúl Juscamaita Medina	PER	1				X	
48	Iliana Ximena Pardo Rojas	PER	3	X		X		X
49	Isidro Matamoros Ochoa	ECU	1	X				
50	Jaime Francisco Magadaleno Ramos	HND	2		X	X		
51	Jaime Magadaleno Ramos	MEX	2		X	X		

No.	Nombre	País	Cantidad de Cursos	Curso 1	Curso 2	Curso 3	Curso 4	Curso 5
52	Jaime Oswaldo Valencia Bárcena		2			X	X	
53	Javier Briones García	ECU	2		X	X		
54	Javier Miranda Sánchez	MEX	1				X	
55	Jean arlos Polanco Gómez	CRI	3	X			X	X
56	Jhon Alexander Carrillo Rozo	COL	1					X
57	Johanna Zambrano Benavides	ECU	1					X
58	Jorge Alejandro Serrano García	MEX	1					X
59	Jorge Antonio Romero Estacio	PER	3	X	X		X	
60	José Antonio Jiménez Trujillo	MEX	2			X	X	
61	José Chacón Calix	HND	1					X
62	José Hernández Guevara	PER	2	X			X	
63	José Luis Contreras Santos	COL	1				X	
64	José Luis Rivadeneira Rivadeneira	ECU	2			X	X	
65	Josefina Yanet Blanco Enciso	MEX	1	X				
66	Juan Carlos Gómez Botero	COL	1	X				
67	Juan Leonardo Cardona Iglesias	COL	2		X	X		
68	Julio Cesar Rodríguez	MEX	2	X		X		
69	Karen Hernández Cabrera	GTM	2		X	X		
70	Kazandra Malú Barreto Romero	VEN	2		X	X		
71	Kiara Cárcamo Quispe	PER	1				X	
72	Laura Aragón Melchor	MEX	2	X		X		
73	Laura Margarita Cortes Urquijo	CRI	1			X		
74	Liliana Peralta Guacaneme	COL	1					X
75	Lismar Johana Ramírez Alfonzo	VEN	1		X			
76	Luis Alejandro Herrera Llampallas	MEX	2			X	X	
77	Luis David Guzmán Osoria	MEX	1			X		
78	Luis Ezequiel González González	DOM	1		X			

No.	Nombre	País	Cantidad de Cursos	Curso 1	Curso 2	Curso 3	Curso 4	Curso 5
79	Luis León Páez Gual	CRI	1					X
80	Luis Miguel Galo Fajardo	NIC	1					X
81	Manuel de Jesús Velásquez Melgar	CRI	1	X				
82	Mara Paz Tieri	ARG	1					X
83	Mardo Matute Sosa	HND	3	X	X		X	
84	María Alejandra Villeda Laguna	MEX	1		X			
85	María de Lourdes Rodríguez Ruiz	HND	2				X	X
86	María Fernanda Oyuela López	VEN	3		X	X	X	
87	María Gabriela Segovia Borges	MEX	3	X	X	X		
88	María Guadalupe Cruz Bárcenas	ARG	3	X	X	X		
89	María Isabel Nieto	ECU	2			X	X	
90	María Isabel Ríos Quituizaca	VEN	2		X	X		
91	María Olivares Demey	MEX	2				X	X
92	María Rodríguez Ruiz	ARG	1			X		
93	María Soledad Ruolo	CRI	2		X	X		
94	Mariana Chavarría Azofeifa	CHI	3	X			X	X
95	Mariella Villavicencio Guerra	ECU	3		X	X	X	
96	Mario Chiquito Freire	MEX	1					X
97	Mario de Jesús Ruiz López	MEX	1			X		
98	Martha Beatriz Cabrales Delgadillo	PRG	1		X			
99	Martin López Marín	NIC	2	X	X			
100	Miguel Antonio Miranda Vado	MEX	2	X			X	
101	Nahun Espinosa Nucamendi	URG	1			X		
102	Nicolás Costa Ricagno	ARG	3		X		X	X
103	Olegario Hernández	HND	2	X		X		
104	Olman Gaitán Morga	PER	3		X	X		X
105	Oriel Mamani Labra	ECU	1			X		

No.	Nombre	País	Cantidad de Cursos	Curso 1	Curso 2	Curso 3	Curso 4	Curso 5
106	Orlando Bravo Calle	NIC	2	X	X			
107	Oscar de la Rosa	MEX	1	X				
108	Oscar Ponce Martínez	MEX	1				X	
109	Oscar Rojas Nucamendi	VEN	1			X		
110	Osmel Rivas Rodríguez	MEX	2			X	X	
111	Pedro Alberto Castillo Castillo	MEX	1				X	
112	Pedro Cisneros Saguilan	HND	3	X	X		X	
113	Pedro Monge Cardoza	VEN	1			X		
114	Rafael Rodríguez Camacho	GTM	1				X	
115	Raúl Villeda Retolaza	CRI	1				X	
116	Regina López Martínez	COL	2	X			X	
117	Ricardo González Quintero	NIC	1					X
118	Ridder Somarriba Toruño	NIC	3	X			X	X
119	Robert Erreis Peñarreta	ECU	3	X	X		X	
120	Roberto Carlos Jara Vera	ECU	3	X	X	X		
121	Roger Ivan Gamboa Torres	MEX	2			X	X	
122	Rosario Zanabria Mallqui	PER	2				X	X
123	Roselia Ramírez Díaz	MEX	2			X	X	
124	Ryder Fernández Centeno		2		X	X		
125	Sandra Guisela Durangi Morales	COL	3	X	X	X		
126	Sara Valencia Salazar	MEX	3	X	X	X		
127	Saúl Salazar Sequea	VEN	2			X	X	
128	Sayda Castillo Martínez	NIC	2	X		X		
129	Teresita de Jesús Castro Castillo	MEX	2				X	X
130	Verónica Charlon	ARG	2		X	X		
131	Walfredo López Anton	GTM	1			X		
132	Wilson Barragán Hernández	COL	1	X				

No.	Nombre	País	Cantidad de Cursos	Curso 1	Curso 2	Curso 3	Curso 4	Curso 5
133	Xavier Zambrano Barberan	ECU	1	X				
134	Yisneiry Tapia Polanco	DOM	1					X
135	Yuly Catalina Zapata Arango	COL	2			X	X	

Anexo 3. Informe de curso virtual 1. Opciones silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para la intensificación sostenible de la ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático

1. INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera en la región de América latina y el Caribe juega un rol muy importante porque contribuye directamente en las economías de los países aportando 127 billones de dólares al año y aporta el 39 % del PIB agropecuario en esta región. Genera empleos y soporta la agricultura familiar del 80% de los productores ganaderos de la región. El sector ganadero es de gran importancia para lograr varias de las metas de los objetivos de desarrollo sostenible incluyendo la reducción de la pobreza y del hambre, el trabajo decente y el crecimiento económico, la producción responsable, las acciones por el clima, las alianzas para el logro de los objetivos y el uso apropiado del agua y de los recursos energéticos.

Sin embargo, cerca del 70% de las áreas de pastoreo de América Latina y el Caribe se encuentran en diversos grados del proceso de degradación. Los sistemas de producción ganaderos tradicionales presentan baja productividad, rentabilidad, alto impacto ambiental y generalmente terminan siendo insostenibles. Por otra parte, la ganadería enfrenta una serie de retos entre los que se mencionan el cambio climático, el incremento en la demanda de alimentos de origen animal, la cual deberá aumentar entre los años 2000 y 2050 en alrededor de 70% debido al crecimiento de la población y al aumento del consumo per cápita. Existen evidencias donde las cadenas de suministros de la carne están asociadas a un incremento en la deforestación y este conjunto de problemas mencionados anteriormente ha resultado en una llamada de consumidores y empresas responsables y entidades involucradas en la cadena de producción para que el sector ganadero cumpla con los estándares de trazabilidad, ambiente, clima y sociales.

Una de las opciones más importantes para incrementar la sostenibilidad de los sistemas de producción ganaderos en áreas tropicales lo constituye la incorporación en las fincas de sistemas silvopastoriles. Es importante mencionar que en América latina y el Caribe existe una alta diversidad de los sistemas de producción animal incluyendo bovinos, caprinos y ovinos los cuales se presentan en diferentes zonas agroecológicas tales como las zonas húmedas, subhúmedas, áridas, y socioeconómicas.

Los sistemas silvopastoriles son sistemas de producción ganaderos que han demostrados muchas ventajas al compararlos con los sistemas de producción tradicionales en cuanto a la productividad, rentabilidad, generación de servicios ecosistémicos, diversificación con productos maderables y no maderables, adaptación ante el cambio climático, reducción de emisiones netas de gases de efecto de invernadero, utilización de los recursos propios de las fincas, reducción ante amenazas climáticas o económicas, entre otras opciones, por lo anterior los sistemas silvopastoriles son opciones de producción pecuarias que le confieren sostenibilidad a los sistemas de producción ganaderos.

A pesar de las bondades de los sistemas silvopastoriles existen pocos ejemplos sobre el escalamiento de los sistemas silvopastoriles en la región debido a la falta de conocimiento de los productores y de extensionistas, los costos de inversión inicial y la falta de incentivos para invertir en estos sistemas.

Por lo tanto, el CATIE ofrece el curso virtual "Opciones silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático" para que productores, técnicos y extensionistas de diferentes países y regiones de ALC fortalezcan sus capacidades y cuenten con novedosas herramientas para que sean capaces de promover en sus países sistemas silvopastoriles que ayuden a incrementar la sostenibilidad de los sistemas de producción ganaderos presentes en la región y con ello se logre una mejorar calidad de vida para las familias ganaderas, incrementar la generación de servicios ecosistémicos, reducir las emisiones y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenibles.

2. OBJETIVOS

General

Fortalecer las capacidades de técnicos y extensionistas de diferentes regiones de ALC para que promuevan la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas y que los conocimientos adquiridos sirvan como herramientas para aumentar la productividad, diversificar la producción, mejorar el balance de carbono e incrementar la resiliencia al cambio climático.

Específicos

1- Presentar la importancia de la ganadería para la región de América Latina y el Caribe (ALC)
2- Impartir conceptos básicos sobre sistemas silvopastoriles, presentar sistemas silvopastorles que se adapten a diferentes condiciones agroecológicas y socioeconómicas y a diferentes sistemas de producción
3- Analizar la situación actual y perspectivas de los sistemas ganaderos tradicionales en ALC con énfasis en la degradación ambiental, relaciones con el clima, económica y social
4- Presentar los beneficios de las opciones silvopastoriles y otras buenas prácticas de producción sobre el bienestar animal y la sostenibilidad económica, ambiental y social en el sistema de finca
5- Analizar como los sistemas silvopastoriles contribuyen a incrementar la resiliencia y a mitigar el cambio climático
6- Presentar experiencias de adopción de sistemas silvopastoriles utilizando mecanismos financieros y no financieros
7- Presentar buenas ganaderas que contribuyen a la intensificación Sostenible de la Ganadería

3. INFORMACIÓN GENERAL

- Nombre del curso: Opciones silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para la intensificación sostenible de una ganadería baja en emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al cambio climático
- Código de curso: 001
- Fechas (inicio y cierre): 1-15/04/2019
- Nombre del tutor: Francisco Casasola Coto, M.Sc.
- Número de horas: 35

- Tipo de convocatoria: abierta
- Número de participantes: inscritos 36 participantes, de los cuales 9 participaron activamente del curso.

4. CONTENIDOS DEL CURSO

Unidad 1. Enfoque de ganadería tradicional versus ganadería intensiva

1.1 Importancia de la ganadería en ALC
1.2 Sistemas de ganadería tradicional en ALC
1.3 Impacto de la ganadería tradicional en los recursos naturales
1.4 Impacto de la ganadería tradicional sobre aspectos productivos, económicos y ambientales
1.5 Definición de ganadería intensiva
1.6 Intensificación de la ganadería

Unidad II. Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para promover una la intensificación sostenible de la ganadería

2.1 Definición de sistemas silvopastoriles (SSP)
2.2 Tipos de sistemas silvopastoriles
2.3 Criterios de selección de especies a emplear en sistemas silvopastoriles
2.4 Principales SSP implementados en zonas ganaderas en ALC
2.5 Costos de establecimiento mantenimiento y utilización de los principales SSP implementados en las regiones
2.6 Buenas Prácticas Ganaderas para la Intensificación Sostenible de la Ganadería

Unidad III. Beneficios directos e indirectos de la aplicación de opciones silvopastoriles como formas de intensificación sostenible de la producción animal

3.1 Efectos de los SSP sobre la producción de pastos y sobre las características de los suelos
3.2 Efectos sobre la eficiencia económica del sistema
3.3 Efectos de los SSP sobre la producción animal
3.4 Efecto de los SSP sobre la generación de servicios ecosistémicos
3.5 SSP y su contribución en los sistemas ganaderos para incrementar la resiliencia y la mitigación al cambio climático
3.6 Video complementario SSP de CATIE

Unidad IV. Experiencias de adopción de sistemas silvopastoriles utilizando mecanismos financieros y no financieros

4.1 PSA GEF Silvopastoril
4.2 PSA FONAFIFO, Costa Rica
4.3 Proyecto: Mercados centroamericanos para la biodiversidad CAMBio
4.4 Escuelas de Campo

5. EVALUACIÓN

Se presentaron guías que ilustraron detalladamente el desarrollo de cada una de las unidades y actividades del curso. Las evaluaciones cortas fueron desarrolladas en la plataforma Moodle y se permitió su el acceso a la aplicación de exámenes una sola vez por participante, esto para que tuvieran las previsiones del caso. Se realizaron foros asincrónicos en donde los participantes realizaron sus aportes o plantearán sus dudas con base en un tema o una pregunta propuesta por el profesor. El detalle de las evaluaciones se incluye en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rubros a evaluar en el desarrollo del curso

Rubros a evaluar	Peso relativo (%)
Examen corto (Quiz)	30
Examen corto (Quiz)	30
Examen corto (Quiz)	40
Total	**100**

Nota: la nota mínima de aprobación del curso 21/ 30 (equivalente a 70). Las evaluaciones fueron realizadas utilizando el aula virtual.

6. HORARIO DE CONSULTAS

El profesor ingresó al aula virtual al menos cada dos días para monitorear, dar seguimiento y responder consultas realizadas por los participantes durante el desarrollo del curso.

7 DESARROLLO DEL CURSO

7.1 Desarrollo académico

- Cumplimiento de los objetivos: se cumplieron totalmente, de acuerdo a las competencias alcanzadas por los participantes que completaron el curso.
- Enfoque pedagógico: el curso se basó en el modelo de aprendizaje constructivista.
- Efectividad del curso: se consiguió el resultado esperado.
- Uso de recursos en Moodle: se empleó la plataforma Moodle, hubo poca participación en los foros sociales y de consultas. Algunos participantes utilizaron el correo electrónico para realizar sus consultas.
- Relevancia de los contenidos: el curso desarrolló contenidos propios para el aprendizaje en el entorno virtual, aunque se apoyó en cursos realizados previamente por el personal de la unidad de ganadería ambiental del CATIE y se desarrolló en una secuencia lógica que permitió a los participantes interiorizar los materiales y ganar conocimientos para dar respuesta a los objetivos planteados.

7.2 Metodología del curso

El curso se desarrolló en el aula de la plataforma de educación virtual del CATIE. Esta metodología permitió a los estudiantes atender el curso, desde cualquier lugar en donde dispusieran de acceso a

internet. El curso constó de cuatro unidades, las cuales estuvieron disponibles para los participantes durante el periodo de realización del curso, además se asignaron documentos de lectura opcional para que los participantes ampliaran sus conocimientos. Los participantes tuvieron la libertad de planificar el desarrollo de las actividades asincrónicas[5], esto les permitió acceder al curso en horarios que posibilitaron su interacción con la plataforma virtual. El profesor estuvo respondió las inquietudes individuales de cada participante del curso.

7.3 Tecnología

Varios de los participantes olvidaron seguir el cronograma del curso y no pudieron realizar los quices en las fechas previstas. La mayoría de los participantes aprovecharon el curso y realizaron todas las actividades propuestas.

8 INSCRITOS

Se registraron en el curso 36 participantes (Cuadro 2) de los cuales se realizaron al menos una prueba 17.

Cuadro 2. Nombres de los participantes inscritos al curso

COD	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO
1	Alfredo Gonzalez Sotelo	M	PHD	MEX	sotelo.alfredo@inifap.gob.mx
2	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
3	Candela Lucia Alejandra Rodriguez	F	MSC	ARG	longorodriguez@gmail.com
4	Cristian Desposito	M	MSC	ARG	desposito.cristian@inta.gob.ar
5	Eunice Vargas Tizatl	F	LIC	MEX	mvzevt@yahoo.com.mx
6	Feliciano Aguirre Garcia	M	LIC	MEX	faguirre23@hotmail.com
7	Francisco Javier Oñate Mancero	M	MSC	ECU	francisco.oniate@espoch.edu.ec
8	Freddy Argotty Benavides	M	MSC	PER	fargotty@gmail.com
9	Henry Raul Juscamaita Medina	M	BAU	PER	hrauljus@gmail.com
10	Javier Briones Garcia	M	MSC	ECU	jbriones@mail.ru
11	Jorge Alejandro Serrano Garcia	M	PHD	MEX	promacus40@gmail.com
COD	NOMBRE	GÉNERO	GRADO	PAÍS	CORREO ELECTRÓNICO

[5] Actividades que no son desarrolladas simultáneamente por el docente y los estudiantes.

13	Jose Luis Rivadeneira Rivadeneira	M	PHD	ECU	goshicorivas@hotmail.com
14	Josefina Yanet Blanco Enciso	F	LIC	MEX	yanet19140@gmail.com
15	Juan Leonardo Cardona Iglesias	M	MSC	COL	juanleo012@gmail.com
16	Kiara Carcamo Quispe	F	OTR	PER	kiarascq@gmail.com
17	Luis Miguel Galo Fajardo	M	LIC	NIC	luigalo@outlook.com
18	Mara Paz Tieri	F	OTR	ARG	mpaztieri@gmail.com
19	Maria Fernanda Oyuela Lopez	F	PHD	HND	fernandaoyuela@gmail.com
20	Maria Gabriela Segovia Borges	F	MSC	VEN	marigabysegovia@gmail.com
21	Mariana Chavarria Azofeifa	F	LIC	CRI	MARIANA-CHAVARRIA@HOTMAIL.COM
22	Martin Lopez Marin	M	LIC	PRG	paloblancosapy@gmail.com
23	Miguel Miranda Vado	M	PHD	NIC	miravado@yahoo.com
24	Nicolas Costa Ricagno	M	OTR	URG	ncosta@mgap.gub.uy
25	Oriel Mamani Labra	M	PHD	PER	olabra7@hotmail.com
26	Orlando Bravo Calle	M	MSC	ECU	obravo@espoch.edu.ec
27	Pedro Alberto Castillo Castillo	M	MSC	MEX	pcastilloc2@gmail.com
28	Raul Villeda Retolaza	M	MSC	GTM	ravilledar@yahoo.es
29	Ridder Somarriba Toruño	M	LIC	NIC	rast_beto@hotmail.com
30	Robert Erreis Peñarreta	M	MSC	ECU	Robert.erreis@gmail.com
31	Roberto Carlos Jara Vera	M	MSC	ECU	rcjara2012@gmail.com
32	Sandra Guisela Durangi Morales	F	MSC	COL	S.DURANGO@CGIAR.ORG
33	Sara Valencia Salazar	F	MSC	MEX	saraudea@gmail.com
34	Sayda Castillo Martinez	F	LIC	NIC	castillo_martinez12@hotmail.com
35	Wilson Barragan Hernandez	M	PHD	COL	wilsonbarragan@gmail.com
36	Xavier Zambrano Barberan	M	LIC	ECU	xavierzb69@hotmail.com

9 DESARROLLO DE UNIDADES

Unidad 1. Enfoque de la ganadería tradicional vrs ganadería intensiva. Se lograron los objetivos de aprendizaje, el hecho de que hubo, participantes de diferentes regiones de América Latina y con diferentes grados académicos hizo que las interacciones nos permitieran explorar desde sistemas silvopastoriles de altura para el caso de países como Colombia, hasta los sistemas silvopastoriles existentes en las regiones más tropicales.

Unidad 2. Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para promover la intensificación sostenible de la ganadería. Este tema hubiera sido mejor desarrollarlo con más tiempo pues los puntos abordados así lo requerían para una mejor asimilación de los cursos.

Unidad 3. Beneficios directos e indirectos de la aplicación de sistemas silvopastoriles como formas de intensificar sosteniblemente la ganadería. En esta unidad se lograron los objetivos de aprendizaje en el caso de los sistemas de producción andinos les hubiera gustado haber visto ejemplos más adaptados a su realidad.

Unidad 4. Experiencias de adopción de sistemas silvopastoriles utilizando mecanismos financieros y no financieros. Se cumplieron los objetivos planteados. Los participantes compartieron experiencias en sus países de mecanismos que se han venido utilizando para apoyar la adopción de tecnologías en las fincas.

10 EVALUACIÓN DEL CURSO

En términos generales, este curso tuvo una muy buena evaluación, ya que el 38% de los participantes activos lo consideró excelente; el 37 lo calificó como muy bueno y el 16% lo calificaron como bueno. De los participantes que evaluaron el curso no hubo, evaluaciones que mencionaran que el curso fue malo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evaluación del curso por parte de los participantes

Aspectos evaluados	Respuestas	E	MB	B	R	M	Total
Dominio del tema	Absoluto	3	4	2	0	0	9
	%	33	44	22	0	0	100
Claridad en la trasmisión del conocimiento	Absoluto	4	4	1	0	0	9
	%	44	44	11	0	0	100
Motivó y fomentó de la participación	Absoluto	4	3	2	0	0	9
	%	44	33	22	0	0	100
Utilidad del curso para su posterior aplicabilidad	Absoluto	4	4	1	0	0	9

Aspectos evaluados	Respuestas	E	MB	B	R	M	Total
	%	44	44	11	0	0	100
Presentación y diseño del material	Absoluto	4	3	2	0	0	9
	%	44	33	22	0	0	100
Pertinencia del contenido desarrollado	Absoluto	4	4	1	0	0	9
	%	44	44	11	0	0	100
Duración y detalle de la información recibida	Absoluto	4	2	3	0	0	9
	%	44	22	33	0	0	100
Dinámica aplicada para el curso referente a evaluaciones, consultas, otros	Absoluto	3	4	2	0	0	9
	%	33	44	22	0	0	100
Nivel de satisfacción del curso	Absoluto	4	4	1	0	0	9
	%	44	44	11	0	0	100
El programa del curso se cumplió con éxito	Absoluto	4	4	1	0	0	9
	%	44	44	11	0	0	100
Promedio		38	37	16	0	0	90

E: Excelente; MB: Muy bueno; B: Bueno, R: Regular; M: Malo.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el curso se inscribieron 36 participantes, 17 de ellos realizaron al menos una prueba corta y seis de ellos lo aprobaron, tres estuvieron cerca de aprobarlo, pero no realizaron una prueba y esto hizo que reprobaran.

Según las personas que lo evaluaron el curso cumplió con las expectativas generadas y los conocimientos adquiridos servirán para fortalecer sus capacidades profesionales y esperan poner en práctica los conocimientos adquiridos.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, A. 2010. ¿Cómo trabajar con las familias ganaderas y las organizaciones de investigación y desarrollo para lograr una ganadería más sostenible y productiva? CATIE ST IT 381 123p.

IICA 2018. Buenas prácticas pecuarias en la producción de ganado bovino 45 p.

Pezo, D; Ibrahim, M; Beer, J; Camero, L. 1999. Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central. Serie técnica, Informe técnico Nº 311. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p.

Piniero, M; Pezo, D; Cruz, J. 2006. Un mejor manejo de ganado en Guatemala. LEISA pp 32-34.

Pezo, D; Cruz, J; Piniero, M. 2007. Las Escuelas de Campo. Una Estrategia de Ganadería. Para promover la rehabilitación de pasturas y la diversificación de fincas con pasturas degradadas. Arch. Latinoam. Prod Animal. Vol 15 42 – 48.

Pezo, D; Ríos, N; Ibrahim, M; Gómez, M. 2019. Silvopastoral Systems for Intensifying Cattle Production and Enhancing Forest Cover: The Case of Costa Rica. PROFOR. In press.

Villanueva C; Casasola F; Detlefsen G. 2018. Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. Serie Técnica Boletín Técnico CATIE no (7) 61 p.

Anexo 3. Informe de curso virtual 2. Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe (ALC)

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería ha sido responsabilizada de algunos de los problemas medioambientales más graves que enfrenta la humanidad. La emisión de metano producto de la fermentación entérica contribuye al cambio climático al ser uno de los principales emisores de GEI; mientras que a la deforestación se le atribuye la búsqueda de nuevas áreas para la producción pecuaria, y la degradación de los suelos aporta 0,8 G t CO_2/año a la atmósfera entre 2011 y 2015 (Federici *et al.* 2015). Esto indica la importancia de la ganadería en este contexto medioambiental y es notable su relevancia productiva, social y económica. El sector pecuario en América Latina ha crecido a un 3,7%/año, superior al promedio global (2,1%/año); mientras que América Latina y el Caribe produce un poco más del 23% de la carne bovina y de búfalo, y el 21% de la carne de ave global (FAO 2019).

La intensificación sostenible de la ganadería busca producir más en menos área, sin detrimento de los recursos naturales, considerando el entorno de finca y paisajes. El manejo sostenible implica acciones que tienen que ver con el mejoramiento de la cantidad y calidad del alimento ofertado y la disminución de las situaciones microclimáticas que puedan causar estrés en los animales. Dentro de las opciones disponibles para esto se tiene el buen manejo del ganado y de las pasturas, estrategias de conservación de forrajes de calidad, los bancos forrajeros y los árboles en los potreros. En la región, ya existen numerosos ejemplos del uso de sistemas silvopastoriles, y se afirma que en algunos sitios de América Central se ha encontrado que más del 80% de las fincas presentan cercas vivas y árboles dispersos en potreros (Harvey *et al*. 2005; Harvey *et al*. 2011).

Se ha demostrado que el manejo convencional de los sistemas de producción ganaderos comúnmente presenta bajos niveles de productividad y causan la degradación del suelo y otros recursos naturales. Los impactos ambientales negativos más frecuentes son la reducción de la biodiversidad, erosión de suelos, degradación de las pasturas, contaminación de fuentes de agua, mayor vulnerabilidad al cambio climático y mayores emisiones de gases de efecto invernadero. El mejoramiento de los sistemas de producción, con estrategias localmente ajustadas y con altas posibilidades de adopción, permitirá que estos sistemas de producción sean tecnologías ganar-ganar, en términos de incrementos de productividad y rentabilidad y en la oferta de servicios ecosistémicos locales, regionales y globales.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Fortalecer las capacidades de profesionales del sector pecuario en América Latina y el Caribe para proponer opciones con miras a la intensificación sostenible de sistemas ganaderos con bajas emisiones netas de carbono. Se busca que los participantes adquieran el conocimiento y habilidades para el diseño de sistemas ganaderos que propicien una productividad incrementada y que sean carbono neutro.

2.2 Objetivos específicos

1. Conocer las tendencias, los retos y oportunidades de la producción ganadera bovina, con énfasis en América Latina y el Caribe.
2. Presentar las bases teóricas para el desarrollo de la intensificación sostenible de la producción ganadera.
3. Conocer la oferta de servicios ecosistémicos en paisajes ganaderos.
4. Analizar algunas prácticas ganaderas con potencial para incrementar la productividad y lograr las sinergias adaptación-mitigación del cambio climático.
5. Analizar métodos y herramientas para la planificación de fincas ganaderas productivas, sostenibles y carbono neutro.

3. INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del curso: Diseño de estrategias para la intensificación sostenible de sistemas de producción ganadera con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe (ALC).

- Código de curso: 02
- Fechas (inicio y cierre): 1-15/03/2019
- Nombres de tutores: Hernán J. Andrade C.; PhD
- Número de horas: 40 horas estimado
- Tipo de convocatoria: abierta
- Número de participantes inscritos: 51 participantes, de los cuales 40 participaron activamente del curso
- Programa del curso (ver contenidos)

4. CONTENIDOS DEL CURSO

Unidad 1. Retos y oportunidades de la ganadería en América Latina y el Caribe

a. Caracterización de la ganadería en América Latina y el Caribe

b. Relación entre ganadería y medio ambiente
c. Oportunidades para el mejoramiento de los sistemas ganaderos en la región

Unidad 2. El reto de la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático

a. Importancia de la ganadería en la emisión de GEI y su contribución al cambio climático
b. Vulnerabilidad de los sistemas ganaderos al cambio climático

Unidad 3. Los servicios ecosistémicos en los paisajes dominados por la ganadería

a. Derivados de la conservación de la biodiversidad
b. Almacenamiento de carbono en sistemas ganaderos
c. Uso y conservación del recurso hídrico
d. Mejoramiento de suelos
e. Belleza escénica y ecoturismo (servicios de recreación)

Unidad 4. Tecnologías que pueden contribuir a lograr las sinergias adaptación-mitigación del cambio climático en fincas ganaderas

a. Opciones tecnológicas apropiadas para reducir emisiones de GEI y/o fijar carbono en biomasa y suelos y para incrementar la productividad
b. Diseño de sistemas de producción que permitan incrementar la adaptación al cambio climático e incrementar la productividad de manera sostenible
c. Metodologías para la priorización de opciones para la adaptación y mitigación al cambio climático

Unidad 5. Planificación de fincas ganaderas productivas, sostenibles y amigables con el ambiente

a. Definición del modelo de producción de base: condiciones endógenas y exógenas
b. Identificación de indicadores clave para la intensificación
c. Selección y evaluación bioeconómica ex ante de opciones tecnológicas de mayor impacto para la intensificación
d. Herramientas para el análisis de riesgo frente a escenarios variables
e. Diseño del plan de monitoreo, reporte y verificación del sistema propuesto
f. Análisis de cadenas de valor y mercados diferenciados: utilidad y márgenes de intermediación y productos ganaderos especiales

5. EVALUACIÓN

Se presentaron guías que ilustren detalladamente el desarrollo de cada una de las actividades del curso. Las evaluaciones cortas fueron desarrolladas en la plataforma Moodle y se permitió su acceso y aplicación una sola vez por participante, esto para que tenga las previsiones del caso. Se entregaron las normas de la presentación del informe escrito, los cuales podían ser subidos por cada participante a la plataforma. Los foros son espacios asincrónicos en donde los participantes realizaron sus aportes

o plantearon sus dudas con base en un tema o una pregunta propuesta por el profesor. El detalle de los rubros a evaluar se incluye en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Rubros a evaluar en el desarrollo del curso

Rubro a evaluar	Peso relativo (%)
Evaluaciones cortas	40
Participación en foros	40
Informe escrito	20
Sumatoria	100

Para aprobar el curso se requiere de una nota mínima de 70.

6. HORARIO DE CONSULTAS

El profesor estará ingresando al aula virtual al menos una vez por semana para monitorear, dar seguimiento y respondiendo inquietudes en el desarrollo de este. De la misma forma, se programaron sesiones para atender dudas: 1/03/2019, 7/03/2019, 11/03/2019 y 15/03/2019 de 6 a 8 p.m. hora de Costa Rica.

7. DESARROLLO DEL CURSO

7.1. Desarrollo académico

- Cumplimiento de los objetivos: los objetivos se cumplieron totalmente, ya que se lograron alcanzar los objetivos para que los participantes lograran las competencias propuestas.
- Enfoque pedagógico: el curso se basó en una mezcla del modelo de apredizaje constructivista y el modelo por proyectos o problemas.
- Efectividad del curso: se consiguió el resultado que se esperaba del curso solo en el 5% de los participantes; sin embargo, otro 20% de ellos participaron de manera activa aunque no presentaron todas las evaluaciones. Obviamente, ese porcentaje de efectividad se vio muy influenciado por la disciplina de los participantes.
- Uso de recursos en Moodle: se emplearon, aunque con poca efectividad, videoconferencias en las sesiones sincrónicas, foros y comunicación mediante el correo electrónico. Estos últimos dos mecanismos fueron los más empleados y los más eficientes.
- Relevancia de los contenidos: el curso desarrolló contenidos propios, aunque se apoyó en cursos realizados con anterioridad por el tutor. Sin embargo, los contenidos se adaptaron a la metodología virtual, de modo que fueras más amigables para los participantes. Los contenidos siguieron una secuencia lógica que permite que los participantes alcances las competencias propuestas y hace que el aprendizaje sea ascendente en términos de complejidad temática.

7.2. Metodología del curso

El curso se desarrolló en el aula virtual de la plataforma de educación virtual del CATIE. Esta metodología permitió que los estudiantes pudieran atender el curso, desde cualquier lugar en donde se disponga de un computador y acceso a internet. El curso constó de cinco unidades, cada una de las cuales tuvo una o varias sesiones que tendrán una presentación, documentos de lectura

complementaria y se realizaron talleres, ejercicios y foros. Cada participante tuvo la libertad de planificar el desarrollo de las actividades asincrónicas[6], mientras que las actividades sincrónicas[7] las programó el profesor buscando que sea un horario que facilite la participación de todos los estudiantes. De la misma forma, el profesor estuvo en disponibilidad de responder inquietudes individuales de cada participante del curso.

7.3. Tecnología

La falta de familiaridad de los participantes con la plataforma hizo que en algunas actividades se presentaran dificultades. Otro favor que influyó, en el caso de los venezolanos, fue las dificultades por los apagones eléctricos. Sin embargo, este es un problema muy común en la metodología virtual. Algunos de los participantes aprovecharon el curso y realizaron todas las actividades propuestas.

8. INSCRITOS

Aunque se presentaron 51 participantes inscritos en total, incluyendo los tutores, coordinadores y el profesional de apoyo de la plataforma, 39 fueron los participantes activos del curso (Cuadro 2).

Cuadro 2. Detalle de los participantes inscritos al curso

No	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
1	Alfredo Guillen Mata	M	MSC	VEN	alfredojguillen@gmail.com
2	Alis Teresa Márquez Araque	F	PHD	VEN	alism@ucla.edu.ve
3	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
4	Anthony Figuera	M	BAU	VEN	anthonyfigueraleiva.120@gmail.com
5	Antonio José Osea Campereo	M	LIC	VEN	antonio.osea@hotmail.com
6	Carlos Toro Jaimes	M	MSC	VEN	carlost2004@gmail.com
7	Cecilia Guadalupe Pereyra Tamayo	F	LIC	MEX	pereytam092@hotmail.com
8	Conrado Ronaldo Quiroz Medina	M	OTR	NIC	conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni
9	Cristian Deposito	M	MSC	ARG	desposito.cristian@inta.gob.ar
10	Elías Ramírez Roustan	M	PHD	NIC	ramirezelias05@yahoo.es
11	Iliana Ximena Pardo Rojas	M	OTR	ECU	ilipardo@hotmail.com
12	Isidro Matamoros Ochoa	M	PHD	HND	imatamoros@zamorano.edu

[6] Actividades que no son desarrolladas simultáneamente por el docente y los estudiantes.
[7] Actividades que se desarrollan de forma simultánea por el docente y los estudiantes.

No	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
13	Jaime Oswaldo Valencia Barcena	M	MSC		jovalencia10@hotmail.com
14	Jorge Alejandro Serrano García	M	PHD	MEX	promacus40@gmail.com
15	Juan Carlos Gómez Botero	M	LIC	COL	grecogm@yahoo.com
16	Julio Cesar Rodríguez	M	PHD	MEX	jcrod@guayacan.uson.mx
17	Karen Hernández Cabrera	F	MSC	GTM	karenjudithhernandez@gmail.com
18	Liliana Peralta Guacaneme	M	LIC	COL	lilianapg14@gmail.com
19	Luis David Guzmán Osoria	M	BAU	MEX	tecnicoire.jisoc@gmail.com
20	Mara Paz Tieri	F	OTR	ARG	mpaztieri@gmail.com
21	Mardo Matute Sosa	M	MSC	HND	mardomatute@gmail.com
22	María de Lourdes Rodríguez Ruiz	F	MSC	MEX	mrodriguez27@ucol.mx
23	María Fernanda Oyuela López	F	PHD	HND	fernandaoyuela@gmail.com
24	María Gabriela Segovia Borges	F	MSC	VEN	marigabysegovia@gmail.com
25	María Isabel Nieto	F	PHD	ARG	mnieto93@hotmail.com
26	María Soledad Ruolo	F	MSC	ARG	sole_ruolo@hotmail.com
27	Mariella Villavicencio Guerra	F	BAU	CHI	mvillavicencio@buin.cl
28	Martha Beatriz Cabrales Delgadillo	F	LIC	MEX	CABRALESB@LIVE.COM.MX
29	Martin López Marín	M	LIC	PRG	paloblancosapy@gmail.com
30	Nahun Espinosa Nucamendi	M	LIC	MEX	Nen2397@hotmail.com
31	Olegario Hernndez	M	PHD	ARG	hernandez.olegario@inta.gob.ar
32	Oriel Mamani Labra	M	PHD	PER	olabra7@hotmail.com
33	Pedro Alberto Castillo Castillo	M	MSC	MEX	pcastilloc2@gmail.com
34	Robert Erreis Peñarreta	M	MSC	ECU	Robert.erreis@gmail.com
35	Roberto Carlos Jara Vera	M	MSC	ECU	rcjara2012@gmail.com
36	Ryder Fernández Centeno	M	BAU		ryderfe@gmail.com
37	Sandra Guisela Durangi Morales	F	MSC	COL	s.durango@cgiar.org

No	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
38	Sara Valencia Salazar	F	MSC	MEX	saraudea@gmail.com
39	Verónica Charlón	F	MSC	ARG	charlon.veronica@inta.gob.ar

9. DESARROLLO DE UNIDADES

La variabilidad en los grados académicos, las profesiones y los lugares de procedencia hizo que el curso se presentara dinámico y que se abarcara de una forma más transdisciplinar. Se destaca que los contenidos y materiales pueden considerar ese amplio universo de los participantes, haciendo que las actividades respondan a las necesidades y preferencias.

Unidad 1. Retos y oportunidades de la ganadería en América Latina y el Caribe. Se lograron plenamente los objetivos y la principal limitante fue la inexperiencia en la plataforma, más considerando que se trataba de la primera unidad.

Unidad 2. El reto de la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático. Esta unidad alcanzó las metas propuestas y no presentó mayores dificultades, principalmente por ser temas de mayor manejo por los técnicos, estudiantes e investigadores de la región.

Unidad 3. Los servicios ecosistémicos en los paisajes dominados por la ganadería. Se alcanzaron los objetivos propuestos, para lo cual sirvió mucho los ejemplos planteados y las metodologías desarrolladas.

Unidad 4. Tecnologías que pueden contribuir a lograr las sinergias adaptación-mitigación del cambio climático en fincas ganaderas. Los participantes entendieron la importancia de dirigir las acciones en los sistemas de producción ganaderos de modo que se logre incrementar la productividad y a la vez adaptarse y mitigar el cambio climático.

Unidad 5. Planificación de fincas ganaderas productivas, sostenibles y amigables con el ambiente. Esta unidad requiere un poco más de tiempo y la demostración con más ejemplos debido a que su naturaleza es más de tipo práctica.

10. EVALUACIÓN DEL CURSO

No se realizaron evaluaciones por parte de los participantes del curso.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se observó una poca participación en las actividades y tareas propuestas del curso, inclusive muchos de los inscritos nunca entraron a la plataforma. Esto pudo deberse a que este fue el primer curso y muchos de ellos tenían poca experiencia en esta metodología. Una recomendación sería la realización

de seminarios y otras actividades académicas previas al curso de modo que los potenciales participantes se motiven y aprendan el manejo de la plataforma. Otra estrategia que podría reducir la deserción e incrementar la fracción de participantes que aprueban el curso es el tiempo disponible, la replicación de los temas y ser cuidadosos en los requisitos de ingreso.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Unidad 1. Retos y oportunidades de la ganadería en América Latina y el Caribe

CEPAL, FAO & IICA. 2017. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018.

Núñez, R.; Ramírez, R.; Fernández, S.; Araujo, O.; García, M.; Díaz, T.E. 2015. La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Guadalajara, México, 49 p.

Unidad 2. El reto de la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). Soluciones ganaderas para el cambio climático. Recuperado de http://www.fao.org/3/I8098ES/i8098es.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM). Retrieved from http://www.fao.org/gleam/results/es/

Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., … Tempio, G. (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Roma.

Unidad 3. Los servicios ecosistémicos en los paisajes dominados por la ganadería

Claro, R. A. (2014). Ganadería y biodiversidad. In *Biodiversidad 2014. Estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt.

Ibrahim, M., Casasola, F., Tobar, D., & Villanueva, C. (2005). *Buenas prácticas para la conservación de la biodiversidad en fincas ganaderas. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas*. Serie cuadernos de campo. CATIE.

Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., … Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 45, 27–36.

Viera, M. J., Badilla, L., Achio, C., & García, M. (1996). *Aspectos de producción y conservación de suelos y aguas en áreas degradadas: conceptos y técnicas*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Informe Técnico No. 16.

Unidad 4. Tecnologías que pueden contribuir a lograr las sinergias adaptación-mitigación del cambio climático en fincas ganaderas

Hristov, A., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., … Oosting, S. (2013). *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera – Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO_2*. (J. Pierre, B. Henderson, & H. P. S. Makkar, Eds.). Roma, Italia: Producción y Sanidad Animal FAO Documento No. 177.

Nallar, R., Rolón, W., & Mollericona, J. L. (2017). *Manual para la gestión de una ganadería sostenible*. La Paz, Bolivia: Wildlife Conservation Society.

Pezo, D.; Ibrahim M 1999. Sistemas Silvopastoriles. 2o ed. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Materiales de enseñanza agroforestal. Modulo No. 2.

Sepúlveda, C., & Ibrahim, M. (2009). *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central*. Turrialba, Costa Rica.

Toruño, Isabel; Mena, Martín; Guharay, Falguni. 2015. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. CatholiC Relief Services (CRS); El Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente (PROGRESA); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); United States Department of Agriculture (USDA), Managua, NI. 76 p. (El Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente).

Vallejo, C., Chacón, M., & Cifuentes, M. (2016). *Sinergias entre adaptación y mitigación del cambio climático (SAM) en los sectores agrícola y forestal: concepto y propuesta de acción*. Turrialba, Costa Rica.

Unidad 5. Planificación de fincas ganaderas productivas, sostenibles y amigables con el ambiente

Manrique, G. (2011). *Manual cadenas de valor agropecuarias*. Proyecto BID Rural. ATN/ME-11055-RG. Expansión a zonas rurales de un sistema microfinanciero integral.

Schader, C., Müller, A., & El-Hage S, N. (2013). *La sostenibilidad y la modelización de la ganadería orgánica (Modelo SGO). Repercusiones de la intensificación mundial de la producción ganadera orgánica y de bajos insumos. Resultados similares*. FAO, 14 p.

Somarriba, E. (2009). *Planificación agroforestal de fincas*. Turrialba, Costa Rica: Serie materiales de enseñanza/CATIE; no. 49.

Züñiga-Arias, G. (2011). *El desarrollo de cadenas de valor agroindustriales en Costa Rica, El Salvador y Nicaragua. El caso de estudio de la agroindustria láctea*. CEPAL, México: Serie Estudios y Perspectivas, No. 126.

Anexo 4. Informe de curso virtual 3. Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y su impacto potencial en sistemas ganaderos

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería ha sido responsabilizada de algunos de los problemas medioambientales más graves que enfrenta la humanidad. La ganadería y sus cadenas de suministros emiten cerca de 7,1 Gt CO_2/año (39% producto de la fermentación entérica), lo que representa el 14,5% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) (Gerber *et al.* 2013). Sin embargo, el manejo adecuado de estos sistemas de producción podría fijar CO_2 en biomasa y suelos, mitigando de esta forma estas emisiones. Por ejemplo, Andrade *et al.* (2008) afirman que las pasturas sin árboles fijan cerca de 0,8 t C/ha/año en biomasa en comparación a 2,9 tC/ha/año cuando se encuentran en sistemas silvopastoriles con árboles maderables. Los suelos ganaderos también pueden capturar carbono, ya que las pasturas globales tienen un potencial de 0,4-0,6 Gt CO_2 (Gerber et al 2013); mientras que Andrade et al (2008) afirman que los sistemas silvopastoriles podrían capturar 9,9 t/ha/año de carbono orgánico en suelos. De la misma forma, el manejo de la dieta, del estiércol y de la fertilización nitrogenada son otras estrategias para reducir las emisiones de GEI.

A pesar que existe información sobre las emisiones y fijación de GEI en sistemas ganaderos en América Latina y el Caribe, aún queda un camino largo por recorrer para tener información más veraz y completa. El IPCC y diversos autores han propuesto metodologías para la estimación del almacenamiento y fijación de carbono y la emisión de GEI producto de las actividades del manejo del ganado. Es importante que investigadores y técnicos conozcan los métodos más apropiados para la estimación de la captura de carbono, incluyendo el desarrollo de modelos de biomasa, y aquellos para la estimación de las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, idealmente con miras a estimar factores de emisión propios para la región. De la misma forma, se darán las bases teóricas y metodológicas para el estudio y análisis de la huella de carbono en sistemas de producción ganaderos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Fortalecer las capacidades de profesionales del sector pecuario en América Latina y el Caribe en el manejo de metodologías para estimar el flujo de GEI (CO_2, CH_4 y N_2O) en sistemas de producción ganaderos. Se busca que los participantes conozcan y manejen dichas metodologías y tengan las competencias para desarrollarlas en sus países de origen.

2.2 Objetivos específicos

1. Presentar los diferentes equipos y metodologías para estimar el almacenamiento y fijación de carbono en sistemas de producción ganaderos.
2. Discutir las técnicas utilizadas en el laboratorio y en ensayos de campo para la medición de emisiones de GEI en sistemas ganaderos
3. Capacitar a los participantes en la aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida.

3. INFORMACIÓN GENERAL

- Nombre del curso: Metodologías para la evaluación de emisiones y captura de gases de efecto invernadero y su impacto potencial en sistemas ganaderos
- Código de curso: 03
- Fechas (inicio y cierre): 8 al 22 de marzo 2019
- Nombres de tutores: Hernán J. Andrade; Ph.D. (coordinador); Andre Mazzeto; Ph.D.
- Número de horas: 40 horas
- Tipo de convocatoria: abierta
- Número de participantes inscritos 59 participantes, de los cuales 34 participaron activamente del curso

4. CONTENIDOS DEL CURSO

Unidad 1. Herramientas metodológicas para estimar el almacenamiento y fijación de carbono

a. Desarrollo de modelos de biomasa
b. Estimación de biomasa, necromasa y carbono
c. Estimación del carbono orgánico en suelos
d. Métodos para estimar las tasas de fijación de carbono

Unidad 2. Metodologías de laboratorio y campo de utilizadas para la evaluación de emisiones de GEI por los animales

a. Niveles en la estimación de las emisiones (Tier I, II, III)
b. Técnicas de fermentación in vitro
c. Modelos mecanísticos y ecuaciones de predicción (factores de emisión)
d. Cámaras de respiración
e. Mediciones bajo pastoreo usando la técnica de SF6 para metano
f. Mediciones de óxido nitroso en suelos
g. El modelaje como herramienta para la toma de decisiones sobre intervenciones para reducir las emisiones de GEI

Unidad 3. El análisis de ciclo de vida (ACV) en sistemas ganaderos

a. El enfoque de sistemas: componentes, interacciones, límites
b. Los “hotspots” de huella de carbono en sistemas ganaderos
c. Estimaciones de metano entérico y del estiércol

d. Estimación de emisiones a través del suelo
e. Contribuciones de los insumos a los balances de GEI
f. Algunas opciones de mitigación (p.e., introducción de leñosas perennes en el sistema, alimentación, manejo animal, gestión del estiércol)
g. Algunas herramientas disponibles para la estimación de la huella de carbono
h. Ejercicios para la estimación de la huella de carbono en finca (situación actual vs. con intervenciones)

5. EVALUACIÓN

Se presentaron guías que ilustren detalladamente el desarrollo de cada una de las actividades del curso. Las evaluaciones cortas fueron desarrolladas en la plataforma Moodle y se permitió su acceso y aplicación una sola vez por participante, esto para que tenga las previsiones del caso. Se entregaron las normas de la presentación del informe escrito, los cuales podían ser subidos por cada participante a la plataforma. Los foros son espacios asincrónicos en donde los participantes realizaron sus aportes o plantearán sus dudas con base en un tema o una pregunta propuesta por el profesor. El detalle de los rubros a evaluar se incluye en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Rubros a evaluar en el desarrollo del curso.

Rubro a evaluar	Peso relativo (%)
Participación en foro	30
Evaluación corta	30
Informe escrito ejercicio ciclo de vida	40
Sumatoria	100

Para aprobar el curso se requiere de una nota mínima de 70.

6. HORARIO DE CONSULTAS

El profesor estará ingresando al aula virtual al menos una vez por semana para monitorear, dar seguimiento y respondiendo inquietudes en el desarrollo de éste. De la misma forma, se programaron sesiones para la atención de dudas: 13/03/2019 y 20/03/2019 de 6 a 8 p.m. hora de Costa Rica.

7. DESARROLLO DEL CURSO

7.1 Desarrollo académico

- Cumplimiento de los objetivos: los objetivos se cumplieron totalmente, de acuerdo a las competencias alcanzadas por los participantes que completaron el curso.
- Enfoque pedagógico: el curso se basó en una mezcla del modelo de aprendizaje constructivista y el modelo por proyectos o problemas.
- Efectividad del curso: se consiguió el resultado que se esperaba del curso en el 19% de los participantes. Obviamente, ese porcentaje de efectividad se vio muy influenciado por la disciplina de los participantes.

- Uso de recursos en Moodle: se emplearon, aunque con poca efectividad, videoconferencias en las sesiones sincrónicas, foros y comunicación mediante el correo electrónico. Esta baja efectividad se notó en la nula participación en los foros. Estos últimos dos mecanismos fueron los más empleados y los más eficientes.
- Relevancia de los contenidos: el curso desarrolló contenidos propios, aunque se apoyó en cursos realizados con anterioridad por el tutor. Sin embargo, los contenidos se adaptaron a la metodología virtual, de modo que fueras más amigables para los participantes. Los contenidos siguieron una secuencia lógica que permite que los participantes alcances las competencias propuestas y hace que el aprendizaje sea ascendente en términos de complejidad temática.

7.2 Metodología del curso

El curso se desarrolló en el aula virtual de la plataforma de educación virtual del CATIE. Esta metodología permitió que los estudiantes pudieran atender el curso, desde cualquier lugar en donde se disponga de un computador y acceso a internet. El curso constó de cinco unidades, cada una de las cuales tuvo una o varias sesiones que tuvieron una presentación, documentos de lectura complementaria y se realizaron talleres, ejercicios y foros. Cada participante tuvo la libertad de planificar el desarrollo de las actividades asincrónicas[8], mientras que las actividades sincrónicas[9] las programó el profesor buscando que sea un horario que facilite la participación de todos los estudiantes. De la misma forma, el profesor estuvo en disponibilidad de responder inquietudes individuales de cada participante del curso.

7.3 Tecnología

La posible falta de familiaridad de los participantes con la plataforma hizo que en algunas actividades se presentaran dificultades. Otro favor que influyó, en el caso de los venezolanos, fue las dificultades por los apagones eléctricos. Sin embargo, este es un problema muy común en la metodología virtual. Algunos de los participantes aprovecharon el curso y realizaron todas las actividades propuestas.

8 INSCRITOS

Aunque se presentaron 59 participantes inscritos en total, incluyendo los tutores, coordinadores y el profesional de apoyo de la plataforma, 39 fueron los participantes activos del curso (Cuadro 2).

Cuadro 2. Detalle de los participantes inscritos al curso

No	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
1	Adrián Vega López	M	MSC	MEX	avega.cgg@sader.gob.mx
2	Alfredo Gonzales Sotelo	M	PHD	MEX	sotelo.alfredo@inifap.gob.mx
3	Alfredo Guillen Mata	M	MSC	VEN	alfredojguillen@gmail.com
4	Alisteresa Márquez Araque	F	PHD	VEN	alism@ucla.edu.ve
5	Amilcar Beitia Mendoza	M	MSC	PAN	abeitia27@hotmail.com

[8] Actividades que no son desarrolladas simultáneamente por el docente y los estudiantes.
[9] Actividades que se desarrollan de forma simultánea por el docente y los estudiantes.

No	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
6	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
7	Angie Katherine Rodríguez Ramírez	F	BAC	COL	akrodriguez54@misena.edu.co
8	Angélica Anahi Pérez Díaz	M	PHD	MEX	anny_chapa_93@hotmail.com
9	Anthony Figuera	M	BAU	VEN	anthonyfigueraleiva.120@gmail.com
10	Bairon Richard Dutan Vintimilla	M	BAU	ECU	bdutannc_17@hotmail.com
11	Bernal Astorga Mora	M	PHD	PAN	bernalastorgam1@hotmail.com
12	Carlos Lizárraga Celaya	M	PHD	MEX	CLIZARRAGA@GMAIL.COM
13	Edward Ordoñez Castellón	M	LIC	HND	edwardordenez@hotmail.com
14	Enrique Watanabe Escobedo	M	BAC	PER	eswe2001@hotmail.com
15	Erika Escobar Losada	F	BAU	COL	eaescobarl@ut.edu.co
16	Ernesto Espiga Sevilla	M	LIC	HND	ernestoespiga@gmail.com
17	Francisco Enrique Franco Febres	M	MSC	PER	fefranco90@gmail.com
18	Freddy Argotty Benavides	M	MSC	PER	fargotty@gmail.com
19	Iliana Ximena Pardo Rojas	M	OTR	ECU	ilipardo@hotmail.com
20	Isidro Matamoros Ochoa	M	PHD	HND	imatamoros@zamorano.edu
21	Jaime Francisco Magadaleno Ramos	M	LIC	MEX	ing.jaifra1988@hotmail.com
22	Jaime Oswaldo Valencia Barcena	M	MSC		jovalencia10@hotmail.com
23	Jorge Antonio Romero Estacio	M	MSC	PER	joranre@hotmail.com
24	José Luis Contreras Santos	M	MSC	COL	jlcontrerassantos@gmail.com
25	Juan Carlos Gómez Botero	M	LIC	COL	grecogm@yahoo.com
26	Juan Leonardo Cardona Iglesias	M	MSC	COL	juanleo012@gmail.com
27	Julio Cesar Rodríguez	M	PHD	MEX	jcrod@guayacan.uson.mx
28	Karen Hernández Cabrera	F	MSC	GTM	karenjudithhernandez@gmail.com
29	Kiara Cárcamo Quispe	F	OTR	PER	kiarascq@gmail.com
30	Laura Aragón Melchor	F	MSC	MEX	laragonm@yahoo.com

No	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
31	Lismar Johana Ramírez Alfonzo	F	BAU	VEN	RAMIREZLISMAR@GMAIL.COM
32	Luis Alejandro Herrera Llampallas	M	LIC	MEX	llampallasl@gmail.com
33	María Rodríguez Ruiz	F	MSC	MEX	mrodriguez27@ucol.mx
34	María Fernanda Oyuela López	F	PHD	HND	fernandaoyuela@gmail.com
35	María Gabriela Segovia Borges	F	MSC	VEN	marigabysegovia@gmail.com
36	María Isabel Nieto	F	PHD	ARG	mnieto93@hotmail.com
37	María Olivares Demey	F	LIC	VEN	OLIVARESDEMEY@GMAIL.COM
38	María Soledad Ruolo	F	MSC	ARG	sole_ruolo@hotmail.com
39	Mariella Villavicencio Guerra	F	BAU	CHI	mvillavicencio@buin.cl
40	Mario de Jesús Ruiz López	M	LIC	MEX	ruizlopez129@gmail.com
41	María Guadalupe Cruz Barcenas	F	LIC	MEX	lupitabarcenas0712@hotmail.com
42	Miguel Miranda Vado	M	PHD	NIC	miravado@yahoo.com
43	Nicolás Costa Ricagno	M	OTR	URG	ncosta@mgap.gub.uy
44	Olegario Hernández	M	PHD	ARG	hernandez.olegario@inta.gob.ar
45	Olman Gaitan Morga	M	LIC	HND	olmandgmorg@hotmail.com
46	Oscar Ponce Martínez	M	PHD	MEX	direccion@jira.org.mx
47	Oscar Rojas Nucamendi	M	LIC	MEX	oscar_r24k@hotmail.com
48	Pedro Cisneros Saguilan	M	PHD	MEX	granpeter65@hotmail.com
49	Roberto Carlos Jara Vera	M	MSC	ECU	rcjara2012@gmail.com
50	Roger Iván Gamboa Torres	M	PHD	MEX	eldoriangt18@hotmail.com
51	Roselia Ramírez Díaz	F	MSC	MEX	ramirez.rrd@gmail.com
52	Ryder Fernández Centeno	M	BAU		ryderfe@gmail.com
53	Sandra Guísela Durangi Morales	F	MSC	COL	S.DURANGO@CGIAR.ORG
54	Sara Valencia Salazar	F	MSC	MEX	saraudea@gmail.com
55	Saúl Salazar Sequea	M	MSC	VEN	SAULSALAZAR35@YAHOO.ES
56	Sayda Castillo Martínez	F	LIC	NIC	castillo_martinez12@hotmail.com
57	Verónica Charlón	F	MSC	ARG	charlon.veronica@inta.gob.ar
58	Walfredo López Antón	M	LIC	GTM	lopezwalfredo9@gmail.com

No	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
59	Yuly Catalina Zapata Arango	F	MSC	COL	catalina.zapataarango@gmail.com

9 DESARROLLO DE UNIDADES

La variabilidad en los grados académicos, las profesiones y los lugares de procedencia hizo que el curso se presentara dinámico y que se abarcara de una forma más transdisciplinar. Se destaca que los contenidos y materiales pueden considerar ese amplio universo de los participantes, haciendo que las actividades respondan a las necesidades y preferencias.

Unidad 1. Herramientas metodológicas para estimar el almacenamiento y fijación de carbono. Se lograron los objetivos de aprendizaje, aunque la virtualidad presentó algunas limitantes por la inexperiencia de algunos participantes.

Unidad 2. Metodologías de laboratorio y campo de utilizadas para la evaluación de emisiones de GEI por los animales. Este tema es complejo y se requiere de más tiempo para lograr plenamente los objetivos de aprendizaje y permitir que los participantes adquieran sus competencias.

Unidad 3. El análisis de ciclo de vida (ACV) en sistemas ganaderos. Aunque el tema es complejo, los ejercicios con herramientas permitieron que los participaron se apropiaran y entendieran la naturaleza de las interacciones.

10 EVALUACIÓN DEL CURSO

En términos generales, este curso tuvo una muy buena evaluación, ya que el 57% de los participantes lo consideró excelente; mientras que un 25% lo catalogó como muy bueno. Solo un 15 y 3% lo evaluaron como bueno y regular, respectivamente. No se presentaron evaluaciones que indicaran que fue considerado como malo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evaluación del curso por parte de los participantes.

	Respuestas	E	MB	B	R	M	Total
	Absoluto	9	1	2	0	0	**12**
Dominio del tema	**%**	75	8	17	0	0	**100**
	Absoluto	4	6	2	0	0	**12**
Claridad en la trasmisión del conocimiento	**%**	33	50	17	0	0	**100**
	Absoluto	5	3	4	0	0	**12**
Motivó y fomentó de la participación	**%**	42	25	33	0	0	**100**
	Absoluto	10	1	1	0	0	**12**

Utilidad del curso para su posterior aplicabilidad	**%**	83	8	8	0	0	**100**
Presentación y diseño del material	**Absoluto**	8	3	1	0	0	**12**
	%	67	25	8	0	0	**100**
	Respuestas	**E**	**MB**	**B**	**R**	**M**	**Total**
Pertinencia del contenido desarrollado	**Absoluto**	9	2	1	0	0	**12**
	%	75	17	8	0	0	**100**
Duración y detalle de la información recibida	**Absoluto**	7	3	2	0	0	**12**
	%	58	25	17	0	0	**100**
Dinámica aplicada para el curso referente a evaluaciones, consultas, otros	**Absoluto**	4	3	3	2	0	**12**
	%	33	25	25	17	0	**100**
Nivel de satisfacción del curso	**Absoluto**	6	4	2	0	0	**12**
	%	50	33	17	0	0	**100**
El programa del curso se cumplió con éxito	**Absoluto**	7	4	0	1	0	**12**
	%	58	33	0	8	0	**100**
Promedio		**57**	**25**	**15**	**3**	**0**	**100**

E: Excelente; MB: Muy bueno; B: Bueno, R: Regular; M: Malo.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este curso presentó una gran participación, ya que el porcentaje de aprobación fue alto. La naturaleza de las actividades propuestas para desarrollar en el curso motivó a los participantes a realizarlas y permitió que adquirieran las competencias planteadas. Se recomienda mejorar las actividades a realizar para hacerlas aún más motivantes e incluir material audiovisual en la plataforma, considerando las limitaciones de almacenamiento y velocidad. Otra estrategia que podría reducir la deserción e incrementar la fracción de participantes que aprueban el curso es el tiempo disponible, la replicación de los temas y ser cuidadosos en los requisitos de ingreso.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Unidad 1. Herramientas metodológicas para estimar el almacenamiento y fijación de carbono

Andrade, HJ.; Ibrahim, M. 2003. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en sistemas silvopastoriles?. Revista Agroforestería en las Américas Vol. 11. No. 39-40: 109-116.

Andrade, HJ; Segura, MA. 2017. Colecta de datos de campo para inventarios de carbono. 22-31 p. En: F. Casanoves; M. Cifuentes; M. Chacón (eds.). Estimación del carbono a partir de inventarios forestales nacionales: Buenas prácticas para la recolección, manejo y análisis de datos. Serie técnica. Manual técnico No. 410. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 110 p.

Andrade, HJ; Segura, MA; Forero, LA. 2014. Desarrollo de modelos alométricos para volumen de madera, biomasa y carbono en especies leñosas perennes: conceptos básicos, métodos y procedimientos. Sello Editorial Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. 48 p.

Rojas, AS; Andrade, HJ; Segura, MA. 2018. Los suelos del paisaje alto-andino de Santa Isabel (Tolima, Colombia) ¿Son sumideros de carbono orgánico? Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient., 21(1): 51-59.

Unidad 2. Metodologías de laboratorio y campo de utilizadas para la evaluación de emisiones de GEI por los animales

Crosby-Galván, M., & Ramírez-Mella, M. (2018). Técnica de producción de gas in vitro para estimar la producción de metano. Revista Agroproductividad, 11(2), 64–69. Retrieved from http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/121/104

Dong, H., Mangino, J., McAllister, T. A., Hatfield, J. L., Johnson, D. E., Lassey, K. R., … Romanovskaya, A. (2006). Capítulo 10: Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol. In T. K. (eds). Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. (Ed.), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (pp. 10–91). Japón: IGES. https://doi.org/10.1002/hed.20625.

Haro, J., Mancipe, E., Sierra, A., Avellaneda, Y., Vargas, J. de J., Mayorga, O., Gómez, C. (2018). Manual de procedimientos de colección de gases para la estimación de emisiones de metano entérico y óxido nitroso de origen ganadero. Lima.

Montenegro-Ballestero, J., & Barrantes-Guevara, E. (2016). Implementación de la técnica del hexafluoruro de azufre para cuantificar metano entérico en bovinos en Costa Rica. Revista de Ciencias Ambientales, 50(2), 62–74. https://doi.org/10.15359/rca.50-2.5

Roman, S., & Hernández-Medrano, J. (2016). Producción y medición de Metano (CH4) en el Ganado Bovino. Cambio Climático, 184–193. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21578.57281

Tubiello, F. N., Cóndor-Golec, R., Salvatore, M., Piersante, A., Federici, S., Ferrara, A., … Prosperi, P. (2015). Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura: un manual para abordar los requisitos. Roma.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCC). (2003). Manual del sector de la agricultura: simulación de elaboración de inventario. Retrieved from https://unfccc.int/sites/default/files/10-ter-handbook-on-agriculture-inventory-simulation.pdf

Wilkes, A., Reisinger, A., Wollenberg, E., & Dijk, S. Van. (2017). Medición, reporte y verificación de las emisiones de GEI de la ganadería de países en desarrollo de la UNFCCC: prácticas actuales y oportunidades de mejora. Wageningen, Holanda: CCAFS, Informe 17. Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS)

y Alianza Mundial de Investigación sobre los Gases de Efecto Invernadero de Origen Agropecuario (GRA).

Unidad 3. El análisis de ciclo de vida (ACV) en sistemas ganaderos

Becoña, G., & Oyhançabal, W. (2013). Primer estudio de la huella de carbono de tres cadenas agroexportadoras del Uruguay: Carne vacuna, lácteos y arroz.

Rivera, J. E., Arenas, F. A., Rivera, R., Benavides, L. M., Sanchez, J., & Barahona, R. (2014). Análisis del ciclo de vida en la producción de leche: comparación de dos hatos de lechería especializada. Livestock Research for Rural Development, 26(6), 1–9. Retrieved from http://www.lrrd.org/lrrd26/6/rive26112.htm

Rivera, J. E., Chará, J., & Barahona, R. (2016). Análisis del ciclo de vida para la producción de leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo y un sistema convencional en Colombia. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 19(3), 237–251.

Otras referencias bibliográficas

Andrade, HJ; Brook, R; Ibrahim, M. 2008. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. Plant and Soil 308 (1-2): 11-22. ISSN: 0032-079X.

Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., … Tempio, G. (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Roma.

Anexo. 5 Informe Curso Virtual 4. Innovaciones para la intensificación sostenible de los sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC), con énfasis en ganadería familiar

1. INTRODUCCIÓN

Para el año 2050, se prevé que la población mundial crecerá y alcanzará casi los 9700 millones de personas (FAO 2017), con ello aumentan las necesidades de alimentos, bienes y servicios, que junto con el desarrollo industrial y los procesos de urbanización causan una mayor presión, y en muchos casos, un deterioro de los recursos naturales (ALPA 2015).

Actualmente, uno de los mayores desafíos para la seguridad alimentaria mundial, se basa en garantizar que el ser humano que necesite alimentos, cuente con los recursos para comprarlos, especialmente cuando las economías volátiles y los desastres naturales hacen que unos medios de vida ya escasos sean aún más inestables. En estas circunstancias el ganado se presenta como una actividad que aporta significativamente a generar un flujo de dinero en efectivo y actuar como amortiguador económico,

además de contribuir con una función importante como fuente de proteínas de alta calidad a los consumidores.

En este contexto, la ganadería es una actividad que ha contribuido al desarrollo, de la región Latinoamericana y del Caribe (ALC), siendo uno de los principales pilares de la seguridad alimentaria, el bienestar social y económico de las familias en la región. Sin embargo, los sistemas de producción ganaderos se han caracterizado por ser extensivos y por la realización de prácticas no sostenibles, ejerciendo presión sobre los recursos naturales y daños al ambiente.

En la actualidad el sector ganadero de ALC se enfrenta a grandes desafíos como el incrementar su producción y responder a los efectos adversos que presentan el cambio y la variabilidad climática. En este sentido el principal reto que afronta el sector es la intensificación sostenible de los sistemas de producción y la reducción de las amenazas al ambiente. El crecimiento sostenible de la ganadería puede lograr algunos objetivos planteados para el desarrollo sostenible, relacionados a la adopción de medidas urgentes para hacer frente al cambio climático, la seguridad alimentaria, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de tierras y detener la pérdida de biodiversidad (CEPAL *et al.* 2017).

Dentro del panorama anterior, se platea el presente curso con el propósito de buscar compartir e intercambiar conocimientos acerca de las innovaciones con mayor potencial de aplicación para la intensificación sostenible en los sistemas de producción, y de igual manera, fortalecer las capacidades de los diferentes actores que son claves para impulsar el desarrollo sostenible del sector ganadero en la región de ALC. El curso está dirigido a diferentes actores del sector productivo, financiero, gobierno, academia, y ONG´s relacionadas directamente con el desarrollo de la ganadería.

2. OBJETIVOS

2.1 General

- Analizar innovaciones potencialmente aplicables para la adaptación al cambio climático en los sistemas de ganadería familiar, incrementando la productividad y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

2.2 Específicos

- Entender el rol de la ganadería en la economía familiar del sector rural en América Latina y el Caribe
- Identificar las innovaciones con mayor potencial de aplicación para la intensificación sostenible en sistemas de producción ganadera familiar
- Examinar opciones para facilitar la adopción de innovaciones contribuyen a mejorar la productividad, resiliencia y mitigación del cambio climático en sistemas de ganadería familiar

3. INFORMACIÓN GENERAL

- Nombre del curso
  Innovaciones para la intensificación sostenible de los sistemas de producción animal frente al cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC), con énfasis en ganadería familiar.

- Código de curso: 04
- Fechas :15 al 26 marzo 2019
- Nombres de tutores: Karen Yohana Banegas Romero
- Número de horas: 35
- Tipo de convocatoria: abierta
- Número de participantes inscritos: 49

4. DESARROLLO DEL CURSO

4.1 Desarrollo académico

- Los objetivos propuestos se cumplieron al desarrollar el contenido de cada unidad.
- Enfoque pedagógico: contenido didáctico basado en objetivos de aprendizaje, la interacción de los alumnos con determinados contenidos a través de los foros.
- Efectividad del curso: se consiguió el resultado que se esperaba a través del curso, tomando en cuenta la participación activa de los estudiantes y la evaluación del curso.
- Relevancia de los contenidos: realización de contenidos propios para el curso, con el apoyo material bibliográfico seleccionado para sustentar los contenidos del curso.

4.2 Metodología del curso

El curso se desarrolló a través de la plataforma virtual del CATIE, se utilizó la plataforma de aprendizaje Moodle. Los recursos educativos utilizados para el desarrollo del curso fueron la elaboración de material didáctico de acuerdo al contenido del curso, para ello se realizó una búsqueda de bibliografía relacionada al tema y se realizaron, presentaciones power point. Para lograr la participación e interacción de estudiantes con el tutor, la herramienta utilizada fueron los foros, otro de los recursos utilizados los videos con contenidos cortos y para conocer el grado de aprendizaje y los conocimientos adquiridos de los estuantes se realizó una evaluación corta por cada unidad del programa. De la misma forma, el profesor estuvo en disponibilidad de responder inquietudes individuales de cada participante del curso.

4.3 Tecnología

La plataforma virtual permitió a los estudiantes acceder al material cuantas veces sea necesario (limitado por el tiempo del curso), auxiliarse con material complementario y contar con el apoyo del tutor y otros compañeros que de forma colaborativa apoyan resolviendo dudas y ofreciendo recomendaciones.

Se debe tomar en cuenta algunas eventualidades, como por ejemplo la falta de energía eléctrica durante el desarrollo del curso (esto se presentó en Venezuela), los estudiantes de ese país tuvieron problemas para acceder a la plataforma, mencionaron que no pudieron responder a la evaluación y el foro porque justo en eso días no contaban con energía eléctrica.

5 ESTUDIANTES INSCRITOS

Se inscribieron un total de 49 participantes de diferentes países de la región de ALC, sin embargo 34 fueron los estudiantes que se mantuvieron su participación durante el desarrollo del curso (Cuadro1).

Cuadro 1. Detalle de los participantes inscritos al curso

No.	Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
1	Abraham Antonio Cuesta Moreno	M	BAU	MEX	Abrahamdrum24@gmail.com
2	Adrián Vega López	M	MSC	MEX	avega.cgg@sader.gob.mx
3	Alejandro Chacón Vázquez	M	LIC	MEX	compachino6655@hotmail.com
4	Alfredo Guillen Mata	M	MSC	VEN	alfredojguillen@gmail.com
5	Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
6	Angélica Rodríguez	F	LIC	MEX	amrodriguez.cgg@sader.com
7	Aquiles Cabrera Espinosa	M	LIC	MEX	aquiles.cabrera@outlook.com
8	Astrid Sons Anaya	F	BAU	COL	acsonsa@ut.edu.co
9	Bernal Astorga Mora	M	MSC	PAN	bernalastorgam1@hotmail.com
10	Carlos Toro Jaimes	M	MSC	VEN	carlost2004@gmail.com
11	Conrado Ronaldo Quiroz Medina	M	OTR	NIC	conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni
12	Elena del Carmen Castillo Domínguez	F	OTR	PER	ecastillo@progreso.org.pe
13	Elia Inés Hernández Cruz	F	LIC	MEX	ines.hernandez@pronatura.org.mx
14	Fátima Monserrat Urbina Cruz	F	LIC	MEX	fatima.urbinacruz@gmail.com
15	Francisco Gutberto Pico Franco	M	MSC	ECU	ingenieropico@hotmail.com
16	Jaime Magdaleno Ramos	M	LIC	MEX	ing.jaifra1988@hotmail.com
17	Javier Miranda Sánchez	M	LIC	MEX	ja.miranda@sader.gob.mx
18	Javier Briones García	M	MSC	ECU	jbriones@mail.ru
No.	**Nombre**	**Género**	**Grado**	**País**	**Correo electrónico**
19	Jorge Alejandro Serrano García	M	PHD	MEX	promacus40@gmail.com
20	Jorge Antonio Romero Estacio	M	MSC	PER	joranre@hotmail.com
21	José Chacón Calix	M	OTR	HND	jchacon@fenagh.net
22	José Hernández Guevara	M	MSC	PER	joseduhg@gmail.com
23	José Luis Contreras Santos	M	MSC	COL	jlcontrerassantos@gmail.com
24	Kazandra Malu Barreto Romero	F	MSC	VEN	kazmalu@gmail.com
25	Lismar Johana Ramírez Alfonzo	F	OTR	VEN	RAMIREZLISMAR@GMAIL.COM
26	Mara Paz Tieri	F	OTR	ARG	mpaztieri@gmail.com
27	María Alejandra Villeda Laguna	F	LIC	MEX	villedaale@hotmail.com
28	María de Lourdes Rodríguez Ruiz	F	MSC	MEX	mrodriguez27@ucol.mx
29	María Isabel Ríos Quituizaca	F	MSC	ECU	marisabelriosq@gmail.com
30	Mariana Chavarria Azofeifa	F	LIC	CRI	MARIANA-CHAVARRIA@HOTMAIL.COM
31	Mariella Villavicencio Guerra	F	BAU	CHI	mvillavicencio@buin.cl

32	María Guadalupe Cruz Bárcenas	F	LIC	MEX	lupitabarcenas0712@hotmail.com
33	Miguel Antonio Miranda Vado	M	PHD	NIC	miravado@yahoo.com
34	Nahúm Espinosa Nucamendi	M	LIC	MEX	Nen2397@hotmail.com
35	Oscar de la Rosa	M	PHD	VEN	delarosa100@gmail.com
36	Oscar Rojas Nucamendi	M	LIC	MEX	oscar_r24k@hotmail.com
37	Osmel Rivas Rodríguez	M	LIC	VEN	OSMEL_R84@HOTMAIL.COM
38	Pedro Alberto Castillo Castillo	M	MSC	MEX	pcastilloc2@gmail.com
39	Pedro Monge Cardoza	M	OTR	HND	pedromongec@gmail.com
40	Rafael Rodríguez Camacho	M	LIC	VEN	rafaelrodriguez9317@gmail.com
41	Raúl Villeda Retolaza	M	MSC	GTM	ravilledar@yahoo.es
42	Ridder Somariba Toruño	M	PHD	NIC	ridder.somarriba@ev.unanleon.edu.ni
43	Robert Erreis Peñarreta	M	MSC	ECU	Robert.erreis@gmail.com
44	Roger Iván Gamboa Torres	M	PHD	MEX	eldoriangt18@hotmail.com
45	Rosario Zanabria Mallqui	F	MSC	PER	zanabria27rm@gmail.com
46	Roselia Ramírez Díaz	F	MSC	MEX	ramirez.rrd@gmail.com
47	Saúl Salazar Sequea	M	MSC	VEN	SAULSALAZAR35@YAHOO.ES
48	Teresita de Jesús Castro Castillo	F	MSC	MEX	tereca99@gmail.com
49	Yuly Catalina Zapata Arango	F	MSC	COL	catalina.zapataarango@gmail.com

6 DESARROLLO DE UNIDADES

Unidad 1. Contexto y relevancia de la ganadería familia en la región de América Latina y el Caribe. Es necesario profundizar más en el tema, requiere de más tiempo para lograr plenamente los objetivos de aprendizaje y permitir que los participantes adquieran sus competencias.

Unidad 2. Innovaciones con potencial para incrementar la productividad y reducir el impacto ambiental en sistemas ganaderos familiares. Se cumplió con los objetivos de aprendizaje, los estudiantes participaron activamente y compartieron sus conocimientos.

Unidad 3. Condiciones habilitadoras para impulsar la adopción e implementación de sistemas ganaderos sostenibles. Si se cumplió con los objetivos de aprendizaje, los estudiantes participaron y compartieron sus ideas y criterios en cuanto a las condiciones que podrían facilitar el desarrollo de una ganadería sostenible en la región.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar estudios relacionados con los sistemas de producción de ganadería familiar, que permitan una mayor profundidad en el desarrollo del tema.
- Asegurarse que todos los participantes tengan una buen accesos a internet, tomando en cuenta que algunos participantes mencionaron que en algún momento no tenían buena señal digital.
- Tomar en cuenta algunos imprevistos que se pueden presentar durante el desarrollo del curso, por ejemplo un corte de energía eléctrica, en el caso de los estudiantes de Venezuela. Para

efectos de su participación en el desarrollo de cada actividad, según el tiempo estipulado en el programa (se les permitió responder un día después).

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, Amílcar. Cruz, J. Flores, JC. Nieuwenhuyse, A. Pezo,D. Piniero, M. 2010. Cómo trabajar con familias ganaderas y las organizaciones de investigación y desarrollo para lograr una ganadería más sostenible y productiva.

Arellano, L. Cruz Rosales M. Huerta. 2014. El estiércol material de desecho de provecho y algo más. Instituto de ecología. AC. México. 40P.

Casasola, F. Villanueva, c. 2015. Buenas prácticas para la mitigación al cambio climático de los sistemas de producción de leche en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 128 p. (Serie Técnica Manual Técnico, no. 129).

CATIE 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado Bovino. Seria técnica, manual técnico. No. 91

CEPAL, GTZ. 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2448/1/S0500967_es.pd

CANGUE 2018. Ganadería familiar y desarrollo rural. Serie de divulgación y extensión, sub serie de divulgación técnica. Revista de la estación experimental Dr. Mario A. Cassinoni. No-40. Paysandú-Uruguay

CEPAL, FAO & IICA. 2017. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018.

Escobar, G. 2016. La relevancia de la agricultura en América Latina y el Caribe.

FAO 2013. Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera: una revisión de las opciones técnicas, para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO2.

FAO 2013. Captación y almacenamiento de agua lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. http://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). Producción pecuaria en América Latina y el Caribe . http://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). Sector ganadero de América Latina y el Caribe tiene un gran potencial para mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero. http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1150597

FAO 2016. El estado de los bosques del mundo. Los bosques y la agricultura: Desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra.

FAO 2014. Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política. Chile. P. 486.

Groeneweg, K.; Buyu, G.; Romney, D; Minjauw, B. 2005. Escuelas de campo para productores pecuarios: normas para la facilitación y manual técnico. Nairobi, KE. ILRI (International Livestock Research Institute).

Gutierrez-montes,IA. Bartol de Imbach, P. Ramírez, F. López, JP. Say, E. Banegas.K. 2012. Las Escuelas de campo del MAP-CATIE: Práctica y lecciones aprendidas en la gestión del conocimiento y la creación de capacidades locales para el desarrollo rural sostenible. Turrialba, CR. CATIE. 64P

IICA 2016. Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático. http://repiica.iica.int/docs/B3982E/B3982E.PDF

INEGI 1998. La ganadería familiar en México. nternet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118525/702825118525_1.pdf

Mottram, A., Carlberg, E., Love, A., Cole, T., Brush, W. y Lancaster, B. 2017. Diseño de resiliencia en los sistemas de cultivo de pequeños agricultores. Un enfoque práctico para fortalecer la resiliencia de los agricultores ante los choques y tensiones. Washington, DC: El Programa TOPS; Mercy Corps.

Palma, E. Cruz.J.2010. Cómo elaborar un plan de finca de manera sencilla?. Turrialba, CR. CATIE.54P.

Pezo, D. 2018. Estado del arte de la investigación e innovación para la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos y de la adaptación / mitigación ante el cambio climático en América Latina y el Caribe. Turrialba, Costa Rica. 90p. (Informe FONTAGRO).

Pezo, D. 2017. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería en el contexto del cambio climático Revista UTN (Costa Rica) 78:18-25.

Ramírez de la Ribera, J. Zambrano Burgos D.A, Camouzano, J. Verdecía Acosta, D. M. Chacón, Marcheco E. Arceo Benítez, J. Labrada Ching J. Uvidia Cabadiana, H. 2017. El clima y su influencia en la producción de pastos.

Sepulveda, C. Ibrahim, M. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático.

Villanueva, C, Casasola, F.Detlefsen, G. 2018. Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 78 p.

Anexo 6. Informe curso virtual 5. Informe de curso condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático

1. INTRODUCCIÓN

La demanda total de alimentos de origen animal a nivel mundial aumentará en un 70% entre 2000 y 2050 debido al crecimiento de la población y al aumento del consumo per cápita. América Latina y el Caribe (ALC) son clave para responder a las demandas futuras debido a su riqueza de recursos

naturales, disponibilidad de tierras, marcos institucionales sólidos y potencial para desarrollar e implementar innovaciones en el sector ganadero.

Sin embargo, el desafío para la región es responder a dicho aumento requiere de mejoras en la productividad ganadera por medio de la recuperación de tierras degradadas y la intensificación sostenible de los sistemas de producción en áreas con condiciones adecuadas para la producción ganadera. Esto requerirá la implementación de sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para potenciar las oportunidades, superar las limitaciones impuestas por el cambio climático (CC), optimizando el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales y minimizando las externalidades negativas como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Para mejorar el nivel de implementación y/o mejora continua en las fincas se requiere que existan ciertas condiciones habilitadoras en términos de institucionalidad, políticas, programas de extensión, agenda participativa de investigación y de mecanismos financieros e incentivos. Dichas condiciones de gobernanza contribuirán a la transformación del sector ganadero y al logro de las metas productivas, socioeconómicas y ambientales establecidas en las estrategias de los países y de los compromisos internacionales como el cambio climático, conservación de la biodiversidad y desertificación y sequía.

Por lo tanto, se hace necesario la construcción de comunidades virtuales de aprendizaje, en este caso particular de un curso corto donde los participantes puedan mejorar sus capacidades sobre la relación de ganadería y cambio climático. Pero especialmente en las condiciones de entorno favorables que contribuyen con la intensificación sostenible del sector ganadero con bajas emisiones y resiliente al cambio climático.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Capacitar a técnicos y decisores de políticas para desarrollar y promover la intensificación de la ganadería, con menores emisiones de GEI y resiliente al cambio climático en el uso de una metodología de trabajo que les permita analizar el estado actual del sector ganadero a nivel de los países de América Latina y el Caribe e identificar los aspectos que pueden catalizar en diferentes países el cambio de sistemas ganaderos tradicionales hacia sistemas de producción intensivos sostenibles.

2.2 Específicos

- Caracterizar el estado actual de la ganadería del país /región con relación a su nivel de productividad, potencial de resiliencia al cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero.
- Reflexionar sobre las condiciones habilitadoras e impulsoras necesarias para pasar de la ganadería tradicional hacia una más productiva, con menos emisiones de GEI y resiliente al cambio climático.

- Definir las líneas de acción prioritarias del sector ganadero a nivel de país/región, abordando el qué y cómo hacer para alcanzar una ganadería intensiva, amigable con el ambiente y adaptada al cambio climático.
- Presentar casos avanzados sobre las condiciones habilitadoras que le han permitido a algunos países en la región de América latina y el Caribe ir transitando de la ganadería tradicional hacia la ganadería sostenible.

3. INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del curso: Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático

- Código de curso 05
- Fechas (inicio y cierre): del 15 al 26 de marzo del 2019
- Nombres de tutores: Cristóbal Villanueva e Ileana Avalos
- Número de horas: 30
- Tipo de convocatoria: abierta
- Número de participantes inscritos: 33 participantes
- Programa del curso- anexo (mencionar los objetivos específicos, la metodología, los contenidos, las evaluaciones, estructura del curso, como cada unidad correspondió a un objetivo de aprendizaje)

4. DESARROLLO DEL CURSO

4.1 Desarrollo académico

- Cumplimiento de los objetivos: los objetivos se cumplieron a cabalidad, incluso se superaron. Algunas expectativas en cuanto a la programación y puesta en marcha de actividades dentro del área de práctica.
- Enfoque pedagógico: aprendizaje para la comprensión, contenido didáctico basado en objetivos de aprendizaje.
- Efectividad del curso: se consiguió el resultado que se esperaba a través del curso (aplicado a los alumnos, para esto también tendremos la encuesta).
- Uso de recursos en Moodle: utilización de las herramientas para comunicarse y evaluar, actividades docentes de discusión como foros, sesiones sincrónicas, otros. (Hablar de lo que se hizo).
- Relevancia de los contenidos: realización del programa del curso, revisión del programa, ajustes, realización de contenidos propios para el curso, disponible material bibliográfico seleccionado para sustentar los contenidos del curso, otros.

4.2 Metodología del curso

El curso estubo bajo la responsabilidad de dos profesores que permanecieron comunicación con los estudiantes, tanto para presentar los contenidos, materiales e información del curso, como para dar seguimiento a las actividades, atender consultas y comunicar todo lo que concerniente al curso.

El curso se desarrolló en el aula virtual de la plataforma de educación virtual del CATIE. Los estudiantes, desde sus países o lugares de trabajo, estudio, residencia, etc., pueden acceder y obtener los materiales del curso, enviar y recibir preguntas y respuestas, foros, desarrollar evaluaciones e intercambiar materiales, comentarios y experiencias. Cada participante planificó y decidió los momentos oportunos, de cada semana, para atender el curso. Los profesores dieron seguimiento personalizado y colectivo al desarrollo del curso. Las principales metodologías y recursos de enseñanza–aprendizaje virtual que se utilizaron fueron el análisis documental (texto básico del curso), síntesis audiovisual (presentaciones Power Point), foros colectivos, vídeos, ejercicios dirigidos, evacuación de consultas, evaluación formativa y evaluación.

4.3 Tecnología

- Familiarización y manejo del área virtual (retos, desafíos) cómo pudo influir esto en el desarrollo del curso.

5. INSCRITOS

En el Cuadro 1 se presenta la lista de los participantes inscritos, de los cuales solamente ocho participaron en las actividades de las cuatro unidades que conformaron el curso.

Cuadro 1. Lista de participantes en el curso ¨Condiciones habilitadoras e impulsoras para el desarrollo y promoción de una ganadería intensiva con bajas emisiones de GEI y resiliente al cambio climático¨.

Nombre	Género	Grado	País	Correo electrónico
Abraham Antonio Cuesta Moreno	M	BAU	MEX	Abrahamdrum24@gmail.com
Amanda Cora	F	MSC	ARG	cora.amanda@inta.gob.ar
Andrea Lema Aguirre	F	MSC	ECU	andrealema2206@hotmail.com
Angelica Anahi Perez Diaz	F	LIC	MEX	anny_chapa_93@hotmail.com
Antony Bienvenido Mateo Tejeda	M	OTR	DOM	antonymateo24@gmail.com
Bernal Astorga Mora	M	MSC	PAN	bernalastorgam1@hotmail.com
Caridad Martinez Ordoñez	F	MSC	HND	bonsayhn@yahoo.com
Claudia Sepulveda Lopez	M	PHD	CRI	CSEPUL@CATIE.AC.CR
Cristian David Henao Ramirez	M	BAU	CRI	CRISTIAN.HENAO1996@GMAIL.COM
Darlyn Malca Lopez	M	PHD	PER	dmalcal15@unc.edu.pe
Edgar Huayanay Gonzales	M	LIC	CRI	edgarhuayanaygonzales@gmail.com

Eduardo Mendez Ayala	M	LIC	URG	eduardomendez@adinet.com.uy
Eliana Teresa Baque Guerra	F	LIC	ECU	elitebane@hotmail.com
Erick Oliva Fuentes	M	LIC	HND	erickdaniel2005@hotmail.com
Ernesto Espiga Sevilla	M	LIC	HND	ernestoespiga@gmail.com
Eunice Vargas Tizatl	F	LIC	MEX	mvzevt@yahoo.com.mx
Francisco Enrique Franco Febres	M	MSC	PER	fefranco90@gmail.com
Freddy Argotty Benavides	M	MSC	PER	fargotty@gmail.com
Javier Briones Garcia	M	MSC	ECU	jbriones@mail.ru
Jean Carlos Polanco Gomez	M	OTR	CRI	jean.polanco@catie.ac.cr
Jhon Alexander Carrillo Rozo	M	PHD	COL	ing.carrillorozo@gmail.com
Johanna Zambrano Benavides	F	MSC	ECU	jovy_zambrano@hotmail.com
Jose Antonio Jimenez Trujillo	M	PHD	MEX	joseanji@catie.ac.cr
Nombre	**Género**	**Grado**	**País**	**Correo electrónico**
Laura Margarita Cortes Urquijo	F	LIC	CRI	laura.cortes@catie.ac.cr
Luis Ezequiel Gonzalez Gonzalez	M	OTR	DOM	ezequielgonzg1988@hotmail.com
Luis Leon Paez Gual	M	PHD	CRI	luis.leon-paez@catie.ac.cr
Manuel de Jesus Velasquez Melgar	M	PHD	CRI	manuel.velasquez@catie.ac.cr
Maria Alejandra Villeda Laguna	F	LIC	MEX	villedaale@hotmail.com
Maria Isabel Rios Quituizaca	F	MSC	ECU	marisabelriosq@gmail.com
Mariana Chavarria Azofeifa	F	LIC	CRI	marianachavarria@hotmail
Mario Chiquito Freire	M	LIC	ECU	mario.chiquito@agrocalidad.gob.ec
Nahun Espinosa Nucamendi	M	LIC	MEX	Nen2397@hotmail.com
Olegario Hernndez	M	PHD	ARG	hernandez.olegario@inta.gob.ar
Regina Lopez Martinez	F	LIC	CRI	regina.lopezmartinez@gmail.com
Ricardo Gonzalez Quintero	M	PHD	COL	ricardo.gonzalezq@udea.edu.co
Ridder Somarriba Toruño	M	LIC	NIC	rast_beto@hotmail.com

Rosario Zanabria Mallqui	F	MSC	PER	zanabria27rm@gmail.com
Teresita de Jesus Castro Castillo	F	MSC	MEX	tereca99@gmail.com
Yisneiry Tapia Polanco	F	MSC	DOM	yisneiry.tapia@catie.ac.cr

6. DESARROLLO DE UNIDADES

Describir si se cumplió con los objetivos de aprendizaje, principales dificultades, expectativas, intereses, necesidades de profundización futura entre otros aspectos relevantes durante el desarrollo.

Unidad No. 1. Esta unidad estuvo enfocada sobre ¨Estado de la ganadería en la región y su relación con el cambio climático¨ y considero elementos como la tendencia futura de la ganadería, las oportunidades y limitantes, y las buenas prácticas parara superar las condiciones de vulnerabilidad para hacerla más resiliente al cambio climático.

El curso tuvo poca participación (24% del total inscritos). Algunos participantes expresaron dificultad en abrir la ventana de evaluación. Es importante mencionar que los pocos que participaron estuvieron muy activos y según los enfoques de los comentarios, entendieron los mensajes de la unidad. Es posible que se requiera destinar más tiempo para cada unidad y recordatorios frecuentes a las personas inscritas antes de iniciar el curso.

Unidad No. 2. La presente unidad estuvo enfocada en el tema ¨Iniciativas globales y nacionales que promueven la intensificación sostenible de la ganadería¨ y cuyo objetivo fue mostrar las agendas globales y regionales que han venido promoviendo ganadería sostenible con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Además, que todas estas iniciativas estén vinculadas con los objetivos de desarrollo sostenible, como plataforma principal.

Como fue mencionado anteriormente la participación fue baja. En un futuro vale la pena considerar la apertura de un espacio de discusión como un foro, en esa ocasión por el tiempo limitado no se programó. Asimismo, la presentación power point se podría combinar con videos que expliquen con mayor amplitud la presentación y/o recomendar al menos unas publicaciones no muy extensas como complemento al power point.

Unidad No. 3. Esta unidad versó sobre el tema "**Condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible del sector ganadero".** De manera específica, se centró en elementos vinculados con condiciones habilitadoras del proceso de toma de decisión visto desde la política pública que en él se genera, las dinámicas que se articulan y la gobernanza – arquitectura institucional existente.

Lamentablemente durante esta sesión se tuvo una muy poca participación. Pese a ello, quienes participaron lo hicieron de manera asertiva, haciendo uso de los recursos de aprendizaje sugeridos para la sesión y procurando un análisis de condiciones habilitadoras que se basada en la visión integral de la toma de decisión sugerida.

El corto tiempo que se tuvo para desarrollar una sesión con tanto contenido teórico también dificultó un aprovechamiento efectivo de las actividades de aprendizaje pero además de la asimilación de la información ofrecida.

Es fundamental promover en otro momento un curso centrado solamente en el proceso decisional de tal forma que las personas participantes puedan enriquecerse de mejor manera sobre esta mirada y las condiciones habilitadoras que ella implica.

Unidad No. 4. En seguimiento a la unidad anterior, esta unidad versó sobre el tema de **"De la teoría a la práctica para favorecer las condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible del sector ganadero".** Tomando como punto de referencia la visión amplia de toma de decisión vista en sesión 3 se ofrecieron cuatro casos de estudio en los cuales se dilucidaban lecciones aprendidas en materia de la promoción de condiciones habilitadoras desde la toma de decisión para la intensificación sostenible de la ganadería en Costa Rica, Uruguay, Brasil (Estado Mato Grosso) y Uruguay.

Al igual que en la sesión anterior, el desafío central presentado fue la baja participación. Sin embargo, las pocas personas que sí desarrollaron las actividades denotaron que la sesión era de gran utilidad para poder aprender de las experiencias de éxito en otras latitudes y con ello promover ajustes y cambios en la toma de decisión en los países de origen de los participantes del curso.

La sesión logró cumplir con el objetivo de aprendizaje sugerido para e así como ofrecer elementos claves para el diálogo entre los participantes.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se requiere más tiempo para ver los contenidos o reducir el contenido del curso para ajustarlo el tiempo disponible.
- No todos los particioantes estaban motivados. De repente debería hacerse una mejor selección de las personas que se aceptan en el curso.
- Recordatorios frecuentes antes del curso.
- Valorar que otras herramientas se podrían utilizar para mejorar la exposición del conocimiento, métodos y experiencias. Por ejemplo, video donde el tutor realiza una exposición del power point y una lectura clave no muy extensa.
- Se podría dar un curso solamente de toma de decisión y las condiciones habilitadoras que de la misma podrían derivar.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, A; Díaz, T. 2014. Lineamientos de política para el desarrollo sostenible del sector ganadero. O cina Subregional de la FAO para Mesoamérica. Ciudad de Panamá, Junio del 2014. 80 p.

FAO and GDP. 2018. Climate change and the global dairy cattle sector – The role of the dairy sector in a low-carbon future. Rome. 36 pp.

International Livestock Research Institute (ILRI). 2016. The contribution of CGIAR Livestock Research to the Sustainable Development Goals.

Pezo, D; Ríos, N; Ibrahim, M; Gómez, M. 2018. Silvopastoral Systems for Intensifying Cattle Production and Enhancing Forest Cover: The Case of Costa Rica. LEAVES/PROFOR. 76 p.

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 4
Diseño de Políticas

Actividad 4.1
Diseño de resúmenes de políticas basados en las mejores experiencias y prácticas de intensificación sostenible de los sistemas de la producción ganadera en ALC

Producto
11

Un inventario de las políticas existentes y nuevas para la promoción de la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera en ALC

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Lista de siglas y acrónimos

ACRIMAT	Asociación de Criadores de Mato Grosso
AFOLU	Sector Agropecuario y la Agricultura, Forestales y Otros Usos de la Tierra
ALC	América Latina y el Caribe
BEIS	Department for Business, Energy and Industrial Strategy
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPLAN	Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, Perú
CIPAV	Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Colombia
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNPL	Cámara Nacional de Productores de Leche, Costa Rica
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social, Colombia
CORFOGA	Corporación Ganadera Nacional, Costa Rica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Brasil
EMPAER	Empresa de Asistencia Técnica del Estado, Brasil
ENREDD+	Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal
FA	Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, Colombia
FAMATO	Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso, Brasil
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos

Fondo GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GCS	Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GSDS	Estrategia de Crecimiento y Desarrollo Sostenible
GTPS	Grupo de Trabajo de la Pecuaria Sostenible, Brasil
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
ILPF	Estrategia Integración Agricultura, Pecuaria y Forestal, Brasil
IMAC	Instituto Matogrossense de la Carne, Brasil
IMAZON	Instituto del Hombre y del Medio Ambiente en la Amazonía, Brasil
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje, Costa Rica
INAC	Instituto Nacional de Carnes, Uruguay
INDC	Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia
MAPA	Ministerio de la Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento, Brasil
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay
MGS-COl	Mesa Ganadera Sostenible de Colombia
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Panamá
MINAET	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones
MIAMBIENTE	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Uruguay
MT	Mato Grosso
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Uruguay
NAMA	Acciones Nacionalmente Apropiadas de Mitigación
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas

ONG	Organización no Gubernamental
PANARD	Plan de Acción Nacional de Adaptación, Costa Rica
PCI	Programa Producir, Conservar e Incluir, Brasil
PEN	Plan Estratégico Nacional con Visión de Estado, Panamá
PECSA	Pecuária Sustentável da Amazônia, Brasil
PIB	Producto Interno Bruto
PITTA	Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Costa Rica
PNACC	Plan Nacional de Adaptación de Cambio Climático
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático
PROSER	Proyecto de Desarrollo Rural Sostenible, Paraguay
PROGAN	Programa de Desarrollo Sustentable de la Ganadería, México
PROLECHE	Cámara Nacional de Productores de Leche, Costa Rica
Plan ABC	Plan de Agricultura Bajo en Carbono
SEAF	Secretaría de Agricultura Familiar, Brasil
SEDEC	Secretaría del Estado de Desarrollo Económico, México
SEMA	Secretaría del Medio Ambiente, México
SENAR	Servicio Nacional de Aprendizaje Rural
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica
TAC	Términos de Ajuste de Conductas
TEC	Instituto Tecnológico de Costa Rica
TNC	The Nature Conservancy
UCR	Universidad de Costa Rica
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UTN	Universidad Técnica Nacional

Contenido

Lista de siglas y acrónimos 1
Introducción 6
Resumen 8
Abstract 8
Resumen ejecutivo 9
Capítulo 1. Políticas públicas en América Latina vinculadas con la intensificación sostenible de la ganadería y su relación con el cambio climático 11
1.1. Subregión Mesoamérica 13
1.1.1. Belice 13
1.1.2. El Salvador 14
1.1.3. Guatemala 15
1.1.4. Honduras 17
1.1.5. México 18
1.1.6. Nicaragua 20
1.1.7. Panamá 21
1.2. Subregión Andina 22
1.2.1 Bolivia 22
1.2.2. Ecuador 23
1.2.3. Perú 24
1.3. Subregión Cono Sur 25
1.3.1. Argentina 25
1.3.2 Chile 26
1.3.3. Paraguay 27
1.4. Subregión Caribe 28
1.4.1. República Dominicana 28
1.4.2. Cuba 30
Capítulo 2 . Estudios de caso 32
2.1. Estudio de caso Colombia 35
2.1.1. Consideraciones generales 35
2.1.2 Resultados 38
2.1.3. Lecciones aprendidas 39
Estudio de caso Costa Rica 41
2.2.1. Consideraciones generales 41
2.2.2. Resultados 43

2.2.3. Lecciones aprendidas 44
2.3. Estudio de caso Brasil 45
2.3.1. Consideraciones generales 45
2.3.2. Resultados 50
2.4. Estudio de caso Uruguay 53
2.4.1. Consideraciones generales 53
2.4.2. Resultados 56
2.4.3. Lecciones aprendidas 56
3. Conclusiones 58
3.1. Hallazgos principales 59
3.1.1 Abordajes transversales e intersectoriales 59
3.1.2. La articulación público – privada 60
3.1.3. Políticas públicas basadas en evidencia. Articulando a la academia y los centros de investigación 60
3.1.4 ¿Se requieren más políticas públicas? 61
3.1.5. Cómo iniciar 61
4. Referencias bibliográficas 63
5. Anexos 71
5.1. Anexo 1. Manual metodológico - Base de datos políticas públicas sobre ganadería en América Latina y el Caribe 71
5.2. Anexo 2. Estructura estudios de caso 74
5.3. Anexo 3. Entrevista semiestructurada enfocada para la toma de datos de los estudios de caso 76

Introducción

Según datos de IICA, FAO y CEPAL (2018), América Latina y el Caribe (ALC) aportan más del 25% de la producción mundial de carne vacuna. La actividad pecuaria representa alrededor del 46% del producto interno bruto (PIB) agrícola de la región, convirtiéndola en una importante fuente de ingreso económico pues más de dos tercios de quienes se dedican en la región a la agricultura perciben parte de sus ingresos del sector pecuario.

Actualmente la región es vista como un actor estratégico a nivel mundial, en especial si se toma en cuenta que se prevé un considerable aumento en la demanda de productos de origen animal de hasta un 70% para el año 2050 (FAO 2016).

Sin embargo, la relación entre el abastecimiento de productos alimenticios de origen animal, la sostenibilidad ambiental y la competitividad resulta ser un desafío sin precedentes. A nivel global, la ganadería aporta un 18% de las emisiones totales de GEI, además, cerca del 70% de las áreas de pastoreo se encuentran en proceso de degradación (FAO 2009)

Adicionalmente, esta actividad productiva ha tenido históricamente una relación directa con la deforestación, la degradación del suelo y los pastizales, la pérdida de la biodiversidad y la disminución de las fuentes de agua (FAO 2018).

Es por ello que la implementación de acciones que permitan a ALC reducir su aporte de emisiones en este rubro de la economía es fundamental. Frente a ello, la intensificación sostenible de la ganadería representa una oportunidad que ha ido ganando terreno como aquella que implica el análisis de paisajes, ecosistemas y territorios de manera integral con el objetivo de realizar un manejo óptimo de los recursos que estos encierran para, con ello, producir más y con mejores rendimientos con la misma cantidad de extensiones (o incluso con menos). Lo anterior permite hacer una mejor gestión de los factores de producción, la productividad y reducir la contribución de la actividad productiva a las emisiones de GEI.

Ello implica un esfuerzo importante del sector privado en implementar este tipo de prácticas, pero también de los gobiernos en ofrecer los marcos de política necesarios para promoverla. En vista de ello, la Región ha venido avanzando de manera diferenciada en la promoción de esquemas de esta naturaleza.

El presente documento ofrece un inventario y análisis de políticas existentes en 19 países de la región de América Latina y el Caribe **cuyo contenido aborda la intensificación sostenible de los sistemas productivos ganaderos**. De manera complementaria, el documento profundiza en cuatro casos de estudio (Brasil, Estado de Mato Grosso; Costa Rica; Colombia y Uruguay).

En el primer capítulo se retratan los resultados del estudio del inventario de políticas, procurando con ello establecer tendencias hacia las cuales va transitando la región. En un

segundo capítulo, se ofrecen los cuatro estudios de caso y finalmente, en un tercer capítulo se ubican los principales hallazgos y conclusiones del estudio.

El ejercicio de investigación aquí consignado se enmarca en los esfuerzos de la "Plataforma para la Intensificación Sostenible de la Ganadería en América Latina y el Caribe (ALC)", iniciativa que busca generar una plataforma virtual para la gestión y el intercambio del conocimiento, mediante el establecimiento de alianzas con audiencias clave para intensificar los sistemas de producción ganaderos de manera sostenible, como una estrategia regional de investigación para adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático en América Latina y el Caribe (FONTAGRO 2019).

Resumen

El presente documento consolida el avance de 19 países de América Latina y el Caribe en gestionar procesos de toma de decisión que ofrezcan condiciones habilitadoras para la promover la intensificación sostenible de la ganadería. Se toma como referencia el enfoque de toma de decisión desde una mirada amplia, en la cual se articulan aspectos relacionados con la gobernanza, las relaciones entre actores y las políticas públicas existentes para con ello profundizar de manera especial en el último de los tres elementos antes mencionados.

Adicionalmente, se ofrece más detalle para cuatro casos de estudio, a saber: Uruguay, Costa Rica, Brasil (Estado de Mato Grosso) y Colombia, con el fin de dilucidar aciertos y espacios pendientes de mejorar en la promoción de dichas condiciones habilitadoras que puedan ser de utilidad para los demás países de la región.

Abstract

This document consolidates the progress of 19 countries in Latin America and the Caribbean in the management of the decision-making processes of enabling conditions for the intensive sustainable promotion of livestock. The analysis is based on the relationship between the approach and the decision-making process in a broad perspective, as well as the relationships between actors and public policies.

In addition, more details are provided in four case studies: Uruguay, Costa Rica, Brazil (State of Mato Grosso) and Colombia. With the objective to highlight successes and areas pending improvement in the promotion of conditions that may be useful for other countries in the region.

Resumen ejecutivo

En América Latina y el Caribe la ganadería juega un papel importante en cuanto a su contribución al PIB agrícola (46%), así como al ser una importante fuente de ingresos económicos. Sin embargo, en un contexto en el cual es fundamental reducir las emisiones de GEI, se posiciona como impostergable la tarea de ajustar esta actividad productiva hacia una que sea más sustentable a nivel ambiental.

En medio de ello, es clave la promoción de condiciones habilitadoras en materia de toma de decisión que permita transitar hacia un escenario en el cual sea posible escalar esfuerzos puntuales en acciones nacionales hacia la intensificación sostenible de la ganadería. La toma de decisión puede comprenderse como un área articulada en torno a tres esferas interrelacionadas entre sí: (i) la gobernanza, comprendida como la arquitectura institucional existente, (ii) las dinámicas y relaciones entre actores y (iii) las políticas públicas que responden a la confluencia de las otras dos esferas antes mencionadas.

Específicamente en la esfera de las políticas públicas se han orquestado esfuerzos importantes en la región que son meritorios de rescatar. Un grupo de esfuerzos se ven materializados en las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), que los países de la región han presentado a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Otros esfuerzos han logrado reflejarse en los planes nacionales de desarrollo, planes sectoriales y las estrategias y políticas que los países han diseñado para promover con ello las condiciones idóneas para la intensificación sostenible de la ganadería.

Consciente de estos esfuerzos, el presente documento revisó las políticas públicas y compromisos internacionales existentes en los países de estudio en el tema de interés, procurando determinar de manera puntual: (i) la mención de las políticas en ganadería y su vinculación con la intensificación sostenible de la producción, así como en relación con la reducción de emisión de GEI y (ii) la mención puntual del contenido de la política directamente relacionado con el estudio.

Los resultados de un inventario de esta naturaleza fueron reveladores. Permitieron dilucidar que las intenciones de intensificación sostenible de la ganadería se pueden catalizar en diferentes niveles. En algunos países ello se ha realizado en la inclusión del tema en los programas sectoriales y en los planes nacionales de Desarrollo. Sin embargo, la experiencia demuestra que si bien este esfuerzo es importante, no es suficiente. Los casos que muestran mayor avance han gestionado sus procesos de cambio mediante políticas públicas específicas, estrategias y de alianzas público-privadas. En muchos casos este tipo de acciones se han generado de la mano de la promoción de NAMA ganadería.

Reconociendo el hallazgo anterior, se procedió a colocar especial atención a cuatro casos de estudio que han mostrado importantes avances en los últimos años: Costa Rica, Uruguay, Colombia y Brasil (específicamente el Estado de Mato Grosso). El analizar con detenimiento estos casos permitió no solamente confirmar el argumento antes mencionado, sino también profundizar en algunas condiciones habilitadoras que son indispensables para este tipo de procesos de cambio. Por ejemplo: (i) el trabajo articulado intersectorial entre carteras ministeriales de ambiente y ganadería; (ii) la generación de sinergias positivas con el sector privado; (iii) la articulación con las cámaras gremiales de ganadería bovina y de leche; (iv) la generación de esfuerzos focalizados para luego pensar en su escalabilidad a nivel nacional, entre otros elementos.

En todos los casos se posicionan como importantes dos variables que es imprescindible mencionar: la primera de ellas es la constancia en las acciones y la segunda la necesidad de medir impacto de dichas acciones. En los cuatro casos los actores nacionales han mostrado ser constantes; sin embargo, todavía queda el desafío de monitorear avances respecto a la línea base original, elemento indispensable para poder escalar el tema hacia un impacto mayor.

La investigación realizada ha permitido constatar que para promover la intensificación sostenible de la ganadería no necesariamente se requieren más políticas, sino más bien generar estrategias que permitan trabajar con las existentes, sumar voluntades políticas e intereses comunes que permitan articular esfuerzos. Frente a ello, la arquitectura institucional y las relaciones entre actores juegan un papel aún más importante que las políticas públicas que existan. Este último elemento es importante mas no suficiente, por lo que es fundamental profundizar en próximos estudios.

Capítulo 1. Políticas públicas en América Latina vinculadas con la intensificación sostenible de la ganadería y su relación con el cambio climático

La toma de decisión reviste de importantes características que la definen como aquella que permite orientar esfuerzos en determinadas materias. En el proceso de toma de decisión confluyen elementos vinculados con la gobernanza vista desde la mirada de la arquitectura institucional existente, así como de las dinámicas y relaciones entre actores. La confluencia de estas dos variables (arquitectura institucional y dinámicas relacionales), ofrecen el terreno en el cual se constituyen las **políticas públicas**, entendidas como todo curso de acción encaminado a resolver un problema público. Tales políticas pueden ser de orden restrictivo y de control como promotoras de instrumentos de mercado.

Un problema público estructural que actualmente desafía a la humanidad se vincula con la capacidad de generar estrategias para reducir las emisiones de GEI. Producto de ello, a la fecha, alrededor de 182 estados miembros de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), han presentado voluntariamente planes nacionales de adaptación que buscan reducir las emisiones de GEI hacia el 2020 y fortalecer la resiliencia de los sistemas de producción ganaderos ante el cambio climático. Con ello se han abarcado países colectivamente responsables de la mayor parte de las emisiones globales de gases de efecto invernadero inducidas por la actividad humana. Previo al Acuerdo de París, estos planes eran conocidos como "Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional" (INDC, por sus siglas en inglés) e indican la cantidad de emisiones que se procuran reducir y cuáles acciones concretas se realizan en búsqueda de la resiliencia climática.

En el momento de la ratificación del Acuerdo de París, las INDC presentadas por los países se convierten en Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional por sus siglas en inglés (INDC), aunque la mayoría de países han continuado manteniendo las INDC tal como se habían presentado.

A nivel nacional las NDC se han traducido en políticas concretas que procuran alcanzar las metas propuestas. En muchos casos ellas se enmarcan en lineamientos estratégicos de la política gubernamental y sectorial, procurando orientar las actividades nacionales hacia esquemas más sustentables.

En el presente capítulo se ofrece un recorrido por los esfuerzos de los 19 países estudiados en torno a las políticas públicas que han emprendido para la promoción de esquemas de intensificación sostenible de la ganadería. En este documento se estudian las políticas que afectan el sector primario de las cadenas de valor ganaderas. Se analizaron dos niveles de políticas públicas: las políticas de gobierno materializadas en los planes adicionales de desarrollo y los planes sectoriales, así como las políticas de Estado con asidero en los marcos

regulatorios y normativos existentes. A nivel sectorial, la atención se enfoca en la toma de interés derivada de las carteras sectoriales vinculadas con ambiente y ganadería. Asimismo, se analizan las NDC de cada país procurando identificar si existe alguna de ellas vinculada con la intensificación sostenible de la ganadería.

Para la realización del inventario de políticas se partió del diseño de una matriz de recolección de información que permitió documentar por país, todas las políticas vinculadas con ganadería y que además tuvieran relación con estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.

Para el llenado de la matriz se realizó una investigación en fuentes secundarias y terciarias que permitió completar la información en referente a las políticas centradas en la actividad ganadera.

Los países que participaron en el análisis se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Lista de países de América Latina y El Caribe considerados en el inventario para el estudio de revisión de políticas públicas y su vinculación con la intensificación sostenible de la ganadería y su relación con el cambio climático

Mesoamérica	Andina	Cono Sur	Caribe
1. México	9. Perú	13. Argentina	18. República Dominicana
2. Belice	10. Ecuador	14. Brasil	19. Cuba
3. Guatemala	11. Bolivia	15. Chile	
4. El Salvador	12. Colombia	16. Paraguay	
5. Honduras		17. Uruguay	
6. Nicaragua			
7. Costa Rica			
8. Panamá			

El análisis por país incluyó: (i) mención de las políticas en ganadería y vinculadas con la intensificación sostenible de la producción y relacionadas con la reducción de emisión de GEI; (ii) mención puntual del contenido de la política directamente relacionado con el estudio. En el Anexo 1 se incluye el detalle de las variables analizadas para cada uno de los países.

Tomando en cuenta la información del inventario, a continuación se ofrece el perfil de 15 países de los considerados en el Cuadro 1. La información de los cuatro países restantes más un análisis profundo de la información recabada, se retoma en el Capítulo 2 relacionado a los estudios de caso. Se hace referencia a la mención de las políticas existentes que se vinculan con la intensificación sostenible de la ganadería.

1.1. Subregión Mesoamérica

1.1.1. Belice

Belice es un país de 22 965 km^2 (CIA 2018). Como país pequeño, tiene contribuciones relativamente menores a las emisiones globales de GEI pero de la mano de ello, tiene una capacidad limitada para contribuir a la mitigación del cambio climático global. Sin embargo, en el país se ha presentado en los últimos años una importante tendencia a la tala de bosques remanentes para la expansión de pasturas.

Según los datos del CATIE (2007), 56250 hectáreas están destinadas a ganadería a lo largo de todo el territorio. Con respecto a producción anual, en el 2017 Belice cerró con una producción total de 6517 toneladas de leche entera de vaca y 1483 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

Belice cuenta con políticas públicas que resaltan la importancia de la intensificación sostenible de la ganadería. La **Estrategia de Crecimiento y Desarrollo Sostenible (GSDS) 2016-2019**, elaborada por el Ministerio de Desarrollo Económico y Petrolero tiene como objetivo ser una guía de desarrollo sostenible para la nación en el período señalado. Incluye una línea de acción vinculada a mejorar las capacidades de los servicios de investigación y extensión para apoyar la producción ganadera. Sin embargo, no menciona de manera directa el fortalecimiento de las mismas para el sector ganadero del país.

La política "**Horizon 2010-2030**", es un esfuerzo nacional liderado por el Ministerio de Desarrollo Económico y Petrolero, que constituye el marco de desarrollo nacional participativo. Tiene como objetivo principal ser un marco de trabajo que toma en cuenta todos los sectores de la población y a través de pequeños proyectos, busca lograr cumplir con los objetivos país para el 2030. También se plantean importantes acciones de reducción de emisiones de GEI.

Existe un **Plan de Inversión Nacional para la Resistencia al Clima 2013**, el cual tiene como objetivo dar inicio a un proceso transformacional para integrar consideraciones sobre el cambio climático, la variabilidad climática y la reducción del riesgo por desastres en el planeamiento del desarrollo nacional. En este plan se reconoce la ganadería como una actividad vulnerable al clima y al nivel de la degradación del suelo existente, así como a los costos de producción vinculados. Finalmente, es importante mencionar que en Belice se cuenta con la "**Política Nacional de Cambio Climático, la Estrategia y el Plan de Acción**

2015-2020". Sin embargo, en ninguna de las políticas públicas antes mencionadas se plantea una intensificación sostenible de la ganadería de mano a la reducción de GEI.

Se cuenta además con una **hoja de ruta para el desarrollo de una estrategia de desarrollo con bajas emisiones de carbono**. En el marco de esta hoja de ruta, aunque no se menciona directamente la ganadería sostenible dentro de ellas, sí se cuenta con un eje de formación de capacidades a nivel de sector agropecuario detallando la importancia de nuevas prácticas y herramientas.

En su marco normativo, Belice cuenta con el **Environmental Protection Act Chapter 328** que se establece para proteger el medio ambiente por medio de sanciones a quienes contaminen y por el mal uso de los desechos; también incluye protocolos a ejecutar para el cuidado de mares, ríos y suelos para las diferentes entidades públicas (Environmental Protection Act. 2000). Además, el **Meat and Livestock Act Chapter 214** establece la fundación de una comisión para tratar los asuntos de ganadería y sus productos por medio de la ejecución de acciones a nivel productivo y regulación en la crianza de los animales. Sin embargo, en ninguna de estas iniciativas se incluye el tema de la intensificación de ganadería sostenible.

Belice sometió su I**NDC** en 2016. En ella se compromete a trabajar en el marco de las políticas actualmente existentes ya mencionadas arriba. De manera concreta, se comprometió a mejorar prácticas de ganadería, aumentar el acceso a razas tolerantes a la sequía y a adoptar mejores prácticas de manejo de suelos y aguas (Gobierno de Belice 2016). Esto representa una gran oportunidad para vincular el tema climático y ambiental con el sector de producción pecuaria para trabajar en el proceso de formación de capacidades y mejorar la resiliencia del sector ganadero.

1.1.2. El Salvador

El Salvador es un país que cuenta con una extensión territorial de 21041 km² y se ubica en Centroamérica. Su población es de aproximadamente 7329015 habitantes (CIA, 2018).

Según los datos del último censo agropecuario, se contaba con un total de 1042931 cabezas de ganado bovino a lo largo de todo el territorio salvadoreño (MINEC 2009). Con respecto a producción anual, en el 2017 este país cerró con un total de 560 000 toneladas de leche entera de vaca y 19860 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

El Salvador cuenta con políticas públicas que buscan impulsar la implementación de prácticas de producción de ganadería sostenible. El **Plan Quinquenal de Desarrollo 2014-2019**, establece como objetivo impulsar la diversificación, rentabilidad y competitividad de las cadenas con alto valor agregado del sector agrícola; además busca reducir las pérdidas económicas en el sector agropecuario originadas por la variabilidad climática. De manera concreta, en este plan se establece como prioridad promover los enfoques de producción y uso sustentable de recursos naturales en ganadería, con énfasis en la construcción de resiliencia y conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador está a cargo del **Plan Estratégico Institucional 2014-2019 "Agricultura para el buen Vivir"**. En este instrumento de política sectorial se establece un programa de desarrollo sustentable de la ganadería (PROGAN). El mismo contempla, enfocado al desarrollo de una ganadería sostenible, el fortalecimiento de las organizaciones ganaderas, la transferencia y adopción de tecnología con los métodos adecuados, la capacitación, incentivos, apoyo al acceso a mercados, financiamiento de iniciativas productivas, acceso a insumos de bajo costo, desarrollo de la agroindustria e información de mercados.

Además, se cuenta con leyes de más larga data como la **Ley del Medio Ambiente**, en la cual se estipula la promoción de un trabajo conjunto entre las carteras de ambiente y agricultura entre los cuales se menciona la aplicación de mecanismos de mercado que promuevan la reforestación, lo cual abre una ventana de oportunidad para el trabajo en sistemas agroforestales y silvopastoriles, en especial en paisajes donde convergen la ganadería y la conservación del bosque. Otra ley vinculante de larga data es la **Ley de Fomento y Desarrollo Ganadero**; sin embargo, no incorpora dentro de su contenido la promoción de intensificación sostenible de la ganadería.

A nivel de estrategias se cuenta con la **Estrategia Ambiental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal, Pesquero y Acuícola 2015**. En esta estrategia sí se contempla la importancia de lograr un cambio en las actividades pecuarias que permita que estas se desarrollen de forma sostenible y que contribuyan al desarrollo de ecosistemas saludables en armonía con el medio ambiente, a fin de asegurar que la producción ganadera se realice de forma sostenible.

A nivel de compromisos internacionales la **NDC de El Salvador** propuesta en 2015, no establece ninguna medida concreta para intensificar la ganadería sostenible. Sin embargo, en ella se propone una revisión de las leyes de ganadería vigentes (antes de 2019), para que sean replanteadas con base a la adaptación a las nuevas prácticas ganaderas, siempre enfocadas en reducir el impacto ambiental y el cambio climático y la vulnerabilidad de la ganadería ante el mismo (Gobierno de El Salvador 2015).

1.1.3. Guatemala

Guatemala es un país centroamericano con una extensión total de 108 889 km² en la cual se articula una población de alrededor de 17 millones de habitantes (CIA, 2018). Con respecto a la producción anual del sector pecuario, en el 2017 cerró con un total de 488 284 toneladas de leche entera de vaca y 174 200 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

La actividad ganadera en el país es de suma importancia debido a los ingresos que genera. Según la última encuesta agropecuaria que toma en cuenta datos específicos sobre ganado vacuno, este representaba un 5,9% del PIB (Gobierno de Guatemala 2013); pero, debido a las características sociales y económicas del territorio, es considerada altamente vulnerable ante los efectos del cambio climático, por lo que en los últimos años se ha buscado reforzar

las estrategias de producción en ganadería para que sean sostenibles. Entre los esfuerzos realizados, se encuentran la restauración de áreas degradadas y la implementación de sistemas silvopastoriles y agroforestales, los cuales son de suma importancia para la recuperación de la cobertura forestal en los distintos paisajes. Además, a través de la iniciativa 20x20, Guatemala ha logrado restaurar 1,2 millones de hectáreas (CATIE 2018)

El plan nacional rector de Guatemala es el **Plan Nacional de Desarrollo; k'atun 2032** que busca disminuir las emisiones de GEI y un manejo adecuado del estiércol y otros residuos. Contempla también, la utilización de sistemas eficientes de riego y el ordenamiento territorial, para mejorar la producción ganadera sostenible y continuar el proceso de adaptación al cambio climático.

A nivel de política sectorial, la **Política Agropecuaria 2016-2020** se enfoca, entre otros aspectos, en manejar adecuadamente los recursos naturales renovables y promover la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático (MAGA 2016).

De manera concreta, en la **Política Ganadera Bovina Nacional** se reconoce la importancia de que en el país se pueda desarrollar la ganadería de una forma amigable con el ambiente, así como el uso y manejo adecuado de los recursos naturales. Para ello, uno de los objetivos específicos de la política versa en promover la transformación de la ganadería bovina en un modelo económico y ambientalmente eficiente y sostenible. En ese espíritu se promueve la formulación y validación de modelos productivos que impulsen el desarrollo ganadero de una forma sostenible, contribuyendo así a mitigar los efectos del cambio climático para los productores y la estabilidad de la oferta de los productos cárnicos y lácteos (MAGA 2012). Esta Política ha sido uno de los esfuerzos fundamentales en el establecimiento de la NAMA ganadería de Guatemala.

Se cuenta además con un **Pacto Ambiental 2016-2020**, el cual es un esfuerzo público – privado e interinstitucional que contempla continuar implementando modelos de producción limpia y sostenible en el sector pecuario y un ordenamiento territorial que favorezca la sostenibilidad en el aprovechamiento de recursos nacionales y producción pecuaria (MARN 2016).

A nivel normativo existe la **Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases Efecto Invernadero**, la cual propone establecer planes y estrategias para una mejor adaptación al cambio climático y una reducción de la vulnerabilidad (Gobierno de Guatemala 2013).

La **Estrategia Nacional para el Abordaje de la Deforestación y Degradación de los Bosques en Guatemala** establece programas de difusión e implementación de nuevas tecnologías de producción en medianos y pequeños productores, además de formar un programa que se dedique a la investigación de tecnologías de producción ganadera eficientes y sostenibles (MARN *et al.* 2018).

Como compromiso país para cumplir las acciones anteriormente mencionadas, se encuentra la I**NCD de Guatemala.** Ella promueve el fortalecimiento de los procesos de adaptación en varios sectores, entre ellos el ganadero, además de facilitar a los productores las herramientas y tecnologías necesarias para enfrentar el cambio y poder implementar las estrategias planteadas anteriormente (República de Guatemala 2017).

1.1.4. Honduras

Con una población de alrededor de 7961680 habitantes y una extensión territorial de 112 090 km² (CIA, 2018). Honduras es una nación centroamericana que según la última Encuesta Agrícola Nacional posee 2,5 millones de cabezas de ganado (INE 2008). Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Honduras cerró con un total de 690 721 toneladas de leche entera de vaca y 65 342 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

El Plan Nacional de Desarrollo "**Plan Estratégico de Gobierno 2018-2022: avanzando con paso firme"**, aunque cuenta con un eje de conservación y protección del medio ambiente que habla de diversos temas, entre ellos degradación del suelo, no existe una mención directa que articule intensificación de la ganadería con sustentabilidad ambiental.

A nivel de política sectorial existen diversas políticas estructurantes del sector agropecuario y ambiental. Hay tres que presentan una estrecha relación con los temas del presente estudio. La primera que es necesario mencionar es la **Estrategia Nacional de Cambio Climático**. La misma incorpora dentro de uno de sus objetivos estratégicos acciones concretas para promover la restauración y el manejo integrado de los suelos agrícolas y ganaderos, para la conservación de su estructura y fertilidad, especialmente en la agricultura de ladera (CTICC s.f.). Complementaria a esta política pública, existe también la **Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático para el Sector Agroalimentario 2015-2025**; sin embargo, en ella no se hacen menciones que relacionen la intensificación sostenible de la ganadería.

Una tercera política sectorial importante es la **Estrategia del Sector Público Agroalimentario y Plan de Implementación**, en la cual se reconoce el impacto que tendrán los sectores agroalimentarios por los efectos del cambio climático. No obstante, no se aborda de manera directa la intensificación sostenible de la ganadería como una estrategia de respuesta ante tales desafíos.

En el marco normativo, Honduras cuenta con la **Ley General de Ambiente**. Esta ley busca propiciar un marco adecuado que permita orientar las actividades agropecuarias hacia formas de explotación compatibles con la conservación y uso racional y sostenible de los recursos naturales y la protección del ambiente en general. Otro cuerpo normativo de gran importancia es la **Ley para la Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola**, la cual orienta la expansión de las actividades agrícolas hacia modalidades de explotación que sean compatibles con la conservación y buen manejo de los recursos naturales, protección del medio ambiente y equilibrio ecológico.

Existen además la **Ley de Cambio Climático**, el **Plan de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y Sequías**. Sin embargo, en ninguno de ellos existe una mención específica de la intensificación sostenible de la ganadería.

Estos compromisos adquiridos se encuentran en línea con lo establecido en la **Estrategia de Cambio Climático**, la cual aborda la relación entre los diferentes aspectos del cambio climático, así como las dimensiones social, económica y ambiental de la sociedad hondureña; constituyéndose en este sentido en los dos puntos de referencia más importantes para el tema de intensificación sostenible de la ganadería. Por fuera de ellos, es fundamental trabajar en articular el resto de políticas públicas existentes para sumar esfuerzos en la materia.

Es importante destacar que Honduras está impulsando la intensificación de la ganadería sostenible mediante su **Plataforma de Ganadería Sostenible**, que además busca establecer un control del hato ganadero en Honduras (SAG 2015).

De manera complementaria a los esfuerzos antes mencionados, Honduras ha sometido su **NDC** en el 2015 con la finalidad de contribuir a la reducción de emisiones de GEI. Entre los compromisos adquiridos a nivel de cambios en prácticas ganaderas destaca el promover modificaciones para fomentar el pastoreo rotacional; la siembra de pastos mejorados; implantación y difusión de la ganadería intensiva bajo estabulación; y limitar la quema de potreros para el control de ácaros en el ganado (Gobierno de la República de Honduras 2015).

1.1.5. México

México se encuentra ubicado en norteamérica; posee una extensión territorial de 1 964 375 km² y una población aproximada de 125385833 habitantes (CIA 2018). La importancia de la ganadería es fundamental, lo cual se puede ejemplificar con las 109,8 millones de hectáreas que se dedican en el territorio nacional a esta práctica y la existencia de 33,8 millones de cabezas de ganado bovino (SIAP 2018)

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 México cerró con un total de 11767556 toneladas de leche entera de vaca y 1926901 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

En el caso del México, este país recién acaba de tener cambio de autoridad presidencial por lo que la política de gobierno es incierta en cuanto al trabajo en temas de intensificación sostenible de la ganadería. A continuación, se hace mención de los contenidos vinculados a la política gubernamental del sexenio que acaba de concluir.

El **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018** tiene un enfoque de democratización productiva, por lo que el sector agropecuario busca apoyar la producción y seguridad alimentaria por medio de una unión de esfuerzos entre distintos ministerios, además de impulsar las inversiones y las exportaciones en el sector ganadero. También, entre sus puntos se busca impulsar prácticas sustentables para mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales en

la actividad pecuaria por medio de herramientas tecnológicas y nuevas técnicas de riego (Gobierno de la República de los Estados Unidos de México 2013).

A nivel sectorial se encuentra el **Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018**, en el cual se enfatiza el desgaste ambiental en las zonas rurales debido a prácticas ganaderas no sustentables, y establece una línea de acción para promover un balance entre el aumento de productividad de las actividades y la sustentabilidad de los recursos naturales (SAGARPA 2013).

En el sector ambiental se encuentra el **Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018**, que busca promover la implementación de prácticas ambientalmente buenas y de nuevas tecnologías y técnicas en el sector agropecuario (Gobierno de la República de los Estados Unidos Mexicanos 2013) De igual forma a lo anteriormente mencionado, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2019-2024 está en proceso de elaboración.

México también cuenta con el **Programa Sembrando Vida** el cual tiene como objetivo contribuir al bienestar social de las personas que se dedican a las actividades productivas agrarias en las regiones rurales y aumentar su participación en el desarrollo rural integral. En este programa no se hace mención de la intensificación de la ganadería sostenible; sino que está enfocado en el desarrollo de las actividades agroforestales.

A nivel normativo está la **Ley General de Cambio Climático** que contempla la conservación de la biodiversidad y fomenta la implementación de acciones para la adaptación al cambio climático. Además, se establecen disposiciones en adaptación y mitigación al cambio climático como los sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles (Ley General de Cambio Climático 2012).

La **Ley de Organizaciones Ganaderas** establece las bases y procedimientos para la constitución, organización y funcionamiento de las organizaciones ganaderas en el país, las cuales entre sus intereses sustenten el desarrollo y mejoramiento de los procesos productivos y de comercialización de los productos ganaderos. Entre las actividades que promueve está fomentar entre sus asociados la adopción de tecnologías adecuadas para el desarrollo sostenible.

La **Ley de Desarrollo Rural Sustentable** establece que la sustentabilidad es el criterio rector en el fomento de las actividades productivas, entre ellas las ganaderas, a fin de lograr el uso racional de los recursos naturales, su preservación y mejoramiento, al igual que la viabilidad económica de la producción mediante procesos productivos socialmente aceptables.

La **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental** indica que quienes realicen actividades pecuarias deben llevar a cabo las prácticas de preservación, aprovechamiento sustentable y restauración necesaria para evitar la degradación del suelo y desequilibrios ecológicos y, en su caso, lograr su rehabilitación.

La **Ley de Desarrollo Forestal Sustentable** tiene entre sus objetivos fomentar actividades forestales en terrenos agropecuarios, así como la promoción de la conservación de los ecosistemas forestales, impulsando su delimitación y manejo sostenible.

Las **Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México** toman como base de sus esfuerzos para la reducción de emisiones GEI, todas las políticas públicas anteriormente mencionadas, además de promover acciones de reforestación, restauración de los suelos, uso racional de los recursos y prácticas de producción que fomenten la ganadería sostenible.

1.1.6. Nicaragua

Nicaragua se ubica en Centroamérica; posee una extensión territorial de 130 370 km² y una población aproximada de 6013913 habitantes (CIA, 2018). Los últimos datos del Censo Nacional Agropecuario establecen que 4 640 709,60 manzanas del territorio, se dedican al sector pecuario y un total de 4136422 de cabezas de ganado bovino (INIDE 2011).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Nicaragua cerró con un total de 566551 toneladas de leche entera de vaca y 147749 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

Debido a la situación política actual de Nicaragua, es complejo tener un panorama claro de cómo se desarrolla el sector ganadero según fuentes secundarias. Según los últimos datos, en el 2017 las prácticas ganaderas venían en aumento, tanto en los sistemas de producción de leche como de carne, generando nuevas oportunidades de empleo y aumentando las exportaciones de productos ganaderos, así como el consumo a nivel nacional (IICA s.f.).

El **Programa Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021** tiene como primera línea de acción consolidar un modelo de diálogo y consenso con los sectores productivos, para la creación de nuevas políticas enfocadas en mejorar la producción y calidad en condiciones sostenibles.

Es importante aclarar que se anunciaron recientemente esfuerzos para publicar un **Plan Nacional de Programas y Proyectos 2019**, el cual incluiría una propuesta de desarrollo ganadero enfocada en incrementar rendimientos. El entendido era que el Plan iba a ser publicado a inicios del presente año, pero a marzo del 2019, sigue sin haberse publicado.

A nivel sectorial se encuentra el **Plan de Producción, Consumo y Comercio 2017-2018** del Ministerio Agropecuario, el cual está directamente relacionado con los esfuerzos indicados en el Programa Nacional de Desarrollo Humano, que plantea brindar ayuda técnica a pequeños productores por medio de la “Cadena de valor ganadera” para que estos puedan mejorar su productividad de una manera sostenible; además ofrece ayuda económica para obtener ganado. Por su parte, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales plantea la **Política de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático**, que en primera instancia propone ejecutar el proyecto “Cadena de valor ganadera” en conjunto con el Ministerio Agropecuario, para asegurar el mejor aprovechamiento de los recursos de forma sostenible

y, como solución al aumento de demanda de productos agropecuarios, busca reducir las prácticas ganaderas extensivas e implementar sistemas silvopecuarios.

El marco normativo nicaragüense contempla la ganadería en la **Ley de Defensa del Patrimonio Ganadero de Nicaragua** y la **Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales**; no obstante, la intensificación de la ganadería sostenible no se incluye en estas leyes.

En el 2014 se presentó el **Programa Nacional para la Reconversión de la Ganadería Bovina**, el cual, en conjunto con el sector privado, tiene como objetivo impulsar la producción ganadera y enfrentar eficientemente el cambio climático.

Nicaragua presentó su **NDC** en el 2018. Como parte de su estrategia para mitigar las emisiones de GEI está el reducir las prácticas ganaderas extensivas, incorporar bosques en las tierras ociosas e incorporar árboles en las fincas ganaderas (Gobierno de Nicaragua 2018).

1.1.7. Panamá

Panamá es un país con una extensión de 75420 km² y una población de alrededor de 3 867 535 habitantes (CIA 2018). Según la última encuesta realizada en el sector pecuario, al 2001 se registraban 1531716 cabezas de ganado (INEC 2001).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Panamá cerró con un total de 175 636 toneladas de leche entera de vaca y 69993 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

En el **Plan Estratégico Nacional con Visión de Estado (PEN) Panamá 2030**, se establece que cualquier progreso que se impulse debe garantizar la sostenibilidad de los recursos y el bienestar, ante el impacto del cambio climático. Con respecto al sector agropecuario, se busca aumentar el volumen de producción sostenible por unidad de trabajo según el tamaño de la empresa agropecuaria, pastoril y silvícola mediante el fomento de una política nacional articulada que tenga como meta los objetivos antes mencionados.

De manera concreta, el **Plan Estratégico del Gobierno 2015-2019** contiene acciones concretas en materia de asistencia técnica para la mejora de la productividad y diversificación de la actividad ganadera. Para ello se busca fomentar nuevas tecnologías en producción ganadera, entre otros.

El país cuenta desde el 2007 con una **Política Nacional de Cambio Climático**. Derivado de la misma, se constituyó un **Plan Nacional de Cambio Climático para el Sector Agropecuario** el cual da apertura a diversos canales de trabajo que procuren la resiliencia y esquemas de carbono bajo en varios rubros económicos, entre ellos la ganadería (MIDA s.f.).

Como parte de la política sectorial, es importante recalcar el esfuerzo del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) por promover la intensificación sostenible de la ganadería a través del Proyecto **Desarrollo Sostenible de la Ganadería Bovina de Carne en Panamá**, el cual fue lanzado en el 2018. Dicho proyecto tiene la finalidad de incrementar la

productividad, calidad y eficiencia de los sistemas productivos de carne bovina (Rodríguez 2018).

En el marco normativo, Panamá cuenta la **Ley 41 General de Ambiente de la República de Panamá** y la **Ley 25** que dicta disposiciones sobre la **Política Nacional para la Transformación Agropecuaria y su Ejecución** y con el **Decreto Ejecutivo 35,** en el cual se aprueba la **Política Nacional de Cambio Climático, sus principios, objetivos y líneas de Acción**; este establece medidas para la mitigación del cambio climático; sin embargo, no incluye la promoción de la intensificación sostenible de la ganadería.

En el 2017 entró en vigencia la **Ley 69** que crea un programa de incentivos para la cobertura forestal y la conservación de bosques naturales, y dicta otras disposiciones. Esta Ley tiene como objetivo proteger, recuperar y conservar la cobertura boscosa; con respecto a la ganadería, establece que se implementarán sistemas silvopastoriles, es decir, que se combina en la misma unidad de producción árboles de uso múltiples con pastos y ganado.

En cuanto a los compromisos internacionales adquiridos, en su I**NDC** presentada en 2016, Panamá establece una hoja de ruta para mitigar el cambio climático y reducir sus emisiones de GEI. A pesar de que el tema de intensificación sostenible no está directamente presente, sí se mencionan acciones vinculadas a la incorporación de la reforestación en sistemas agrícolas, la promoción de esquemas de incentivos, así como otros temas directamente relacionados con la conservación forestal (Gobierno de la República de Panamá 2016).

1.2. Subregión Andina

1.2.1 Bolivia

Bolivia es un país andino con una extensión de 1 098 581 km² y una población aproximada de 10561887 habitantes (CIA 2018). Según el último censo agropecuario, hay un total de 8315504 cabezas de ganado bovino (INE 2015).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Bolivia cerró con un total de 543508 toneladas de leche entera de vaca y 260000 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

En el **Plan De Desarrollo Económico y Social del Estado Plurinacional de Bolivia en el Marco del Desarrollo Integral Para Vivir Bien 2016-2020,** se contempla la implementación de prácticas ganaderas sostenibles. Se promueve trabajar en sistemas ganaderos con manejo integral y prácticas semiintensivas, así como la implementación de sistemas de producción sustentables, reduciendo su vulnerabilidad y aumentando su resiliencia al cambio climático (Estado Plurinacional de Bolivia 2015).

A nivel de política sectorial, en el **Plan del Sector Agropecuario y Rural con Desarrollo Integral Para Vivir Bien 2016-2020**, a cargo del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Bolivia busca transformar los sistemas extensivos de producción ganadera hacia sistemas semiintensivos e intensivos y desarrollar sistemas productivos ganaderos sustentables.

Además, se espera implementar medidas para la reducción de la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

Como complemento a los objetivos del Plan mencionado anteriormente, en el **Plan Estratégico Institucional 2016-2020** del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, se establecen como una prioridad del Estado mitigar los efectos del cambio climático en la vida de la población. Sin embargo, no se hace mención de medidas para implementar una actividad ganadera sostenible.

En Bolivia está vigente la **Ley De Declaratoria De Principal Productor De Ganado Bovino Del Departamento De Chuquisaca Al Municipio De Macharetí**, pero esta no contempla la intensificación de la ganadería sostenible, ni incluye medidas para mitigación de los efectos del cambio climático.

En su I**NDC**, Bolivia se compromete a llevar a cabo una transición hacia sistemas de manejo pecuario semi-intensivos y de manejo integrado agrosilvopastoril, a reducir las vulnerabilidades en los sistemas productivos agropecuarios, piscícola y agroforestal y a implementar medidas de seguro agrícola y pecuario que incluyan acciones productivas complementarias con la conservación, logrando sistemas productivos agropecuarios y forestales resilientes (Estado Plurinacional de Bolivia 2016).

1.2.2. Ecuador

Ecuador es un país andino con una extensión de territorial de 283561 km² y una población de alrededor de 15902916 habitantes (CIA 2018). Los más recientes resultados de las estadísticas agropecuarias indican que existen 4,19 millones de cabezas de ganado vacuno (INEC 2017)

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Ecuador cerró con un total de 1850000 toneladas de leche entera de vaca y 222090 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

En su **Plan Nacional de Desarrollo Toda Una Vida 2017-2021**, Ecuador resalta la importancia de combatir el cambio climático e implementar prácticas ganaderas sostenibles. En el Plan se detalla que mediante el programa **La Gran Minga Nacional Agropecuaria** se busca generar empleos e ingresos dignos, inclusión e innovación social, diversificación productiva y un incremento sostenido y prudente de la productividad.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca ha desarrollado **La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025**, en la cual se determina que uno de los retos actuales en la política agropecuaria de Ecuador es la implementación de la intensificación sostenible de la producción agrícola; esta se trata de una práctica agropecuaria basada en suelos sanos, una gestión eficaz del agua y la integración de cultivos, pastizales, árboles y el ganado por lo que se busca intensificar de manera sostenible la producción ganadera.

De manera concreta, como parte de las acciones sectoriales, se cuenta en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador con un **Programa de Ganadería Sostenible** con el objetivo de promover el desarrollo de productos de origen pecuario que sean económicamente rentables, amigables con el medio, socialmente justos, sostenibles en el tiempo y que permitan incrementar los niveles de vida. El Programa cuenta con subprogramas en productos cárnicos y una red lechera (MAG s.f.).

El país cuenta además con un **Plan Nacional de Cambio Climático 2015-2018** el cual actualmente está siendo parte de un proceso de revisión para su respectiva actualización. En la versión del Plan que recién finaliza se establecían medidas a nivel de ganadería sostenible para reducir la degradación de suelos,así como incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de GEI (Gobierno Nacional de la República de Ecuador 2015 p.30).

En el marco normativo de Ecuador se encuentra la **Ley Orgánica De Sanidad Agropecuaria**, que a pesar de entrar en vigencia recientemente (2017), no contempla la utilización de un modelo sostenible en la producción ganadera.

Lo anterior se articula con los compromisos internacionales establecidos en la **NDC de Ecuador**, en la cual se establece que para el sector agricultura se implementarán medidas que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático en el sector ganadero (Gobierno Nacional de la República del Ecuador, 2015 (2)).

1.2.3. Perú

Perú cuenta con una extensión territorial de 1285216 km² y una población de 30973148 de habitantes (CIA 2018). Según los resultados del último Censo Nacional Agropecuario, Perú posee un total de 5156000 cabezas de ganado vacuno (INEI 2012).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Perú cerró con un total de 2010985 toneladas de leche entera de vaca y 222090 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

En el **Plan Bicentenario Perú hacia el 2021** se destaca la importancia de combatir los efectos del cambio climático, y se menciona a la ganadería extensiva como un desafío estructural a afrontar (CEPLAN 2016, p.56). Si bien en el Plan no se menciona de manera directa al sector ganadero y su intensificación sostenible como un eje articulador de esta propuesta, sí existe un abordaje directo en el **Plan Nacional de Desarrollo Ganadero 2017-2027**.

En dicho plan se busca impulsar una ganadería sostenible que involucra la alimentación, sanidad, infraestructura, manejo y mejora en la gestión. El objetivo de este plan sectorial es mejorar la competitividad promoviendo el desarrollo productivo y comercial sostenible de los productos y derivados de la actividad ganadera; además apunta a gestionar adecuadamente los recursos naturales asegurando la sostenibilidad de los sistemas

productivos ganaderos y reduciendo su vulnerabilidad frente a los eventos climatológicos adversos.

A nivel concreto vale la pena mencionar los esfuerzos del gobierno en impulsar la ganadería con pastos cultivados, con lo cual buscan incidir directamente en elevar la productividad, así como en términos de mejoramiento genético.

A nivel de marco normativo, Perú cuenta con una **Ley Marco de Cambio Climático,** pero no incluye el tema de ganadería y su relación con la reducción de emisiones GEI.

Finalmente, en su I**NDC**, Perú propone medidas para mitigar los efectos del cambio climático en las actividades agrarias, pesqueras y acuícolas; sin embargo, no se proponen medidas para transformar la ganadería a un modelo sostenible (República del Perú 2015).

1.3. Subregión Cono Sur

1.3.1. Argentina

Argentina posee una extensión territorial de 2780400 km² y cuenta aproximadamente con 42980026 habitantes (CIA 2018). Según los datos más recientes, hay un total de 54816050 cabezas de ganado (SENASA 2018).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Argentina cerró con un total de 10097500 toneladas de leche entera de vaca y 2842000 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

En los **Objetivos de Gobierno**, Argentina no hace ninguna mención de intensificación de la ganadería sostenible. En este plan nacional de desarrollo, el Gobierno establece como prioridad mitigar los efectos negativos del cambio climático, enfocándose más que todo en mejoras infraestructurales para evitar inundaciones. A nivel de política sectorial, se cuenta con el **Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial participativo y federal 2010 - 2020.** En el mismo se reconoce la necesidad de una redefinición de las áreas ganaderas y una modernización profunda de los sistemas de producción. Para ello se establecen una serie de acciones entre las cuales resaltan la reducción del porcentaje de tierras erosionadas mediante la implantación de pasturas perennes y la reducción del porcentaje de tierras arborizadas con baja densidad ganadera mediante el manejo de la carga animal.

A nivel de cartera de ambiente, se cuenta con planes directamente vinculados con el tema de estudio. El **Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (2015)** parte del convenio de articulación interinstitucional suscrito entre el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable y el Ministerio de Agroindustria (Gobierno de Argentina s.f.).

El Clarín 2017, mencionó que se conformó la **Mesa Argentina de Carne Sustentable** para busca dar respuesta a la creciente demanda de los consumidores con un enfoque de producción responsable y basada en la sustentabilidad; además busca promover un balance

con los impactos sociales, económicos y medioambientales. Esta Mesa funciona bajo el marco de la Mesa Redonda Global para la Ganadería Sostenible (GRSB, por sus siglas en inglés).

En el marco normativo, Argentina cuenta con amplia legislación sobre el sector agropecuario. Unas de las leyes que tratan temas relacionados a la ganadería son la **Ley N.3211 Régimen para la Habilitación y Funcionamiento de Establecimientos que se Dediquen en Forma Intensiva o Semi-intensiva a la Ganadería Bovina**, la **Ley N.27066 Creación del Régimen de Promoción de la Ganadería Bovina en Zonas Áridas y Semiáridas** y la **Ley N.6829 Ley de Ganadería**; sin embargo, estas no contemplan la implementación de prácticas ganaderas sostenibles.

Por otro lado, en la **Ley N.7952 Crea Régimen Provincial de la Ganadería** y la **Ley N.2716 Ley Para La Reactivación De La Ganadería,** sí se hace mención a la ganadería sostenible. En la primera se establece que serán de especial interés para la Provincia aquellos proyectos que promuevan el desarrollo ganadero sustentable, integrado e industrial de la cadena de ganados y carnes. En la segunda, se busca la modernización de los sistemas productivos, su sustentabilidad y sostenibilidad en el tiempo e incrementar las fuentes de trabajo y radicación de personas en las zonas rurales.

En su I**NDC**, Argentina asegura que se están llevando a cabo estudios sectoriales de impacto, vulnerabilidad y adaptación que contribuirán a los procesos de planificación e implementación de medidas y políticas de adaptación al nivel nacional, provincial y local. Además, en su contribución, Argentina sí contempla la intensificación de la ganadería sostenible y la reducción de GEI, de los cuales aportan cerca del 0,7% anual a nivel global (Gobierno de Argentina 2016).

1.3.2 Chile

Chile se encuentra ubicado en América del Sur; tiene una población aproximada de 17 762 647 habitantes y una extensión territorial de 756 102 km² (CIA 2018). Según datos de la encuesta de ganado del 2015, Chile posee un total de 1 080 874 cabezas de ganado bovino (INE 2017).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Chile cerró con un total de 1990519 toneladas de leche entera de vaca y 199958 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

A nivel nacional, existe el **Programa de Gobierno 2018-2022 "Construyamos Tiempos Mejores para Chile",** en el cual se percibe el sector ganadero como un área de oportunidad para el progreso que debe ser incentivado por el Estado para que alcance su mayor potencial productivo de manera sostenible, en conjunto con esfuerzos de la empresa privada.

A nivel sectorial, el Ministerio de Agricultura toma como base el programa de Gobierno y establece un **Programa de Gobierno en la Agricultura 2018-2022** en el cual se establece una serie de líneas de trabajo entre las cuales destacan investigación e innovación para la

productividad del sector y desarrollo forestal y agrícola sustentable. Por otra parte, el Ministerio del Medio Ambiente trabaja bajo el **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022,** que propone un plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario y acciones de mitigación por medio de regulaciones y programas, y la implementación de herramientas tecnológicas que ayuden a los medianos y pequeños productores a aumentar la productividad de forma sostenible.

En el marco del Plan de Acción de Cambio Climático, se creó el **Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario** que posee 21 medidas de adaptación entre las cuales se contempla el uso eficiente de los recursos naturales, aumento de la productividad, pero con reducción de emisiones, promover la sustentabilidad ambiental, económica y social y apoyo a la investigación e innovación en el sector silvoagropecuario.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, es el promotor de la **Estrategia Integrada de Adaptación para Sistemas Ganaderos de Latinoamérica**, que busca favorecer a los pequeños productores latinoamericanos en la adaptación de sistemas ganaderos al cambio climático y a la reducción de la pobreza por medio de estrategias que aumenten la producción y colaboran en reducir las emisiones de GEI, y que además sean económicamente viables.

Chile cuenta con la **Ley N° 19.162 Estableciendo Sistema De Trazabilidad Del Ganado Y Carne**; sin embargo, en ella no se contempla la intensificación de la ganadería sostenible. Además, existe el **Decreto 40 Crea Comisión Nacional Para La Ganadería De La Carne Bovina**, de 1940 y el **Decreto con Fuerza de Ley 335 Establece Funciones Y Estructura Del Consejo De Fomento E Investigación Agrícolas**, de 2012; no obstante, en ninguno de estos se contempla la ganadería sostenible.

La **INDC de Chile** refuerza las acciones en pro del plan del sector silvoagropecuario, principalmente las que hablan de gestión del agua, investigación, información y creación de capacidades, gestión de riesgos y seguros agrícolas y gestión forestal; además de que el sector pecuario está contemplado entre los sectores de prioridad para llevar a cabo acciones que ayuden a la mitigación de emisiones GEI (Gobierno de Chile 2015).

1.3.3. Paraguay

Paraguay se ubica en América del Sur; posee una extensión territorial de 406752 km² (CIA 2018). Tiene una población aproximada de 6552518 habitantes y un total de 13 500 965 cabezas de ganado bovino a lo largo de todo el territorio (SENACSA 2018).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Paraguay cerró con un total de 508000 toneladas de leche entera de vaca y 484000 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

El **Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030** aclara que uno de los mayores retos a nivel país es conciliar las necesidades de crecimiento económico e industrialización con el aprovechamiento sostenible de los suelos y de la producción agropecuaria. Además de la

necesidad de incrementar de manera sostenible la producción, enfocada en los sistemas agroalimentarios. Otra de sus líneas acción es invertir en investigación e innovación para implementar nuevas tecnologías en las fincas de pequeños productores y mejorar las técnicas de riego.

A nivel sectorial, el **Plan Estratégico Institucional 2014-2018** del MAG promueve el aprovechamiento sostenible del suelo y el agua, así como la competitividad y la mejora en procesos operativos. Por parte del Ministerio de Medio Ambiente, existe el **Plan Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrícola del Paraguay** que implementa mecanismos de capacitación para los productores sobre los riesgos del cambio climático, información sobre el impacto de desastres y pronósticos de impacto.

Paraguay posee muchos programas relacionados a la producción ganadera; entre los principales se encuentran el **Proyecto de Desarrollo Rural Sostenible (PRODER)** que busca mejorar la calidad de vida de pequeños productores a través de medidas de apoyo sostenibles, y el **Programa de Fomento al Desarrollo de la Competitividad Agropecuaria** que promueve la inserción competitiva de manera sustentable económica, social y ambientalmente.

En Paraguay existe la **Ley Fomento de la Cadena Láctea, Fortalecimiento de la Producción Nacional y Promoción del Consumo de Productos Lácteos** que promueve la producción y el desarrollo mediante la ejecución del Plan de Desarrollo Sostenible de la Cadena Láctea.

Las **Contribuciones Nacionales de la República del Paraguay** fueron presentadas en el 2015 y contemplan el aumento de la eficiencia en los sistemas productivos agropecuarios y la adaptación al cambio climático, principalmente en las áreas de producción agrícola y ganadera. Este INDC está completamente basado en el Plan Nacional de Desarrollo 2030. (Gobierno de Paraguay 2015)

1.4. Subregión Caribe

1.4.1. República Dominicana

República Dominicana se ubica en el Caribe; posee una extensión territorial de 48442 km² y una población aproximada de 10405943 habitantes (CIA 2018). En este país se mide la tierra en tareas; 1 tarea equivale a un espacio de tierra de 25 x 25 metros. En relación a la ganadería bovina, los datos que se poseen del país, para el año 2015, están dados en cantidad de tierras que se dedican a este tipo de actividad pecuaria, que alcanza un total de 3012.96 hectáreas (ONE 2016).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 República Dominicana cerró con un total de 847686 toneladas de leche entera de vaca y 66473 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

La ganadería es importante en la economía del país, pero al mismo tiempo sufre una crisis debido a la producción insuficiente y a los precios muy bajos que se le pagan al productor ganadero, comparados al precio base a nivel internacional.

En el 2012 se establece la Ley 1-12 **Estrategia Nacional de Desarrollo 2030** que promueve elevar los niveles de productividad, competitividad y sostenibilidad ambiental con el fin de aprovechar el potencial exportador; además, impulsa la innovación, el desarrollo tecnológico y la investigación para mejorar los procesos de producción.

Con respecto a los planes sectoriales, está el **Plan Estratégico Institucional para el Desarrollo del Sector Pecuario Dominicano 2013-2023** elaborado por el Ministerio de Agricultura y la Dirección General de Ganadería con base en la Estrategia Nacional de Desarrollo. Entre sus objetivos están promover prácticas de manejo sostenibles de los recursos naturales, fomentar la adaptación al cambio climático y apoyar la investigación para adoptar prácticas sostenibles en el sector pecuario.

El **Plan Operativo Anual 2018** del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, incluye la implementación de nuevos instrumentos tecnológicos para trabajar a favor del medio ambiente, además de la eliminación de actividades ganaderas en suelos ya muy desgastados o no aptos para la producción.

También existe un esfuerzo del Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo con la **Política Nacional de Cambio Climático (PNCC),** que promueve reformar la institucionalidad del sector agropecuario para invertir más en investigación de nuevas técnicas de producción que se adapten al cambio climático, además de la optimización de recursos y el desarrollo de prácticas sostenibles.

Finalmente, el **Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático en la República Dominicana** recomienda medidas de mitigación de GEI en el sector ganadero, tales como un adecuado manejo del estiércol y la implementación de programas que incrementen la productividad de los pastos.

En el marco normativo, existe la **Ley de Promoción Agrícola y Ganadera** que abarca una óptima utilización del agua, la tierra y el capital en la producción.

La **Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional** está basada en la Política Nacional de Cambio Climático y el Plan de Acción Nacional de Adaptación (PANARD). Ambos tienen preestablecidos indicadores de mitigación y son políticas públicas ya articuladas en el país (Gobierno de República Dominicana 2017).

En síntesis, República Dominicana es un país que a pesar de promover esfuerzos desde hace años para implementar políticas sectoriales de reducción de emisiones en ganadería, tiene un problema de fondo que es lo complejo que resulta establecer un mercado competitivo y productivo de la ganadería en la región, debido a las dificultades del clima y porque a nivel país no se han hecho esfuerzos determinantes para impulsar esta práctica, al punto de que la

última estadística del sector pecuario se realizó hace 40 años, por lo que ni siquiera se tiene una idea real de la situación país con respecto a esta práctica.

1.4.2. Cuba

Ubicada en el Caribe, Cuba posee una extensión territorial de 109884 km²; este país cuenta con una población aproximada de 11379111 personas (CIA 2018).

Además, con respecto a la producción anual, en el 2017 Cuba cerró con un total de 536400 toneladas de leche entera de vaca y 88313 toneladas de carne vacuna (FAOSTAT 2017).

En el **Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030**, se contempla la intensificación de la ganadería sostenible con un enfoque que busca garantizar un alto nivel de autosuficiencia alimentaria. Además, un objetivo de este plan es establecer un conjunto de políticas para la gestión eficaz de riesgos y la adaptación del país al cambio climático, la eficiencia energética y el desarrollo de fuentes renovables de energía. En este documento se enfatiza la integración de la industria con el sector agropecuario, el incremento de las producciones ecológicas, la protección del medio ambiente y la mitigación de los efectos del cambio climático (Gobierno de Cuba 2017).

Con base al Plan Nacional de Desarrollo, se desarrolló la **Tarea Vida. Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático**, la cual está en la etapa de presentación al Ministerio de Agricultura de Cuba. Este plan busca una transformación del modelo nacional de desarrollo del país con profundas implicaciones en las actividades productivas, sociales y económicas. Además, establece como objetivo implementar y controlar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático derivadas de las políticas sectoriales en los programas, planes y proyectos vinculados con la seguridad alimentaria y la actividad agropecuaria. También se espera adaptar las actividades agropecuarias, en particular las de mayor incidencia en la seguridad alimentaria del país, a los cambios en el uso de la tierra como consecuencia de la elevación del nivel del mar y la sequía (Rey Santos 2017).

Cuba cuenta también con la **Política Nacional del Agua**, la cual tiene como uno de sus objetivos establecer pautas y estrategias que permitan medir la incidencia del agua en la calidad ambiental y establecer el enfoque de enfrentamiento al cambio climático para todos los programas hidráulicos que se desarrollen. Sin embargo, no se menciona la ganadería sostenible como parte de su alcance (EcuRed s.f.).

En su marco normativo, Cuba cuenta con la **Ley de Medio Ambiente**, la cual entró en vigencia en el año 1997. En esta Ley se establece que para garantizar la seguridad alimentaria y la exportación de productos agrícolas, la producción debe realizarse de manera sostenible, además debe de darse el establecimiento de un ordenamiento territorial y una planificación adecuados, ejecutados sobre bases reales y objetivas en los que las actividades agropecuarias locales se correspondan con las condiciones económicas y ecológicas del área. También se establece como obligatorio presentar al Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio

Ambiente los nuevos proyectos y actividades que se relacionan con la producción agropecuaria, con el fin de que se efectúe un proceso de evaluación de impacto ambiental.

En el marco normativo cubano también se encuentra la **Directiva No. 1 sobre la Planificación, Organización y Preparación del país para Situaciones de Desastres**; sin embargo, en esta no se hace mención a la intensificación de la ganadería sostenible o de la mitigación de los efectos del cambio climático.

En su I**NDC**, Cuba no establece la implementación de prácticas de ganadería sostenible como estrategia para reducir sus emisiones de GEI.

En síntesis, Cuba cuenta con un marco normativo que permite el impulso de políticas públicas que favorezcan la implementación de modelos de producción de ganadería sostenibles. Tanto su marco normativo como el plan nacional de desarrollo constituyen una base sólida para el desarrollo de planes como el de Tarea Vida, que busca la intensificación de la ganadería sostenible.

Capítulo 2. Estudios de caso

En el presente Capítulo se relatan los hallazgos de cuatro estudios de caso realizados en el marco de la presente investigación que incluyen a los países de Brasil (Estado de Mato Grosso), Costa Rica, Colombia y Uruguay. Dichos países fueron seleccionados por el avance importante y los resultados que ya tienen en temas relacionados y que contribuyen con la intensificación sostenible de la ganadería. En el Anexo 2 se detalla la estructura de estos estudios de caso

En la toma de datos para los casos de estudio, fue relevante la investigación en fuentes primarias, secundarias y terciarias que estuvieran directamente relacionadas a ganadería, ganadería sostenible, cambio climático y desarrollo sostenible. Las fuentes abordadas fueron en su mayoría políticas de gobierno, leyes, normas y decretos aprobados en cada país relacionados con el tema y disponibles en páginas oficiales.

De manera complementaria, se nutrió cada caso de estudio con los resultados de la aplicación de una entrevista semiestructurada con 22 preguntas de libre respuesta (ver Anexo 3). Los informantes para cada caso fueron seleccionados estratégicamente, procurando siempre contar con al menos un informante vinculado con la cartera ministerial de ambiente, otro con la de agricultura - ganadería y un tercer informante que fuese representante de la organización gremial ganadera. Sin embargo, no siempre fue posible conseguir informantes de todos los sectores, además de que fue un desafío concertar y concretar las citas debido a que no se hizo en el periodo de tiempo adecuado para incluir la información recolectada en el estudio.

El Cuadro 2 detalla la lista de informantes consultados durante el periodo comprendido del estudio.

Cuadro 2. Informantes clave de instituciones gubernamentales de los países incluidos en los estudios de caso que fueron consultados

País	Actor	Institución	Cargo
Brasil	Vando Telles	Pecuária Sustentável da Amazônia (PECSA)	Director Ejecutivo y socio fundador
	Mauricio Moleiro Philipp	Secretaría del Medio Ambiente de Mato Grosso	Coordinador de Departamento de Cambio Climático
	Auster Clínio Lopes de Farias	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.	Jefe General de EMBRAPA Silvopastoril

País	Actor	Institución	Cargo
	Neto	Sede Mato Grosso	de Mato Grosso
	Fernando Sampaio	Programa Producir integrar e incluir	Coordinador
Colombia	Juan Carlos Gómez	Federación Colombiana de Ganaderos	Coordinador general, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible
	Guillermo Prieto Palacios	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Profesional Especializado, Grupo de Adaptación al Cambio Climático
	Oscar Mauricio Cifuentes	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Grupo de coordinación de mitigación del cambio climático
	Yudy Vanessa Burbano	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	Profesional de apoyo a la investigación
Costa Rica	Mauricio Chacón	Ministerio de Agricultura y Ganadería	Coordinador de la estrategia nacional de la ganadería baja en carbono
	Erick Montero	Cámara Nacional de Productores de Leche	Director Ejecutivo
	Luis Diego Obando	Corporación de Fomento Ganadero	Director Ejecutivo
	Jorge Segura	Ministerio de Agricultura y Ganadería	Coordinador del programa nacional de ganadería, del NAMA y de la estrategia nacional baja en carbono
	Agripina Jenkins	Ministerio de Ambiente y Energía	Asesora de la Dirección de Cambio Climático
Uruguay	Cecilia Penengo	Ministerio de Ambiente	División de Cambio Climático
Uruguay	Natalia Caballero	IICA Uruguay	Especialista en recursos naturales y cambio climático

Cada estudio de caso cuenta con una estructura homogénea y fue construido tomando en cuenta la percepción de los informantes, así como datos de investigación recopilados, en el Anexo 3 se presenta la encuesta semiestructurada. Inicia con una sección de **Consideraciones generales,** en la cual se resume el contexto de la ganadería en el país y sus características socioeconómicas, la importancia de la ganadería para su economía y el tipo de ganadería que se maneja, entre otros aspectos.

Se prosigue a una segunda sección denominada **Resultados**. En ella se enfatiza en los antecedentes de los esfuerzos actuales, así como en características de los esquemas de intensificación en relación a forma de financiamiento e instancias rectoras entre otros. Se ofrece además detalles de la gobernanza, en términos de los principales actores involucrados en el ejercicio de promoción de intensificación sostenible de la ganadería y de la arquitectura institucional existente. Se pone atención en aspectos innovadores, aciertos, espacios de mejora y lecciones aprendidas vinculadas con la promoción de este tipo de esquemas. Cada caso de estudio concluye con una última sección sobre **Lecciones aprendidas.**

Al finalizar la presentación de los cuatro casos de estudio se ofrece, a modo de cierre, una serie de reflexiones que permiten dilucidar la posibilidad de escalar y replicar este tipo de iniciativas.

2.1. Estudio de caso Colombia

2.1.1. Consideraciones generales

Si bien la ganadería en Colombia contribuye sólo con cerca del 1,4% del PIB nacional, su importancia es indiscutible dentro del sector agropecuario al tener un 21,8% de contribución al PIB agropecuario. Ocupa alrededor del 34% del territorio nacional, en el cual se albergan 23000000 de cabezas de ganado repartidas en 14000 predios ganaderos. Genera alrededor de 810000 empleos directos, representando el 6% del empleo nacional y el 19% de la ocupación en actividades agropecuarias (FEDEGAN 2017).

La ganadería se desarrolla en 27 de los 32 departamentos de Colombia (Rico 2017), exceptuando principalmente algunos departamentos de la región de la Amazonía y la región de Chocó. Se practica ganadería de carne (alrededor del 20% de la producción), leche (6%), doble propósito (35%) y cría (39%).

Los grandes productores ganaderos se encuentran en zonas como Antioquia, Córdoba, Casanare, Meta y Santander. Los medianos y pequeños productores en el resto del país.

Actualmente, según datos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la ganadería emite 23,3 millones de ton de CO_2 eq, lo que significa el 13 % de las emisiones netas de CO_2 y no tiene absorciones. Hay evidencia de que en la región amazónica se ha deforestado con el fin de expandir la ganadería, lo cual tiene un gran efecto en la biodiversidad, en los servicios ecosistémicos y en las emisiones de GEI.

En el marco de los compromisos internacionales en materia de reducción de emisiones de GEI, en las I**NDC** de Colombia se establece como una de las metas de adaptación priorizada al 2030, el contar con gremios de varios sectores, entre ellos el ganadero y silvopastoril, con capacidades mejoradas para adaptarse adecuadamente al cambio climático y a la variabilidad climática (Gobierno de Colombia 2018). Sin embargo, es importante recalcar que en el actual NDC presentado por Colombia, solo se establecen metas relacionadas a acciones a futuro, pero ninguna de ellas cuenta con datos cuantificables de reducción de emisiones.

A nivel nacional, Colombia cuenta con una **Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero,** la cual determina la obligación del Gobierno de "estimular actividades productivas sostenibles que contribuyan a la prevención de riesgos, a la protección de la producción agropecuaria nacional y al uso adecuado de los recursos naturales, e incentivará inversiones ambientalmente sanas en el agro colombiano" (Ley General de Desarrollo Agropecuario 1993).

De manera complementaria, en los últimos años se han desarrollado políticas públicas dirigidas a dar respuesta al cambio climático y que relacionan el trabajo importante que debe hacerse desde el sector ganadero para su adaptación y mitigación.

En el **Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018** de Colombia se estableció como objetivo implementar prácticas de ganadería sostenibles y también se consideran medidas para minimizar el impacto al medio ambiente. Además, se establece una metodología para promover la ganadería sostenible. En este Plan se incluye una estrategia vinculada con el crecimiento verde. De manera concreta en la misma se procura una armonización en materia de políticas vinculadas a cambio climático que permita la definición de compromisos concretos de reducción de emisiones, adaptación y mitigación.

El país cuenta además con una **Política Nacional de Cambio Climático** en la cual se reconoce la necesidad de incorporar acciones para la conservación de bosques en políticas agropecuarias, entre ellas, el control de expansión ganadera y la titulación de tierras.

De manera concreta, entre las líneas de acción en las cuales se promueve trabajar la política, resaltan el promover acciones integrales que ayuden al uso eficiente del suelo en donde se privilegie la conservación de las coberturas naturales existentes en las fincas, la restauración de sus áreas degradadas, la intensificación ganadera baja en carbono, la implementación de sistemas agroforestales, la reducción de la deforestación y la asistencia técnica o transferencia tecnológica agropecuaria que aumente la competitividad y disminuya la vulnerabilidad ante el cambio climático. Asimismo, se promueve como una línea de acción vinculante con el presente ejercicio de investigación, incorporar en los sistemas de asistencia técnica agropecuaria, la evaluación y promoción de tecnologías y opciones de adaptación y mitigación en los principales subsectores ganaderos.

Otras políticas de importancia directa que han constituido condiciones habilitadoras para la promoción de la intensificación sostenible de la ganadería son el **Documento CONPES 3700** ***"Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia"***, mediante el cual se hace una mirada de la ganadería desde su vinculación directa con la emisión de GEI de orden antropógeno; la **Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal** (ENREDD+) y el **Plan Nacional de Adaptación de Cambio Climático**.

Entre el 2002-2007 se desarrolló conjuntamente en Nicaragua, Costa Rica y Colombia el Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas, el cual tuvo por objetivo determinar el efecto del PSA sobre la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas y sobre los cambios en los usos de la tierra sobre la productividad y sobre la generación de servicios ambientales en fincas ganaderas localizadas en zonas de pasturas degradadas (CATIE 2007). Este proyecto fue financiado por el Fondo para el Medio

Ambiente Mundial; sus lecciones aprendidas, sirvieron como base para la escritura del proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (GCS).

Producto de ello, en el 2010 se empezó a impulsar la iniciativa **GCS**, la que ha recibido apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Fondo GEF) así como del Gobierno Británico a través de ¨Business, Energy and Industrial Strategy-BEIS¨ desde 2014. Desde su creación, el proyecto beneficia alrededor de 3900 familias ganaderas distribuidas en 87 municipios de cinco zonas del país (GCS 2019). El mismo ha representado un importante paso para que el tema se incluyera de manera directa en las prioridades nacionales de los últimos años. Su implementación la realiza la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN).

De manera concreta, este Proyecto procura mejorar la producción ganadera a través del trabajo amigable con el medio ambiente; con el uso de diferentes tipos de árboles integrados a la producción ganadera (sistemas silvopastoriles), y la conservación de bosques nativos en la finca (GCS 2019).

Adicionalmente, Colombia tiene registrado un NAMA llamado ¨**Sustainable Bovine Livestock**¨, el cual está a cargo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Este NAMA tiene como objetivo disminuir las emisiones de GEI generadas por la producción pecuaria, mediante un sistema de gestión ambiental y productivo a nivel regional, promoviendo la conservación y restauración de los ecosistemas naturales.

Las metas que se establecen en este NAMA son intensificar de manera sostenible la producción ganadera mediante la implementación de sistemas silvopastoriales intensivos y no intensivos y el manejo eficiente del sistema productivo; establecer zonas de protección en las fincas ganaderas para la conservación y restauración de ecosistemas naturales y el gestionamiento y utilización del gas metano generado en los lotes de sacrificio.

Además, a través del proyecto 20x20, impulsado por distintas entidades privadas y no gubernamentales, Colombia ha logrado restaurar 1 millón de hectáreas que se encontraban en ecosistemas en estado de degradación (CATIE 2018).

De esta manera, a nivel de gobernanza el sector privado ha jugado un papel fundamental en la promoción de la intensificación sostenible de la ganadería en Colombia. Justamente ha sido en la institucionalidad privada y de cooperación que se ha instaurado la figura de la **Mesa Ganadería Sostenible Colombia**, la cual constituye un espacio de participación interinstitucional público-privada que tiene como finalidad contar con un órgano consultor con conocimiento técnico sobre la ganadería sostenible en el país y que sea un referente en el proceso de construcción de planes, programas y proyectos en torno a la ganadería sostenible. Actualmente, la Mesa tiene como objeto principal la realización de actividades encaminadas a apoyar la estructuración de políticas públicas y el desarrollo de programas,

planes y proyectos relacionados con la ganadería sostenible en Colombia, como por ejemplo el Proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible, el NAMA de Ganadería Sostenible y el Plan Nacional de Adaptación al cambio climático (MGS-Col 2019).

Las instancias públicas también han jugado un papel esencial en este proceso, procurando abrir los espacios de diálogo con el sector privado, así como en fungir como vínculo con los sectores regionales para aumentar el alcance de las acciones que actualmente se realizan. Las políticas públicas existentes han contribuido a esto. Tanto la cartera de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), como la de Ambiente (Minambiente) han aportado desde lo que permite la naturaleza de sus competencias institucionales.

El MADR tiene como objetivos primordiales la formulación, coordinación y adopción de las políticas, planes, programas y proyectos del Sector Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural (Mipymes 2019); por su parte, Minambiente es la entidad pública encargada de definir la política nacional ambiental y climática y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, a fin de asegurar el desarrollo sostenible y garantizar el derecho de todos los ciudadanos a gozar y heredar un ambiente sano (Miniambiente 2019).

2.1.2 Resultados

El Proyecto GCS, a junio del 2018 ha cumplido con promover 80 107 hectáreas bajo sistemas de producción ganadera amigables con el medio ambiente, 23 831 hectáreas establecidas con sistemas silvopastoriles, 2899 hectáreas en sistemas silvopastoriles intensivos establecidos y 17 455 hectáreas de bosques conservados[1].

Se ha registrado un incremento de la UGG/ha del 44% en áreas con cercas vivas, en la productividad en leche de 2619,9 l/ha/año con incrementos del 36,2%. En cuanto a calidad de la leche, se han visto incrementos en el porcentaje de grasa del 1,9%, incrementos de proteína del 0,18%, e incrementos de sólidos totales del 1,5%, frente a pastoreos en potreros tradicionales[2].

La meta original del Proyecto GCS era alcanzar las 84 mil hectáreas intervenidas, pero a febrero del 2019, ya se habían alcanzado 94 mil hectáreas, incluyendo bosques y sistemas silvopastoriles[3].

En las hectáreas intervenidas que se dedican a la producción lechera, la producción ha aumentado en un 17%; la producción total ha aumentado en un 31%, por lo que se deduce

[1] Burbano, YV. 14 mar. 2019. Preguntas Estudio de caso Colombia (correo electrónico). Bogotá, Colombia, CATIE.
[2] *ibid*.
[3] Gómez. JC. 27 feb. 2019. Preguntas estudio de caso Colombia (Skype). Bogotá, Colombia, FEDEGAN.

que los cambios efectuados cumplen con su propósito de intensificar la producción ganadera. Además, se han reducido los costos de producción en un 18,5% por hectárea intervenida. Es importante destacar también que se les ha brindado capacitación a 17 559 productores ganaderos, procurando con ello alcanzar la meta que se estableció en el proyecto de capacitar al menos 18 000[4].

Entre los aspectos innovadores que destacan del proyecto GCS resulta meritorio mencionar la virtuosa participación del sector privado en autoorganizarse hacia la intensificación sostenible de la ganadería de mano de las instancias públicas competentes.

2.1.3. Lecciones aprendidas

La experiencia en Colombia ha dejado en evidencia una serie de lecciones aprendidas a nivel de aciertos y dificultades que persisten en la promoción de la intensificación sostenible de la ganadería.

En el marco del proyecto se ha contado con **recurso humano capacitado** que ha permitido ofrecer asistencia técnica de alta calidad a los productores en las prácticas que el proyecto promueve. Como corolario de ello, se han logrado instaurar una serie de **fincas demostrativas** que han permitido que los productores ganaderos puedan observar los beneficios de implementar cambios en finca que sean sostenibles que ayudan a mejorar la calidad de la producción. Esto ha coadyuvado a que se hayan podido involucrar sistemas silvopastoriles en fincas de productores ganaderos en Colombia, tales como el establecimiento de cercas vivas, árboles dispersos en potreros, setos forrajeros, bancos mixtos de forrajes y sistemas silvopastoriles intensivos para ramoneo y la adopción de cercas eléctricas en algunas de ellas alimentadas a través de y paneles solares así como la implementación de nuevas tecnologías y especies forrajeras que han ayudado a aumentar la carga animal.

Actualmente, el proyecto presenta un desafío estructural en cuanto a su escalabilidad y apoyo financiero. Por su naturaleza, el proyecto está restringido a cinco regiones del país y cuenta con una cantidad de recurso humano y económico limitado que le impide ampliar su cobertura.

Se cuenta además con barreras estructurales de la actividad productiva ganadera colombiana con las que es importante lidiar tanto en este proyecto como en futuras iniciativas de más amplio alcance. Una de ellas es la **variabilidad climática**, la cual incide de manera directa en la toma de decisión y en la implementación de cambios hacia una producción sostenible.

[4] *Ibid*

Una segunda barrera estructural se encuentra de manera concreta en la ganadería de subsistencia, en la cual existen importantes desafíos en términos de su **capacidad de inversión y acceso a crédito** que permitan financiar los cambios requeridos en los terrenos.

Un desafío que se presenta en el caso colombiano es que a pesar de los esfuerzos por desarrollar programas que impulsen la intensificación de la ganadería sostenible, aún no se han desarrollado políticas públicas y normativas que favorezcan la transformación a un modelo de producción pecuaria sostenible y baja en emisiones de GEI.

Existen dos lecciones aprendidas que deben ser altamente consideradas, en especial si se desea replicar y escalar la experiencia del proyecto GCS. La primera de ella es la importancia de conformar **equipos técnicos y regionales con conocimientos en extensión rural y ganadería sostenible, qué para el caso del proyecto, ha funcionado muy bien el perfil de técnicos y tecnólogos**, los cuales tengan como responsabilidad apoyar la capacitación permanente de los ganaderos de distintas regiones, así como implementar los cambios necesarios para tener una producción sostenible. Pero además es fundamental focalizar las intervenciones desde un **enfoque de cuencas y subcuencas**, con el fin de evitar la dispersión y de esta manera, lograr un impacto importante de cambio de paisajes.

Estudio de caso Costa Rica

2.2.1. Consideraciones generales

En Costa Rica, el sector pecuario aporta alrededor del 5,2% del PIB del país y un 18% del PIB agropecuario (SEPSA 2019). Adicionalmente, la ganadería tiene importantes aportes en términos ecosistémicos y en materia de cadena productiva permitiendo, entre varias cosas, que el país actualmente sea autosuficiente tanto en la producción de productos lácteos como cárnicos. Para enero del 2019 se importaron 957 toneladas de productos de carne bovina y se exportaron 2006 toneladas (CORFOGA 2019).

En el ámbito ambiental, la ganadería representa una gran parte de las emisiones que el país genera en el sector AFOLU, siendo a nivel nacional el transporte el mayor emisor[5] . En Costa Rica, la ganadería representa el 18% de las emisiones de GEI antropogénicas (Córdoba Bonilla 2011).

Además de generar empleos directos, principalmente en las zonas rurales del país, con alrededor de 26 000 fincas que establecen a la ganadería como su actividad productiva primaria[6]; genera empleo de forma indirecta gracias a toda la cadena productiva y de distribución de los productos.

Los datos oficiales del censo nacional agropecuario (INEC 2014) indican que el área de pastos es de 1 millón cuarenta y nueve mil ha; la actividad ganadera se encuentra distribuida en todo el territorio nacional. En total, aproximadamente una quinta parte del paisaje rural se dedica a la ganadería.

Según el censo agropecuario del 2014, la mayoría de la producción ganadera es de carne (538593 animales), seguida por la producción de doble propósito (409 889 animales), siendo la producción de leche (327130 animales), la que representa una menor cantidad de animales (INEC 2014).

El 80% de la ganadería está en manos de pequeños y medianos productores, sin embargo, estos son dueños de tan solo el 20% del ganado; el 80% restante se encuentra en manos de grandes productores[6]. Un aspecto importante por recalcar es que la participación de las mujeres en las actividades agropecuarias es muy limitada.

Desde el año 2014, Costa Rica ha invertido en fortalecer sus marcos políticos y normativos vinculados con la intensificación sostenible de la ganadería. Sin embargo, no fue sino hasta

[5] Jenkins, A. 15 mar. 2019. Preguntas estudio de caso Costa Rica (skype). Curridabat, Costa Rica, MINAE

[6] Obando, LD. 18 feb. 2019. Preguntas estudio de caso Costa Rica (entrevista). Curridabat, Costa Rica, CORFOGA

el 2015, mediante el desarrollo de la Acción Nacional Apropiada de Mitigación en Ganadería (**NAMA Ganadería**), que las intenciones cobraron fuerza[7].

La NAMA Ganadería fue el esfuerzo cúspide que permitió, posteriormente, adoptar la **Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica 2015-2034** (MAG 2015). En 2016 se aprobó el decreto Nº 39482-MAG el cual la declaró de interés público.

Esta estrategia constituye una alianza público-privada que busca que la producción ganadera sea más productiva, más rentable y con más secuestro de GEI, procurando generar menos emisiones. La Estrategia establece las metas de desarrollo pecuario bajo en emisiones junto con la innovación tecnológica y organizacional derivada de los pilotos puestos en marcha en el marco del NAMA Ganadería.

La principal institución encargada de ejecutar y monitorear la Estrategia es el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), ente rector de los temas agropecuarios en el país. El Ministerio de Ambiente y Energía (MINAET) también apoya de manera directa la implementación de la estrategia desde lo que sus competencias institucionales le permiten a nivel de promoción del manejo, conservación y desarrollo sostenible de los elementos, bienes, servicios y recursos ambientales y naturales del país (MINAET 2019).

La Estrategia contempla un importante espacio de gobernanza bajo la figura de **mesa ganadera** con participación de dos actores estratégicos del sector privado: la Cámara Nacional de Productores de Leche (CNPL), institución gremial que procura mejorar la productividad y sostenibilidad del sector lácteo costarricense y la Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA), entidad público-privada. Busca contribuir a la maximización de la rentabilidad económica, social y ambiental de la cadena cárnica bovina de Costa Rica en forma sostenible. Ambos actores gremiales han jugado un rol importante en promover y difundir la estrategia. Ello ha ayudado a que las iniciativas del Gobierno en la materia sean mejor recibidas por todas las personas beneficiarias.

Otros dos importantes espacios de gobernanza en torno a los cuales se articulan los actores que participan en la Estrategia Nacional para la Ganadería Baja en Carbono, son el Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Ganadería (PITTA Ganadería), donde se cuenta con apoyo técnico de la academia, con la participación del CATIE, UCR, UTN, INTA, UNA, EARTH, TEC, UCR Zootecnia, INA, entre otros. El otro espacio es la Comisión Nacional de Ganadería, las comisiones regionales y los programas de ganadería del MAG, donde participan activamente las asociaciones de cámaras de ganaderas regionales y las cámaras locales.

[7] Segura, J. 22 feb. 2019. Preguntas estudio de caso Costa Rica (skype). Sabana, Costa Rica, MAG

Los fondos para implementar esta Estrategia provienen principalmente de transferencias del MAG; además se cuenta con el fondo de adaptación. La cooperación internacional ha jugado un rol muy importante. Como oportunidad para incrementar los fondos que se reciben, se está buscando fortalecer el mecanismo financiero actual mediante fondos del sistema de la banca para el desarrollo en el que participan "micro y pequeños empresarios y emprendedores, entidades financieras privadas y públicas, el INA y otras instituciones gubernamentales, todas unidas por el objetivo de promover el parque empresarial Mipyme mediante una serie de servicios financieros y no financieros" (SBD s.f.). Actualmente, los productores ganaderos pueden utilizar a los animales como garantía ante los bancos; sin embargo, no pueden hacer lo mismo con la finca en la que se desarrolla la actividad ganadera y es urgente que las garantías de los créditos cubran a los productores en sus condiciones actuales para que haya un mayor acceso a los recursos que están disponible en el país. Por otro lado, es deseable que se incluyan en el crédito consideraciones ambientales y climáticas como beneficios que puedan ser incentivados a través de este mecanismo.

En el 2018 se aprobó el **Plan de Descarbonización**, en el cual se establece como objetivo la consolidación del modelo ganadero ecocompetitivo basado en la eficiencia productiva y disminución de GEI utilizando tecnologías avanzadas de acuerdo con estándares de sostenibilidad, competitividad, bajas emisiones y resiliencia a los efectos del cambio climático. Actualmente el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y el MINAET están desarrollando un sistema de pago por servicios ambientales para incentivar la utilización de prácticas agropecuarias sostenibles.

2.2.2. Resultados

Alrededor de 600 fincas han implementado acciones vinculadas con la Estrategia de Ganadería Baja en Carbono y a la NAMA Ganadería[8]. Las fincas en el plan piloto con CORFOGA han aumentado al doble la carga animal, además de que se ha aumentado en un 16% la rentabilidad de los negocios. Con las fincas vinculadas al trabajo de la Cámara Nacional de Productores de Leche, se ha reducido en un 40% el costo de la dieta de los animales[8]. Actualmente se está recabando información e indicadores sobre la efectividad de la estrategia a través del Sistema de Información de Pilotos (SIUP).

A nivel de aspectos innovadores, es importante recalcar que, mediante la implementación de la Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono, se ha logrado que haya mayor participación del sector privado en el proceso de tomas de decisión. Esto ha contribuido a que se instaure un clima de mejor gobernabilidad, con mesas de diálogo legitimadas y reconocidas, así como con vías de comunicación permanente entre el sector privado y el gobierno.

[8] Segura, J. 22 feb. 2019. Preguntas estudio de caso Costa Rica (Skype). Sabana, Costa Rica, MAG

Otro resultado que es importante destacar es la participación del PITTA, puesto que tanto universidades (UCR, UTNA, UNA, etc.), como centros de investigación (p.e. el CATIE) y el INTA participan activamente en el desarrollo de este Programa en un espacio de coordinación y presentación de proyectos.

2.2.3. Lecciones aprendidas

La gran diferencia que ha existido en la implementación de la Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono es el acercamiento de las instituciones del MAG y MINAET en pro de una meta en común comprendiendo las diferencias y potenciado los puntos de encuentro, buscando que la ganadería costarricense sea más eco competitiva.

Una segunda lección aprendida radica en la importancia de **involucrar actores del sector privado.** Continúa siendo un desafío el implementar una gobernanza ágil y eficiente por lo que la participación de los distintos actores en el proceso de toma de decisión es crucial para la difusión de información y como puentes de vinculación entre el sector público y el privado.

Un desafío al que se enfrenta el sector pecuario en Costa Rica es que hay dificultad en las condiciones políticas para que los mercados valoren la transformación del modelo de producción pecuaria a uno que sea sostenible y bajo en emisiones de GEI. Además, se necesita promover una mayor articulación institucional.

A nivel técnico, el gran acierto ha sido promover la **mayor rentabilidad y productividad y al mismo tiempo el secuestro de CO_2** y ser más amigable con el ambiente. Se aumenta la rentabilidad para los productores, implementando prácticas que sean beneficiosas para el negocio y para el ambiente, potenciando aún más el modelo de ganadería que Costa Rica venía desarrollando.

2.3. Estudio de caso Brasil

2.3.1. Consideraciones generales

La República Federativa de Brasil (en adelante Brasil), es el quinto país más grande del mundo en cuanto a su superficie, siendo el país más grande América Latina y el Caribe. Brasil es un importante exportador mundial de carne; en el 2018 superó el récord mundial en exportación de carne bovina, con una producción anual de 9,1 millones de toneladas, de las cuales en el 2018 se exportaron alrededor de 1,64 millones de toneladas, un 11% más respecto al 2017 (El Cronista 2019). La tendencia antes descrita se ha acompañado con un importante incremento del *stock* vacuno, el cual en los últimos cinco años se ha incrementado en alrededor del 25%, pero además se han incrementado en un 3% las áreas de pasturas.

Brasil se compone de 26 estados agrupados en cinco regiones geográficas. Mato Grosso es un estado que forma parte de la región centro-oeste del país.

Producto de una serie de incentivos fiscales promovidos por el Gobierno Federal en la época de los años ochenta y noventa para ocupar el oeste y norte de Brasil, el Estado de Mato Grosso fue colonizado principalmente para actividades ganaderas. De esta forma la ganadería se convirtió en un vector importante de ocupación del territorio. En ese entonces, la ganadería se utilizó como una reserva de valor en tiempos de inflación, así como una fuente de ahorro. A partir de la implementación de las políticas macroeconómicas y de estabilidad del país, la ganadería fue pasando de ser vista como una actividad de lucro.

En el Estado se practica tanto la ganadería de carne como la de leche. Según datos de la Asociación de Criadores de Mato Grosso (ACRIMAT), hay una media de 120 mil productores pecuarios en el país. La mayor cantidad de hato ganadero se direcciona a ganado de carne, siendo el Estado de Mato Grosso el mayor productor de carne de Brasil. Este rubro se compone por una gran parte de pequeños productores con poca área y una pequeña cantidad de productores con mucha área. En este sentido, alrededor del 50% de la producción está en manos de pequeños y medianos productores que corresponden a alrededor del 80% de los criadores. El 50% restante se concentra en un 20% de los productores catalogados como grandes ganaderos.

En cuanto a la producción de leche, la distribución por tipo de productores es mayor que la producción de ganado bovino, concentrándose en manos de pequeños productores. La ganadería de leche contribuye en menor cantidad a la producción total del Estado, sin embargo es fundamental pues articula principalmente pequeños ganaderos.

Si bien desde 1980 el país cuenta con una **Política Nacional de Medio Ambiente** de la cual han derivado leyes específicas, no es sino hasta el 2009 que fue adoptada la **Política Nacional sobre Cambio Climático,** cuerpo legal que tiene rango de Ley Federal de la República (Ley No. 12.187) y que oficializa el compromiso voluntario de Brasil ante la Convención Marco

de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero entre el 36,1% y el 38,9% de las emisiones proyectadas para el 2020, buscando garantizar que el desarrollo económico y social contribuyan a la protección del sistema climático global.

Esta Política se encuentra regulada bajo el Decreto nº 7390/2010, documento en el cual se establece la línea base de emisiones de GEI estimadas para 2020 en varias áreas, entre ellas el sector agropecuario, en el cual se espera reducir las emisiones en un 7,4%. Entre las acciones concretas determinadas para cumplir tal compromiso resalta la recuperación de 15 millones de hectáreas de pastos degradados; la ampliación de sistemas de integración agricultura/ganadería/silvicultura; la promoción de sistemas agroforestales en 4 millones de hectáreas; la ampliación de la adopción de fijación biológica de nitrógeno en 5,5 millones de hectáreas, en sustitución del uso de fertilizantes nitrogenados y la ampliación del uso de las tecnologías para el manejo de excretas.

A nivel de herramientas de política, la Ley establece la constitución de planes sectoriales de mitigación y adaptación en los ámbitos estatal y federal para la consolidación de una economía de bajo consumo de carbono. Uno de estos planes lo constituye el **Plan de Agricultura Bajo en Carbono (Plan ABC).** El mismo fue presentado como una contribución voluntaria de Brasil en el marco de la Conferencia de Partes No. 15 de la CMNUCC, procurando con ello contribuir a la reducción de emisiones de GEI al 2020.

Tanto la política de cambio climático como el Plan ABC han tenido una incidencia importante en el Estado de Mato Grosso permitiendo apoyar un cambio gradual en las prácticas de intensificación sostenible de la ganadería que hace posible mostrar al productor que es factible intensificar la producción en el área sin necesidad de ampliar la frontera agrícola con la consecuencia de la deforestación como una vía.

De manera concreta, el Estado ha buscado gestionar medios que permitan hacer sostenibles las actividades productivas existentes en su territorio, enfocándose en las actividades agropecuarias para promover la mejor utilización del suelo y frenar la deforestación. Estas políticas, de manera general, tienen por objetivo mostrar al productor que es posible intensificar la producción en el área sin necesidad de deforestar. A modo de ejemplo, en el 2014 existía 400 mil hectáreas con una integración de actividades agrícolas-pecuarias, principalmente de recuperación de pastos; actualmente (2019), esta área es de 2 millones de hectáreas.

Un segundo ejemplo de la aplicación del Plan ABC en el Estado ha sido la constitución del Programa Producir, Conservar e Incluir (PCI) (Programa de Incentivo Agropecuario y Forestal), el cual establece entre sus objetivos la recuperación de 2 millones y medio de pasturas hasta el año 2030 así como la ampliación de las áreas de agricultura y la recuperación

de áreas degradadas. De esta forma, se ha buscado disminuir en alrededor de un 20% las áreas dedicadas a la actividad pecuaria, implementando para ello prácticas de intensificación sostenible de la ganadería.

Se cuenta con una **Ley de Política Estatal de Cambio Climático** (Ley No. 582), que tiene entre sus fines promover planes de mitigación de los efectos de la actividad agropecuaria. Si bien esta Ley está aprobada, todavía hay mucho trabajo que realizar en su fase de implementación.

Otro cuerpo normativo importante es la Ley nº 9878, que constituye el **Sistema Estatal de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal** (REDD+), el cual contempla la mejora de pastizales y la reducción de emisiones. El **Programa Producir, Integrar e Incluir** constituye un esfuerzo de articulación del Gobierno de Mato Grosso que promueve prácticas de integración de agricultura y actividad pecuaria como una de sus prioridades. Mediante dicho programa se busca generar los incentivos que permitan mejorar la actividad de la ganadería, al mismo tiempo que provee la expansión de la agricultura sobre las áreas de pastos. Enmarcado en el PCI, de manera específica se cuenta con la **Estrategia Integración Agricultura, Pecuaria y Forestal (ILPF)**. Este programa, entre sus actividades procura reducir el tiempo de engorde y la recuperación de pastizales degradados. Existen además iniciativas que procuran la integración de agricultura - ganadería y bosque.

Según el Programa, el hato ganadero debería ocupar un área más o menos de 25 millones de hectáreas. Frente a ello se presenta el desafío importante de aumentar la productividad, liberando por lo menos diez mil hectáreas de la actividad ganadera en Mato Grosso.

A nivel de institucionalidad, es importante resaltar que tanto el PCI como el Plan ABC, han sido incorporados en las acciones de la institucionalidad matogrosense. El último plan es coordinado a nivel federal por el Ministerio de Agricultura Pecuario y Abastecimiento (MAPA), mientras que el plan ABC es promovido por Embrapa, EMPAER (Empresa de Asistencia Técnica del Estado) y SENAR (Servicio Nacional de Aprendizaje Rural). Además, el plan ABC es aplicado por medio del programa PCI, que a su vez está compuesto por la SEMA (Secretaría del Medio Ambiente), SEAF (Secretaría de Agricultura Familiar) y SEDEC (Secretaría del Estado de Desarrollo Económico), procurando con ello las colaboraciones y sinergias locales.

En lo que se refiere a la política de cambio climático de Mato Grosso, la Secretaría de medio ambiente no tiene iniciativas fuertes que trabajen alineadas al tema. Su enfoque fue crear articulaciones con personas referencia en los municipios y el Estado para propiciar el avance y crear comités que incluían personas de varios segmentos de la sociedad civil para discutir cómo sería el abordaje de la política de cambio climático sobre la ganadería sostenible. Pero los comités aún no han avanzado mucho. El movimiento mayor para esa línea es la distribución de recursos por medio de los bancos.

En el último gobierno (2011-2016), se constituyó el **Instituto Matogrossense de la Carne (IMAC)**, con la finalidad de promover la organización de la cadena de la ganadería en el Estado e incentivar la producción de carne de mayor calidad y la regularización de su origen. En el marco de las acciones del IMAC, se han generado acciones concretas a nivel de ganadería sostenible pues buscan garantizar el origen legal de la carne y la adecuación de los proveedores al código forestal y otra legislación vigente.

En el marco de las Acciones de EMBRAPA, son importantes además trabajos realizados para la mejora y manejo de pastizales en un intento de integrar la agricultura, la ganadería y el bosque.

A nivel de andamiaje institucional, en el Estado de Mato Grosso se cuenta además con un Sistema Estatal de Cambio Climático integrado por la Secretaría del Estado de Medio Ambiente, el Consejo Estatal de Medio Ambiente, el Foro Matogrossense de Cambio Climático y sus respectivos foros municipales. Además, está instaurado y en implementación un espacio REDD+ el cual es liderado por la Secretaría del Estado de Medio Ambiente (SEMA).

Un punto de inflexión importante en torno a la promoción de esquemas de intensificación sostenible de la ganadería en el Estado de Mato Grosso lo constituyó la adopción de una serie de Términos de Ajuste de Conductas (TAC), promovido por el Ministerio Público Nacional en el 2009. En este año, el Instituto del Hombre y del Medio Ambiente en la Amazonía (Imazon), reveló que de las 200 mil propiedades rurales en la zona aledaña a la amazonía (entre ellas algunas en Mato Grosso), solamente 69 contaban con licencia ambiental. Existían además varios títulos de tierra registrados de manera irregular. Mediante los TAC se incentiva a las industrias a no comprar animales que vinieran de áreas deforestadas. Producto de ello comenzaron a generarse iniciativas concretas que procuraban la transición de la producción convencional a una producción con menor impacto en el medio ambiente.

A partir de 2010 y hasta la fecha, el Gobierno del Estado de Mato Grosso ha venido incentivando y buscando nuevos mercados que valoren las propuestas de sostenibilidad ambiental, procurando con ello generar las condiciones para que el Estado esté cada vez más libre de la deforestación producida por la actividad pecuaria.

Este cambio de enfoque ha permitido dar respuesta a problemas estructurales de la ganadería en el Estado, como lo es la baja densidad ganadera y la baja productividad de los pastos. Actualmente se cuenta con diversos planes y órganos responsables vinculados a los temas de cambio climático y recuperación de pastos. De manera complementaria, desde el orden Federal se ha apoyado de manera importante el Programa de EMBRAPA “Ganado de Corte” mediante el cual se promueve el Programa “Carne e Carbono Neutro” que incentiva la eficiencia en la producción, pero con grado alto de sustentabilidad.

Desde las iniciativas privadas han surgido además incentivos que fomentan esta práctica. Un ejemplo de ello es la constitución de la "Mesa Redonda de Pecuaria Sostenible en Brasil" (GTPS), así como las iniciativas individuales de Responsabilidad Social Ambiental de algunas empresas, como la empresa francesa Grupo Carrefour.

Existen además un cúmulo de iniciativas que vinculan a asociaciones de productores y organizaciones no gubernamentales, como por ejemplo el Proyecto 'Novo Campo' en Alta Floresta y la 'Liga del Araguaia' y otros en la agenda de producción sostenible.

Con respecto a la ejecución y administración de las políticas y programas, es necesario analizar cada ente por separado ya que poseen una arquitectura institucional distinta para coordinar cada esfuerzo.

El programa PCI actualmente está pasando por una reforma institucional, ya que en este momento es coordinado por una secretaría localizada en el gobierno de Mato Grosso que se dedica a tratar los asuntos del programa. Pero a raíz de este tipo de administración, quienes concretan las acciones son los productores y las ONG, por lo que surge la idea de transformar el programa en una institución que se dedique a captar inversiones para promover las políticas públicas.

En el caso del Plan ABC, este se vincula directamente al MAPA y también trabaja fuertemente con la Embrapa y la EMPAER, quienes establecen las metas de los proyectos a desarrollar y se encargan de buscar la colaboración local. Embrapa también está encargado de promover la carne y el carbono neutro y consecuentemente vela por una producción más eficiente y más sostenible.

La Secretaria de Medio Ambiente y Agricultura no tiene iniciativas de peso relacionadas con la promoción y ejecución, pero tiene un enfoque más hacia crear espacios de articulación para avanzar en la toma de decisiones y crear comités que incluyan a la sociedad civil para discutir los avances y estrategias y plantear un buen abordaje en el Estado de Mato Grosso.

En su gran mayoría, la ejecución de estas políticas se lleva a cabo mediante créditos personales que los productores se ven forzados a adquirir para implementar las nuevas tecnologías de producción en sus fincas. Algunos de los programas poseen un financiamiento por parte del Estado, como el Plan ABC, o inclusive existen fondos internacionales otorgados por instituciones no gubernamentales u otros países, como lo es el Fondo Amazonia. Este Fondo es administrado por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social y fue una donación inicial de Noruega para la protección y conservación de la cuenca del Amazonas.

Al momento de implementar las nuevas prácticas de producción basadas en la ganadería sostenible, siempre existe cierta resistencia al cambio por parte de los productores, primero

porque es algo nuevo e involucra implementar nuevas tecnologías y segundo, por la parte económica. Los pequeños productores son los que se ven más afectados ya que no poseen recursos suficientes para hacer esa primera inversión para empezar a desarrollar técnicas más sostenibles, sin afectar su productividad. Esto demuestra la importancia de proveer la información necesaria y el acompañamiento técnico para que los productores no se sientan solos al momento de tomar el paso.

A lo largo del tiempo se ha visto una tendencia por parte de los productores a aceptar de mejor manera el cambio y una mayor disposición a ser parte de este, pues han visto el ejemplo en otros productores y saben que funciona.

Acá entra la importancia de los espacios de diálogo, para la toma de decisiones y la implementación de políticas. Es sumamente necesario que los actores sean partícipes de las conversaciones, para que ningún sector quede aislado de las acciones a tomar. En este sentido existe el Grupo de Trabajo de la Pecuaria Sostenible (GTPS), que es un espacio de toma de decisiones donde se reúnen actores de la cadena pecuaria para discutir el futuro de la ganadería sostenible. Por otro lado, y a un nivel más amplio, la PCI abre el espacio para generar una mesa de discusión con el gobierno y los sectores abiertos al diálogo con respecto a la ganadería sostenible. El PCI es considerado uno de los mecanismos de discusión con el gobierno, entre los cuales también está la Secretaria de Agricultura, en la que el gobierno descentraliza ciertas acciones y es un punto directo de diálogo entre los productores y el Estado.

También se pueden considerar los sindicatos, como puntos de acceso para el diálogo con el gobierno y el Fórum de Mato Grosso de Cambio Climático en el que se reúnen la Secretaria de Estado de Medio Ambiente con los representantes de la Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (FAMATO), por ejemplo, para la toma de decisiones.

2.3.2. Resultados

El Estado de Mato Grosso ha hecho un gran avance en la recuperación de áreas degradadas y la implementación de las políticas pecuarias ha sido muy exitosa. Ha logrado aumentar el área de sistemas integrados de agricultura y ganadería en alrededor de 400 mil hectáreas que existían en 2014, a aproximadamente 2 millones en 2018. Esto se logró plantando soya y maíz en los suelos degradados por un período de tres años, logrando así que estos recuperen su fertilidad y puedan ser utilizados nuevamente por la ganadería.

A diferencia de políticas anteriores, la PCI llega como una iniciativa diferente ya que es una estrategia jurisdiccional de ganadería sostenible que busca impactar todo el territorio, no solo los sectores agropecuarios. La idea es que el Estado de Mato Grosso sea sostenible en su

totalidad, que exista un impacto social de peso por medio de la implementación de todos los actores en la mesa de diálogo para llegar a consensos entre los diferentes sectores.

Parte de los aciertos al implementar las nuevas políticas ha sido la incorporación de nuevas tecnologías a través de capacitaciones, materiales informativos y giras, entre otros.

Según datos recolectados sobre el programa del Plan ABC, entre los años de 2015-2016 en el Centro Oeste brasileño (compuesto por Mato Grosso, Mato Grosso del Sur, Goiás y el Distrito Federal), se observó un aumento total de 1445 millones de hectáreas de áreas de recuperación de pastizales.

Entre el 2015-2016 hubo un aumento de 977 mil hectáreas de soya/ganadería y un aumento de 98 mil hectáreas de soya/ganadería/bosque. Una resultante negativa fue la reducción de las áreas de vegetación natural y plantaciones forestales, que disminuyeron en la región Centro-Oeste en por lo menos 279 mil hectáreas. En el Centro Oeste en cuanto a la variación en el balance de emisiones de GEI, con la adopción de la recuperación de pastizales y de sistemas integrados (emisiones pre y pos el plan ABC) se tiene que la expansión de pasturas mejoradas contribuyeron en la reducción en el balance de emisiones en alrededor de 6 730 385 toneladas de CO_2 EQ; a través de la recuperación de pastizales degradados hubo una reducción en el balance de emisiones de aproximadamente 2 204 098 toneladas de CO_2 EQ; la integración soya - ganadería alcanzó una reducción de 2 828 566 toneladas y la integración soya – ganadería – forestal una reducción de 212 922 toneladas.

Según la Plataforma del ABC, en el 2015 existían 11,47 millones de hectáreas en sistemas que integran la agricultura, ganadería y bosques de diferentes modos en todo Brasil. Con base en informaciones provenientes de una investigación encomendada por la Red de Fomento ILPF (conjunto de empresas que promueven la adopción del sistema ILPF), entre el 2015-2016 se estima que a través del proyecto de Transferencia tecnológica de sistemas silvopastoriles conducido por Embrapa, el área actual de Mato Grosso bajo sistemas sostenibles de integración ganadería, agricultura y bosques es 1 501 016 ha. De este total, 90% es integración agricultura–ganadería, 6% agricultura-ganadería-bosques y 4% ganadería con bosques.

En Mato Grosso, de las propiedades integradas, este sistema representaba un promedio de 12% del área de la propiedad. La principal motivación de los ganaderos para la adopción de sistemas de integración ILPF son: 1. Reducción del impacto ambiental; 2. Recuperación de pastizales; 3. Rotación de cultivos por necesidades técnicas.

Según datos de Mato Grosso, en el balance de las metas e indicadores del año 1 de la estrategia del PCI del año 2015-2016 se tiene que una de las metas establecidas es aumentar la productividad de la actividad pecuaria a 95 kg/ha/año al 2030. En la actualidad, el aumento

ha sido de 0,7 kg/hectárea. Otra meta es amplificar las áreas de producción de granos en áreas de pastizales degradados a 12,5 millones de ha al 2030. Al momento de este estudio se han alcanzado 0,3 millones de hectáreas.

Además, se espera mantener el 60% de la cobertura de la vegetación nativa del estado de Mato Grosso; sin embargo, se ha dado una disminución del 0,3% de la vegetación nativa, por lo que el resultado ha sido negativo.

A pesar de los aciertos y logros, aún existen grandes barreras que dificultan la implementación de las políticas públicas para intensificar la ganadería sostenible. Por ejemplo, la falta de créditos para los productores y el maximizar la difusión del acceso de tecnología por parte de más productores. Una barrera adicional que se presenta es la incapacidad del mercado de incorporar dentro de sus esquemas productos generados a partir de sistemas de intensificación sostenible de la ganadería.

Otro desafío al que se enfrenta Brasil es que los programas que buscan implementar métodos de producción ganadera sostenible son aislados, por lo que para que los cambios en el modelo de producción se mantengan en el tiempo, es necesario desarrollar una política pública integral a nivel país. Además de que se necesita involucrar y darle más importancia a los aportes que hacen los gremios.

2.4. Estudio de caso Uruguay

2.4.1. Consideraciones generales

La República Oriental del Uruguay (de ahora en adelante Uruguay), ubicada al sureste del continente suramericano, es un país levemente ondulado, con alturas de no más de 520 msnm, y una superficie de 176215 km^2. Con una población de aproximadamente 3 millones de personas, posee aproximadamente 12 millones de cabezas de ganado vacuno (MGAP 2018).

La actividad agropecuaria es de las más importantes del país. Representa el 78% de las exportaciones y un 18% de los empleos a nivel nacional. Además, representa el 5,1% de PIB total; mientras que la ganadería representa el 45,5% del PIB agropecuario (MGAP 2018).

La ganadería se practica a lo largo de todo el territorio. El 65% de la tierra posee pastizales naturales, de los cuales se alimenta el ganado. En su mayoría, el tipo de ganadería que predomina es el de la producción de carne, seguido por la de leche y la de doble propósito.

Los productores se pueden categorizar en tres grupos: los grandes, los medianos y los productores "familiares". En relación a este tema, vale aclarar que la definición de productor familiar de Uruguay no necesariamente coincide con la definición tradicional de pequeños productores que se conocen a nivel internacional. En Uruguay se denomina productor familiar agropecuario a aquellas personas que realizan una actividad productiva agropecuaria que es la principal fuente de ingresos de la familia, gestionan directamente dicha actividad, trabajan la tierra con mano de obra predominantemente familiar y con hasta un máximo de dos asalariados permanentes no familiares, residen en el predio o a menos de 50 km de distancia y realizan la actividad en una superficie de hasta 500 hectáreas, bajo cualquier tipo de tenencia. La explotación de tipo familiar es la que tiene más peso en la mayoría de los rubros productivos del país, incluida la ganadería. Por ende, la actividad ganadera en Uruguay se conforma de muchos productores familiares que por su condición han propiciado la promoción de políticas, programas y proyectos enfocados directamente a la producción ganadera familiar, siendo esta una de las prioridades estratégicas del MGAP y del país[9].

A pesar de caracterizarse históricamente por ser un país especializado en la producción ganadera, no es hasta el año 2010 cuando se da un punto de quiebre importante hacia una orientación de la producción ganadera sostenible en el marco de la Administración 2010–2016. Hoy en día se está comenzando a discutir sobre una posible ley que regule la actividad ganadera enfocada en la conservación del recurso campo natural.

[9] Penengo, C. 22 feb. 2019. Preguntas estudio de caso Uruguay. Montevideo, Uruguay. Ministerio de Ambiente.

El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), pasó por un proceso de reflexión interna en el cual se cuestionaba cuál era el camino del sector agropecuario a seguir ante el aumento de la población y los desafíos medioambientales. En el seno de esta preocupación se empezaron a formular políticas públicas más enfocadas en la ganadería sostenible para poder combatir el cambio climático (MGAP 2018). Desde entonces el esfuerzo se ha dado mayoritariamente desde el MGAP, con apoyo permanente del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), mediante su División de Cambio Climático (DCC) y en el marco del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y la variabilidad (SNRCC), órgano de coordinación interinstitucional en temas de cambio climático creado en el 2009 por Decreto Ministerial. Dicho órgano es presidido por el MVOTMA y en el cual es vicepresidente el MGAP.

Como un refuerzo para la implementación de estas políticas, programas y proyectos en el país, por Decreto 310/017, el Poder Ejecutivo aprobó la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) y la Primera Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC), siendo la CDN el instrumento de implementación de la Política de acuerdo a lo establecido en su párrafo 23. Tanto la PNCC como la NDC fueron elaboradas en el marco del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y la variabilidad. La PNCC, elaborada a través de un proceso participativo a nivel nacional, es un instrumento estratégico y programático, con horizonte 2050, que busca incorporar el enfoque de cambio climático en todos los ámbitos y sectores de la economía y la sociedad, promoviendo un desarrollo sostenible para el país, más resiliente y bajo en carbono.

Con respecto a la Dimensión Productiva de la PNCC (párrafos 15 a 21), que incluye la producción ganadera, se busca promover una producción con mayor capacidad de adaptación y resiliencia al cambio y la variabilidad climática, la reducción de la intensidad de emisiones de GEI y el aumento del secuestro de carbono en los sistemas de producción agropecuaria, todo esto en el marco de la mejora de la eficiencia, la productividad, la resiliencia y la capacidad adaptativa, y en coordinación con otras políticas de protección del ambiente, procurando agregar valor, además de mantener y/o acceder a los mercados internacionales. A su vez, la primera NDC de Uruguay presentada ante la CMNUCC en el 2017, se centra en que el país pueda desarrollarse con la menor intensidad posible de emisiones GEI, descarbonizando su economía en el tiempo y a su vez adaptándose, mediante la reducción de su vulnerabilidad y el aumento de su resiliencia, todo de modo que no amenace la producción de alimentos. El perfil de emisiones de Uruguay está fuertemente marcado por las emisiones relativas a la producción de alimentos, por lo cual en la NDC se presenta un objetivo específico de reducción de la intensidad de emisiones en relación a la unidad de producto, en este caso cantidad de carne vacuna producida medida en kilos de peso vivo del ganado vacuno de carne.

Para ello, las medidas que se proponen se enfocan principalmente en la incorporación de buenas prácticas de manejo del campo natural y el manejo del rodeo de cría en establecimientos de producción ganadera, incluyendo ajustes de la oferta de forraje, manejo regenerativo y gestión adecuada del nitrógeno; así como la implementación de modelos de gestión del agua e instrumentos de promoción de un uso racional del agua y los suelos (Gobierno de Uruguay 2017). Esto implica que la NDC de Uruguay contempla objetivos y medidas de mitigación (reducción de la intensidad de emisiones de GEI), así como de adaptación al cambio climático y la variabilidad. La meta que se propone Uruguay en el sector INGEI (Energía; Agricultura, incluida la Ganadería, Residuos; y Procesos Industriales) es reducir en un 57% la intensidad de emisiones de CH_4 por unidad de PBI y un 48% la intensidad de emisiones de N_2O por unidad de PBI (Gobierno de Uruguay 2017).

Uruguay presentó un NAMA llamado ¨**Sustainable production with low-emission technologies in agriculture and agro industry production chains**¨, el cual tiene como objetivo la creación de un programa de transformación de los diferentes tipos de desechos generados por la agricultura y la agroindustria en diferentes tipos de energías, apuntando al desarrollo de un modelo de producción sostenible y bajo en carbono.

Por parte del MGAP, se cuenta con el **Proyecto Ganaderos Familiares y Cambio Climático**, el cual se enfoca en ayudar a los productores a adaptarse al cambio climático, especialmente en zonas vulnerables. En esta misma línea, cada cierto tiempo se abren programas temporales para apoyar a los productores familiares por medio de: talleres informativos, ayudar con créditos bancarios, apoyo estatal para la comercialización de los productos, guías para el aumento de la productividad de manera sostenible, entre otros.

Los actores sociales también han tenido un perfil importante en transitar hacia el rumbo que Uruguay ha emprendido. Entidades como el Instituto Nacional de Carnes (INAC) y Uruguay XXI, ambos entes no estatales, pero con mucho peso político, han sido de mucha influencia al momento de tomar decisiones relacionadas con la producción de carne en Uruguay.

El INAC, al ser el ente de mayor referencia con respecto a la calidad de la carne para el consumo de los clientes, tanto a nivel nacional como internacional, ha abogado por una producción más sostenible que propicie un aumento en la calidad del producto. Por su parte, Uruguay XXI, agencia responsable de potenciar la capacidad exportadora y la competitividad de las empresas uruguayas, promover al país como un destino atractivo para las inversiones productivas e impulsar la marca país Uruguay Natural en el mundo, se ha encargado de apoyar el cambio hacia la ganadería sostenible para poder potenciar este sector productivo con la marca país.

La mayoría del financiamiento de este tipo de acciones proviene de la cooperación internacional que busca apoyar los esfuerzos y colaborar en la investigación, adaptación y

mitigación del cambio climático u organizaciones no gubernamentales. En menor cantidad, también existe financiamiento por parte del Estado (mediante los respectivos fondos y ministerios), la Academia y las cámaras privadas de producción.

Parte del progreso de Uruguay es debido a la adopción de buenas prácticas ganaderas que han generado el establecimiento de sistemas de trazabilidad, nuevas legislaciones sanitarias, mejoras en la industria a nivel de transporte y capacidad frigorífica, así como las condiciones de infraestructura a nivel país que se han ido desarrollando en pro de la productividad e intensificación de la ganadería sostenible.

2.4.2. Resultados

Los esfuerzos nacionales han permitido el establecimiento de la Mesa de Ganadería sobre Campo Natural, la cual abre el espacio formal de discusión entre el Estado y las demás instituciones, permitiendo un mejor ejercicio en la toma de decisiones con respecto a la ganadería en el país, y aplicando los términos de gobernanza para poder desarrollar las políticas públicas de la mejor manera (MGAP 2016).

En un inicio, la mesa estaba conformada únicamente por instituciones del Poder Ejecutivo, pero con el tiempo se ha ido ampliando y actualmente posee miembros de instituciones estatales, privadas, no gubernamentales y de la academia. La **Mesa Ejecutiva** está conformada actualmente por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, el Plan Agropecuario, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, las facultades de Agronomía y de Ciencias de la Universidad de la República y el Secretariado Uruguayo de la Lana. Por su parte, la **Mesa ampliada** la conforman la Comisión Nacional de Fomento Rural, las cooperativas agrarias federadas, la Asociación Rural del Uruguay, los grupos CREA, la Federación Rural, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Uruguay, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, la Alianza del Pastizal, el Instituto Nacional de Carnes y la Asociación Uruguaya de Ganaderos del Pastizal. La mesa busca hacer compatible la producción ganadera con la conservación y aprovechamiento eficiente de los recursos naturales, además tiene como objetivo valorizar el recurso campo natural por sus atributos productivos, su capacidad resiliente frente a la variabilidad climática y por los servicios ecosistémicos que provee a la sociedad en su conjunto.

2.4.3. Lecciones aprendidas

Han sido varias las lecciones aprendidas y aciertos que el proceso ha permitido adquirir. Un acierto fundamental ha sido la acción de incluir a todos los actores vinculados (públicos, privados y de diversos sectores), en una **mesa para dialogar**. Si bien al inicio no había una disposición abierta de participar, en la medida en que la implementación ha ido avanzando se han ido uniendo más actores. Ello ha permitido generar un espacio de articulación en torno a temas estructurales, por ejemplo, los lineamientos sobre el tipo de ganadería que la mesa, como colectivo, promueve, así como la definición de alcances de la ganadería sostenible y la

forma en que se pueden implementar las nuevas prácticas por parte de los actores. El rol de la mesa en este sentido ha sido el utilizarla como un canal de discusión y asesoramiento para que, con base en lo que de ella deriva, las instituciones públicas competentes puedan implementar acciones.

Pese a lo anterior, en Uruguay existen brechas que representan desafíos importantes para continuar promoviendo la intensificación sostenible de la ganadería. Una de ellas es que actualmente todavía **no existe consenso respecto a las prácticas** asociadas que deben implementarse para este tipo de producción.

Una segunda barrera se materializa en la **resistencia al cambio** por parte de los productores, en especial en el marco de la cultura que persiste de la ganadería extensiva. Pese a ello, ha existido apertura hacia escuchar y conocer las nuevas técnicas y tecnologías que se promueven, así como la participación en el intercambio de experiencias.

Finalmente, es importante realizar un **análisis real del impacto** de este tipo de políticas y la forma en que se ha avanzado con respecto al desarrollo sostenible en la ganadería que sirva como evidencia para la toma de decisión. Existe un compromiso entre el MGAP y el MVOTMA para elaborar un proyecto de monitoreo de las metas incluidas en la NDC, y así poder medir la efectividad de los esfuerzos realizados y el cumplimiento de las metas propuestas.

3. Conclusiones

Los casos aquí expuestos representan los esfuerzos de cuatro países de América Latina en promover la intensificación sostenible de la ganadería como una forma de reducción del impacto del cambio climático, principalmente a través de sus acciones de reducción de emisiones de GEI, así como en la búsqueda de promover sustentabilidad y mejorar la rentabilidad de la actividad productiva. El sistematizarlos y analizarlos permite aprender de aciertos logrados y desafíos que persisten.

En general, para asegurar la sostenibilidad de acciones de este tipo existen algunas **lecciones aprendidas** de mucha importancia. Primero, **la continuidad**. El lograr sobrepasar las intenciones políticas de un gobierno en concreto y pasar a intenciones de Estado de más largo plazo. Una estrategia que permite lograr esto es el arte de promover una virtuosa **conjugación de esfuerzos institucionales** con voluntad de los actores gremiales ganaderos en la búsqueda de soluciones conjuntas apoyados por el gobierno y por diferentes actores de la sociedad. Es necesario reconocer que es fundamental el trabajo colaborativo entre sectores y entre las esferas pública y la privada.

Un segundo elemento radica en la **sistematización de las experiencias**. Esto permite que los resultados de esfuerzos concretos y de alcance "piloto" puedan ser socializados posteriormente a públicos más amplios y con ello hacer atractiva la apropiación de estas prácticas por parte de productores, científicos y gobiernos en general con el fin de promover acciones de manejo ambiental y climático necesario, su rentabilidad y la mejora que ofrecen a la actividad productiva ganadera.

De la mano de lo anterior, promover **mecanismos de monitoreo y de evaluación** del avance es una tarea clave para valorar los impactos reales de la intensificación sostenible de la ganadería; con ello se ofrece evidencia concreta de la importancia de su implementación.

En los cuatro casos estudiados, los esfuerzos continúan siendo focalizados, por lo que la gran incógnita que se presenta responde a las formas idóneas que puedan ser utilizadas para escalar y replicar el trabajo con un mayor ámbito de cobertura, buscando con ello lograr un nivel de impacto más significativo que impacten en el cambio de peso de la mitigación de emisiones GEI.

Los casos son además un excelente punto de partida a considerar por países cuyos esfuerzos todavía son incipientes o escasos en la materia. Para esta línea es fundamental reconocer siempre que cada realidad es distinta y que antes de replicar una experiencia exitosa se requiere valorar el clima del sector, la gobernanza existente y las condiciones productivo – ambientales.

3.1. Hallazgos principales

El inventario de políticas, así como el estudio de los cuatro casos seleccionados, han permitido dilucidar el avance que la Región está teniendo en materia de intensificación sostenible de la ganadería y de la promoción de políticas públicas que coadyuvan a ello.

En todos los países hay al menos un avance en términos de la promoción de intensificación de la ganadería. Los resultados que se consignan en el inventario pueden permitir aprender de las experiencias de otras latitudes y evaluar hacia dónde se quiere transitar en esta materia.

Las NDC han jugado un rol importante en casi todos los países y han tenido importantes avances con resultados constatables. El reconocimiento de que se deben implementar acciones de intensificación ganadera para contribuir a la reducción de GEI es una afirmación en la mayoría de los países estudiados.

Asimismo, el incluir líneas de intensificación sostenible en las políticas públicas ha permitido dinamizar las acciones en torno a ello. La promoción de estrategias concretas en el tema pareciera ser un tipo de política de alcance medio con mejores resultados pues articula las intenciones de la política de gobierno con la operatividad y resultados técnicos.

Del ejercicio realizado se desprenden una serie de hallazgos principales a nivel de condiciones habilitadoras para su promoción.

3.1.1 Abordajes transversales e intersectoriales

Las acciones de intensificación sostenible de la ganadería ameritan una conjunción de esfuerzos de diversos actores de la institucionalidad pública entre los cuales destacan de manera protagónica las carteras del poder ejecutivo con competencias en los temas agropecuarios y de ambiente.

Tradicionalmente ha habido un divorcio entre estos dos sectores, presentando importantes desafíos para articular y trabajar de manera conjunta. En los últimos años, producto principalmente de la agenda vinculada al cambio climático ha habido un importante acercamiento que reconoce que existen temas en los cuales sus competencias institucionales convergen de manera directa.

Para promover acciones de promoción de sistemas ganaderos sostenibles es clave superar la idea de que la agricultura es un tema de división entre la agenda productiva y la agenda ambiental. En este esfuerzo son claves una serie de acciones concretas a nivel de la institucionalidad pública que articula el poder ejecutivo. Una de ellas es el **establecimiento formal de instrumentos que articulan ambas agendas**. En algunos países estos instrumentos han tomado la forma de acuerdos intersectoriales. El establecimiento de este tipo de figuras de articulación de alto nivel permite reflejar las intenciones y la relevancia del trabajo conjunto.

Otra acción que es estratégica para caminar en la vía antes descrita es la **instauración de unidades operativas** vinculadas con la ganadería sostenible dentro de la arquitectura jerárquica y funcional de la dirección que aborda los temas de ganadería y una figura similar dentro de la cartera de temas ambientales. Esto coadyuva en dos sentidos: por una parte, permite que desde la cotidianidad de las acciones se trabaje de manera sistemática en el tema. Pero además permite establecer puntos de contacto directo entre ambas carteras (agropecuaria – ambiente) que pueden, desde el ámbito de sus competencias institucionales, emprender acciones conjuntas. Este último elemento es clave pues permite que se transite de la duplicidad de acciones a la complementariedad, haciendo un uso más eficiente de los recursos públicos al abordar con acciones articuladas los desafíos estructurales de la intensificación sostenible de la ganadería.

3.1.2. La articulación público – privada

La intensificación sostenible de la ganadería implica ajustes en la forma en que el sector ganadero gestiona su finca. Para ello no es suficiente ajustar o promover políticas públicas que incorporen el enfoque o bien articular de manera efectiva dentro de las instituciones del poder ejecutivo. Es fundamental el trabajo directo con el sector privado, quien debería ver la intensificación sostenible como una oportunidad para mejorar sus rendimientos y productividad.

Lo anterior se puede materializar bajo la figura de **acuerdos de competitividad** del sector y **mesas de diálogo público-privado**. Otra figura que permite promover una virtuosa gobernanza en esta línea son las acciones nacionalmente apropiadas de mitigación (NAMA), en ganadería. Ellas constituyen un tipo de mecanismo creado en el marco de la Conferencia de Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en el 2007. Ellas permitan sumar y articular esfuerzos público-privados para, en la medida de las posibilidades país, ajustar marcos de política, reducir o limitar las emisiones de GEI, así como transitar hacia economías bajas en carbono.

Independientemente de la forma en que se realice, el trabajo con el sector privado resulta esencial en términos de impacto y sostenibilidad de las acciones que gubernamentalmente se promuevan.

3.1.3. Políticas públicas basadas en evidencia. Articulando a la academia y los centros de investigación

Unos actores que han aportado de manera importante y con evidencia científica sobre la importancia de la intensificación sostenible de la ganadería, son la academia y los centros de investigación. Los insumos que derivan de este tipo de actores son elementos de alto valor para generar una toma de decisión basada en evidencia que permita sustentar con información científicamente válida, las decisiones que se promueven.

Sin embargo, en muchos casos ocurre que la academia y los centros de investigación no articulan su trabajo de manera directa con los decisores de política y con el sector privado. Frente a ello, una tercera condición habilitadora para promover la intensificación sostenible de la ganadería bajo un enfoque de alto impacto es la alineación de las agendas de investigación con los requerimientos de los decisores de política y de los productores que implementan este tipo de prácticas.

Para lograr lo anterior, el dirigir tesis de investigación aplicada sobre los requerimientos de información de los actores involucrados es una herramienta utilizada en algunos países para sumar esfuerzos para el cambio. Otra acción concreta en la materia ha sido la instauración de agendas de investigación compartidas, las cuales son revisadas y monitoreadas permanentemente recibiendo insumos no solo sobre las necesidades de los decisores de política y de los actores del sector productivo, sino también consejo y asesoría de temas que son fundamentales investigar para transitar hacia esquemas más promisorios en lo material.

3.1.4 ¿Se requieren más políticas públicas?

Finalmente, es fundamental reconocer que para transitar hacia condiciones que coadyuven a promover la intensificación sostenible de la ganadería en los países de la Región, hay que contar con los marcos de política pública necesarios para que haya un enfoque de política de Estado de largo plazo y que los esfuerzos no se diluyan en intereses de corto plazo del gobierno en turno (Política de Gobierno).

Sin embargo, si bien es fundamental contar con políticas públicas claras y que aborden de manera concreta la materia, es importante reconocer que ello es solamente el punto de partida para el trabajo en lo material. Es necesario entonces realizar ajustes de leyes existentes, promover la incorporación del tema en los planes nacionales de desarrollo, planes sectoriales, así como la construcción de estrategias concretas que, sobre la base de las políticas públicas antes mencionadas, se ofrezcan acciones concretas

La evidencia ha demostrado que la arquitectura institucional y las relaciones entre actores juegan un papel aún más importante que las políticas públicas que existan. Este último elemento es importante, más no suficiente.

3.1.5. ¿Cómo iniciar?

En los párrafos anteriores se ha ofrecido una serie de condiciones habilitadoras para la intensificación sostenible de la ganadería con base en experiencias de diversos países de la región.

No existe una receta determinada para promover una tarea de esta naturaleza. Ello amerita una lectura del avance en la articulación y coordinación institucional existente, la presencia de ventanas de trabajo dentro de las políticas públicas existentes, la arquitectura institucional, las competencias y capacidades de los actores, tanto públicos como privados y de la sociedad civil, así como la cultura política y los patrones de comportamiento existentes.

El revisar los elementos antes mencionados permitirá establecer una hoja de ruta con las alternativas más pertinentes para el país, dependiendo de sus características. Independientemente de la ruta seleccionada, un elemento fundamental que ha sido reportado en todos los casos de estudio es la constancia en la búsqueda de las acciones, así como el monitoreo y seguimiento permanente de los resultados que permita hacer ajustes y capitalizar los logros alcanzados.

4. Referencias bibliográficas

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2007. (ed) Informe Anual del Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Turrialba: CATIE.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2018. Iniciativa 20x20.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y El Caribe); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2017. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las AméricaS: una mirada hacia América Latina y El Caribe 2017 – 2018. San José, Costa Rica: IICA. Consultado el 18 de marzo 2018. Disponible en: http://www.fao.org/3/i8048es/I8048ES.pdf

CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, Perú). 2016. Plan Estratégico de Desarrollo Nacional Actualizado Perú hacia el 2021. Perú. Consultado el 23 de febrero 2019. Disponible en https://www.ceplan.gob.pe/sinaplan/plan-bicentenario-2/

CIA (Central Intelligence Agency). 2018. The World Factbook. Estados Unidos de América. Consultado el 5 de febrero 2019. Disponible en: https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/

Córdoba Bonilla, L. 2011. Cambio climático y la ganadería. Costa Rica, Consejo Agropecuario Centroamericano. (Presentación en el Congreso Centroamericano del Sector Lácteo y Feria del Queso, 2011, Costa Rica). Disponible en http://proleche.com/recursos/documentos/congreso2011/4. Consultado el 30 de enero 2018. Cambio_climatico_y_la_ganaderia.pdf.

CORFOGA (Corporación de Fomento Ganadero, Costa Rica). 2019. ¿Quiénes somos? CORFOGA - Corporación Ganadera (en línea, sitio web). Consultado 28 febrero 2019. Disponible en https://www.corfoga.org/quienes-somos/.

CTICC (Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático, Honduras). s.f.. Estrategia Nacional de Cambio Climático Honduras. Honduras.

Diario Correo 2018. Consultado el 10 mayo 2018. Gobierno Impulsa Ganadería con Pastos Cultivados y Mejoramiento Genético Vacuno. Disponible en https://diariocorreo.pe/peru/gobierno-impulsa-ganaderia-con-pastos-cultivados-y-mejoramiento-genetico-vacuno-818223/.

EcuRed (Enciclopedia Cubana). s.f. Política Nacional del Agua en Cuba (en línea, sitio web). Consultado 2 abr. 2019. Disponible en https://www.ecured.cu/Pol%C3%ADtica_Nacional_del_Agua_en_Cuba.

El Clarín, 2017. Se conformó la Mesa Argentina de Carne Sustentable. 2017. Consultado el 12 diciembre 2018. Disponible en https://www.clarin.com/rural/ganaderia/conformo-mesa-argentina-carne-sustentable_0_S17WyP3WG.html.

El Cronista. 2019. Brasil batió el récord mundial en exportación de carne bovina. Consultado el 20 de abril del 2019. Disponible en https://www.cronista.com/internacionales/Brasil-batio-el-record-mundial-en-exportacion-de-carne-bovina-20190107-0045.html.

Environmental Protection Act Chapter 328. 2000. LAw Revision Commissioner. Belize (en línea). Consultado 26 febrero 2019. Disponible en http://www.doe.gov.bz/index.php/services/send/19-belize-environmental-laws-regulations/125-environmental-protection-act-chapter-328-of-the-laws-of-belize.

Estado Plurinacional de Bolivia. 2015. Plan de Desarrollo Económico y Social 2016-2020 En El Marco Del Desarrollo Integral Para Vivir Bien. Bolivia.

Estado Plurinacional de Bolivia. 2016. Contribución Prevista Determinada Nacionalmente del Estado Plurinacional de Bolivia. Bolivia.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones. Roma, Italia. 464 p.

FAO (Programa de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016.

FAO (Programa de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).2018. Ganadería sostenible y cambio climático en América Latina y el Caribe. Consultado el 10 de enero 2019. Disponible en: http://www.fao.org/americas/prioridades/ganaderia-sostenible/es/

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017. Livestock Primary (en línea, sitio web). Consultado 1 abril 2019. Disponible en: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL/visualize.

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2019. Plataforma para la Intensificación sostenible de la Ganadería. Consultado el 3 de abril 2019. Disponible en: https://www.fontagro.org/micrositios/plataforma-para-la-intensificacion-sostenible-de-la-ganaderia/.

GCS (Ganadería Colombiana Sostenible). 2019. GCS: Conoce el proyecto – Ganadería Colombiana Sostenible (en línea, sitio web). Consultado 15 marzo 2019. Disponible en http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/index.php/conoce-el-proyecto/.

Gobierno de Argentina. s.f. Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (en línea, sitio web). Consultado 19 marzo 2019. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/ambiente/tierra/bosques-suelos/manejo-sustentable-bosques/ganaderia-integrada.

Gobierno de Argentina. 2016. Contribución Nacional Tentativa de Argentina (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abr. 2019. Consultado el 9 de abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Argentina%20First/17112016%20NDC%20Revisada%202016.pdf.

Gobierno de Belice. 2016. Contribución Nacional Tentativa de Belice (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 28 febrero 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Belize%20First/BELIZE%27s%20%20NDC.pdf.

Gobierno de Chile. 2015. Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 28 febrero 2019. Disponible en

https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Chile%20First/Chile%20INDC%20FINAL.pdf.

Gobierno de Colombia. 2018. Contribución Nacional Tentativa de Colombia (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/INDC%20Colombia.pdf.

Gobierno de Cuba. 2017. Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social Hasta 2030: Propuesta de Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos. Cuba.

Gobierno de El Salvador. 2015. Contribución Nacional Tentativa de El Salvador (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/El%20Salvador%20First/EL%20SALVADOR-INTENDED%20NATIONALLY%20DETERMINED%20CONTRIBUTION.pdf.

Gobierno de la República de Ecuador. 2019. Contribución Nacional Tentativa de Ecuador (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Ecuador%20First/Primera%20NDC%20Ecuador.pdf.

Gobierno de Guatemala. 2013. Ley Marco para regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria Ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto de Invernadero. Consultado 1 abril 2019. Disponible en: http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2682.pdf.

Gobierno de la República de Panamá. 2016. Contribución Nacionalmente Determinada a la Mitigación del Cambio Climático de la República Panamá ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Panamá.

Gobierno de la República de Honduras. 2015. Contribución Nacional Tentativa de Honduras (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Honduras%20First/Honduras%20INDC_esp.pdf.

Gobierno de la República de los Estados Unidos de México. 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (en línea). México. Consultado 10 marzo 2019. Disponible en: https://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/MarcoJuridico/PND_2013-2018.pdf

Gobierno de la República de los Estados Unidos de México. 2013. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) (en línea). México. Consultado 10 marzo 2019. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/Documents/PROMARNAT%2020 13-2018.pdf

Gobierno de Nicaragua. 2018. Contribución Nacional Tentativa de Nicaragua (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Nicaragua%20First/Contribucion%20Nacionalmente%20Determinada%20Nicaragua.pdf.

Gobierno de Paraguay. 2015. Contribución Nacional Tentativa de Paraguay (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Paraguay%20First/Documento%20INDC%20Paraguay%2001-10-15.pdf.

Gobierno de República Dominicana. 2017. Contribución Nacional Tentativa de República Dominicana (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Dominican%20Republic%20First/INDC-RD%20Agosto%202015%20(espa%C3%B1ol).pdf.

Gobierno de Uruguay. 2017. Contribución Nacional Tentativa de Uruguay (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015. (en línea). s. l. Consultado 1 abril 2019. Disponible en https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Uruguay%20First/Uruguay_Primera%20Contribuci%C3%B3n%20Determinada%20a%20nivel%20Nacional.pdf.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). s.f. IICA Apoya la Sostenibilidad de la Ganadería Bovina Nicaragüense (en línea). Consultado 1 abril 2019. Disponible en: http://www.iica.int/es/prensa/noticias/iica-apoya-la-sostenibilidad-de-la-ganader%C3%ADa-bovina-nicarag%C3%BCense

INE (Instituto Nacional de Estadística, Honduras). 2008. Encuesta Agrícola Nacional 2007-2008 (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 1 abril 2019. Disponible en: https://www.ine.gob.hn/images/Productos%20ine/EAN/EAN%202007%20-%202008/ganaderia%20EAN%202007%20-%202008.pdf

INE (Instituto Nacional de Estadística, Bolivia). 2015. Censo Agropecuario 2013 Bolivia (en línea). Bolivia. Consultado 1 abril 2019. Disponible en: https://www.sudamericarural.org/images/en_papel/archivos/CENSO-AGROPECUARIO-BOLIVIA_final.pdf

INE (Instituto Nacional de Estadística, Chile). 2017. Encuestas Intercensales 2015-2016 (en línea). Chile. Consultado 1 abril 2019. Disponible en: https://www.ine.cl/docs/default-source/econ/estad%C3%ADsticas-agropecuarias/estadisticas-agropecuarias/sintesis_agropecuaria_2017_web.pdf

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo, Panamá). 2001. Encuesta Sector Pecuario 2001 (en línea). Panamá. Consultado 1 abril 2019. Disponible en: https://www.contraloria.gob.pa/INEC/Default.aspx.

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, Costa Rica). 2014. Censo Agropecuario 2014 (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 2 abril 2019. Disponible en http://www.inec.go.cr/censos/censo-agropecuario-2014.

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo, Ecuador). 2017. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2017) (en línea). Ecuador. Consultado 1 abril 2017. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2012. IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (en línea). Consultado 1 abril 2019. Disponible en: http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf

INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo, Nicaragua). 2011. IV Censo Nacional Agropecuario (CENGARO 2011) (en línea). Nicaragua. Consultado 1 abril 2019. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/meetings_and_workshops/IICA_2013/Presentations/Country_presentations/Day2_Nicaragua.pdf

Ley de Desarrollo Rural Sustentable DOF 20-06-2018. Toda la ley. Diario Oficial de la Federación. México. 7 dic. 2001. Consultado 10 marzo 2019. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235_200618.pdf.

Ley General de Cambio Climático. Última reforma DOF 13-07-18. . Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. México. Consultado 26 febrero 2019. Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf.

Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero n.101. Art 66. Colombia. Consultado el 23 de Diciembre. 1993. Disponible en: https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20101%20de%201993.pdf.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). 2015. Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica: Informe de 2015. San José, Costa Rica. 110p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador). s.f.. MAG: Ganadería Sostenible (en línea, sitio web). Consultado el 19 marzo 2019. Disponible en https://www.agricultura.gob.ec/ganaderia-sostenible/.

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2016. Política Agropecuaria 2016-2020 (en línea). Ciudad de Guatemala, Guatemala. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Guatemala/Publicaciones/Poli%CC%81tica_Agropecuaria_-BAJA-.pdf

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2012. Política Ganadera Bovina Nacional (en línea). Ciudad de Guatemala, Guatemala. Consultado

el 1 abril 2019. Disponible en: https://www.maga.gob.gt/download/politica-ganadera(2).pdf

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala). 2016. Documento Base del Pacto Ambiental en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en: http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2547.pdf

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala); MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala); INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2018. Estrategia Nacional para el Abordaje de la Deforestación y Degradación de los Bosques en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en: http://www.marn.gob.gt/Multimedios/10060.pdf

MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay). 2016. Mesa de ganadería sobre campo natural (en línea, sitio web). Consultado el 12 de marzo 2019. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-recursos-naturales/campo-natural/mesa-de-ganaderia-sobre-campo-natural.

MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay). 2018. Anuario Estadístico Agropecuario 2018. Uruguay. Consultado el 24 de febrero 2019. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/oficina-de-programacion-y-politica-agropecuaria/estadisticas-y-documentos/29-08

MGS-Col (Mesa de Ganadería Sostenible – Colombia). 2019. MGS Colombia (en línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2019. Disponible en http://mgscolombia.com/.

MINEC (Ministerio de Economía, El Salvador). 2009. IV Censo Agropecuario 2007-2008 (en línea). El Salvador. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en: http://www.mag.gob.sv/direccion-general-de-economia-agropecuaria/estadisticas-agropecuarias/censos-agropecuarios/

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Panamá). s.f. MIDA: Resumen del Plan Nacional de Cambio Climático (en línea, sitio web). Consultado el 19 de marzo 2019. Disponible en https://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/unidad-ambiental/resumen-del-plan-nacional-de-cambio-clim-tico.html.

MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Costa Rica). 2019. Misión y visión (en línea, sitio web). Consultado el 28 febrero 2019. Disponible en https://www.minae.go.cr/acerca-de/acerca-del-minae/mision-y-vision.

Miniambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia). 2019. Misión y Visión (en línea, sitio web). Consultado el 10 marzo 2019. Disponible en http://www.minambiente.gov.co/index.php/ministerio/mision-y-vision.

Mipymes - Portal Empresarial Colombiano. 2019. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (en línea, sitio web). Consultado el 10 marzo 2019. Disponible en http://www.mipymes.gov.co/publicaciones/23341/ministerio_de_agricultura_y_desarrollo_rural.

ONE (Oficina Nacional de Estadística, República Dominicana). 2016. VIII Censo Nacional Agropecuario 2015 (en línea). Santo Domingo, República Dominicana. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en: https://www.one.gob.do/censos/agropecuarios

Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. FAO. Consultado el 30 de abril 2019. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i7914s.pdf

República de Guatemala. 2017. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional. Guatemala.

República del Perú. 2015. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de la República del Perú. Consultado el 20 de marzo, 2019. Disponible en http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/12/LA-CONTRIBUCIÓN-NACIONAL-DEL-PERÚ1.pdf

Rey Santos, O. 2017. El Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático: la "Tarea Vida" (diapositivas). Cuba. Consultado el 2 de febrero 2019. Disponible en http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1513/1/05%20Plan%20de%20Estado%20para%20el%20Enfrentamiento%20al%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20%E2%80%9CTarea%20Vida%E2%80%9D.pdf

Rico, G. 2017. Colombia: ¿Existe y es viable la ganadería sostenible? (en línea). Mongabay LATAM; 15 dic. Consultado el 15 marzo 2019. Disponible en https://es.mongabay.com/2017/12/colombia-existe-viable-la-ganaderia-sostenible/.

Rodríguez, M. 2018. Mida lanza proyecto de ganadería sostenible. La Estrella de Panamá, Panamá; 20 feb. 2018. Disponible en http://laestrella.com.pa/economia/mida-lanza-proyecto-ganaderia-sostenible/24049416.

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras). 2015. SAG: Honduras implementará Plataforma de Ganadería Sostenible (en línea, sitio web). Consultado el 2 abril 2019. Disponible en http://sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2015/febrero-2015/honduras-implementara-plataforma-de-ganaderia-sostenible/.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México). 2013. Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 (en línea). Consultado el 16 marzo 2019. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/82434/DOF_-_Diario_Oficial_de_la_Federaci_n.pdf.

SBD (Sistema de Banca para el Desarrollo, Costa Rica). s.f.. Acerca del Sistema de Banca para el Desarrollo (en línea). Consultado el 2 abril 2019. Disponible en http://sbdcr.com/webcenter/portal/sbdprod/pages_acercadesbd.

SENACSA (Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal, Paraguay). 2018. Población Animal y Movilización de Ganado (en línea). Paraguay. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en http://www.senacsa.gov.py/application/files/5115/4524/9795/02_Poblacion_animal_y_movilizacion_de_ganado.pdf

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Argentina). 2018. El Stock Ganadero Bovino Alcanzó los 54,8 Millones de Animales (en línea). Argentina. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/el-stock-ganadero-bovino-alcanzo-los-548-millones-de-animales

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica). 2019. Sobre SEPSA (en línea, sitio web). Consultado el 15 marzo 2019. Disponible en http://www.sepsa.go.cr/sepsa.html.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, México). 2018. Boletín de Leche Abril-Junio 2018 (en línea). México. Consultado el 1 abril 2019. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Bolet%C3%ADn%20de%20Leche%20abril-junio%202018.pdf

5. Anexos

5.1. Anexo 1. Manual metodológico - Base de datos políticas públicas sobre ganadería en América Latina y el Caribe

Instrucciones

Este manual tiene el objetivo de detallar cada una de las variables y categorías que pertenecen a la base de datos de políticas públicas sobre ganadería en ALC, elaborada por la firma STRATEGA para el CATIE.

La unidad de análisis es la **política pública**, que corresponde a la decisión que desarrolla determinada acción orientada a resolver problemas públicos relevantes.[10]

Categorías y subcategorías

1. **País**: país de la región de América Latina y el Caribe en el cual se implementa la política.

1.1 México
1.2 Belice
1.3 Guatemala
1.4 El Salvador
1.5 Honduras
1.6 Nicaragua
1.7 Panamá
1.8 Costa Rica
1.9 Perú
1.10 Ecuador
1.11 Bolivia
1.12 Colombia
1.13 Argentina
1.14 Brasil
1.15 Chile
1.16 Paraguay
1.17 Uruguay
1.18 Cuba
1.19 República Dominicana

2. Subregión: subregión de América Latina y el Caribe en la que se encuentra el país.

[10] MIDEPLAN. Manual gerencial para el diseño y la ejecución y evaluación estratégica del gobierno (2012)

2.1 Cono Sur
2.2 Mesoamérica
2.3 Andina
2.4 Caribe

3. Política: nombre de la política pública

4. Tipo: tipo de política pública

4.1 Ley
4.2 Decreto
4.3 Programa institucional
4.4 Otro: indique _____

5. Institución: institución competente de la política pública

6. Fecha: fecha de implementación de la política pública

7. Influye: ¿influye en el desarrollo de prácticas ganaderas en el país?

- Sí
- No

8. Ganadería sostenible: ¿busca intensificar sosteniblemente el modelo de ganadería sostenible?

- Sí
- No
- No se determina

9. Cambio climático: ¿con las acciones se busca adaptar o mitigar los efectos del cambio climático?

- Sí
- No
- No se determina

10. Artículos: detallar todos los artículos de la política pública que hablen sobre ganadería y desarrollo sostenible. Se deben digitar de la siguiente manera: Número del artículo (inciso). Sí existe más de un artículo, deben ir separados por comas. Ejem. 9 (b), 9 (d), 10 (a).

11. Contenido: especifica el contenido de cada artículo mencionado anteriormente, si existe más de uno, el texto debe ir separado por punto y coma (;) y en el orden en el que se mencionan los artículos en la variable anterior.

12. Metodología: ¿se especifica la metodología a seguir para implementar la política pública?

- Sí
- No

13. Financiamiento: ¿se especifica de dónde se van a recaudar los fondos para lograr implementar la política pública?

- Sí
- No

14. Fondos: si hay financiamiento, ¿se detalla de dónde provienen los fondos? Sí no existe financiamiento se pone NA de no aplica.

15. Aplica: ¿la política aplica para la investigación sobre políticas públicas de ganadería sostenible?

- Sí
- No

16. Notas: en caso de que sea necesario resaltar algún punto o aclarar alguna variable de la política pública.

5.2. Anexo 2. Estructura estudios de caso

- **Metodología:** Detallar el modo de recolección de datos (entrevistas semiestructuadas a X cantidad de actores, revisión de fuentes primarias y secundarias). Siempre es bueno colocar acá una matriz con fecha, actor, institución y cargo.
- **Contexto:**
    - *Contexto general:* acá la idea es elaborar un resumen los antecedentes del país que estamos analizando considerando cómo contribuye la ganadería al PIB y al PIBA, si es un país con vocación de ganadería lechera o de carne o doble propósito, en qué regiones del mismo se desarrolla. Podemos agregar características socioeconómicas del tipo de personas que se dedican a la actividad ganadera.
    - *Marco político y normativo:* acá deberíamos detallar las políticas y normativas actualmente vigentes sobre ganadería en general y determinar las que promueven una intensificación de la ganadería sostenible. Esto lo obtendremos con el inventario de políticas en fuentes secundarias pero sería bueno corroborar con los informantes.

- **La promoción de la intensificación de ganadería sostenible en el país:**
    - *Antecedentes.* ¿Cómo y de qué forma se da un quiebre hacia la intensificación sostenible de la ganadería? ¿Los esfuerzos y/o los fondos provenían del gobierno de otro actor? ¿Cuál fue el punto de quiebre que dinamizó la promoción de estos sistemas?
    - *Generalidades.* ¿Cómo se financian estas políticas públicas? ¿qué instancia es la encargada de ejecutar y monitorear la política? ¿cuál es la fecha de origen de estas intervenciones de política?
    - *Principales actores.* ¿Quiénes son los principales actores (instituciones del estado y *stakeholders*) involucrados en este ejercicio de promoción de la intensificación sostenible de la ganadería? ¿cuáles organizaciones son líderes del sector ganadero y cuál es su influencia en el proceso de toma de decisiones?

Actor	Descripción	Influencia (¿qué han logrado a nivel país?

    - *Gobernanza.* Relación instituciones del Estado-organizaciones ganaderas ¿Cuáles son las reglas del juego para la toma de decisión en este tema en el

país? ¿Existen espacios que articulan a estos actores y que han facilitado el trabajo dentro del sector? ¿cuáles son los canales formales de comunicación entre el Estado y las organizaciones ganaderas?

- **Resultados**
  - *Resultados.* Qué resultados se han alcanzado con la implementación de estas políticas de intensificación sostenible de la ganadería. Acá lo ideal es colocar datos duros, por ejemplo cantidad de hectáreas bajo esquemas de sistemas de intensificación sostenible de la ganadería. ¿Logros en la mejora de la productividad y reducción de GEI a diciembre 2018?
  - *Aspectos innovadores.* ¿Cuáles son las características diferentes que esta experiencia ha tenido con respecto a otras?
  - *Aciertos.* ¿Cuáles son los aciertos de la implementación del enfoque de intensificación sostenible de la ganadería en el país?
  - *Barreras.* ¿Cuáles son las barreras actuales que impiden la aplicación de las políticas públicas en el sector ganadero?
  - Lecciones aprendidas. ¿Cuáles son las tres lecciones aprendidas en la implementación de este esquema de intensificación sostenible de la ganadería?

- **Replicabilidad y escalabilidad**
  - *Sostenibilidad.* ¿Cómo aseguran que haya sostenibilidad de las acciones y cambios que se han promovido?
  - *Potencial de ampliar su aplicación.* Existe la posibilidad de replicar o escalar esta experiencia a otras parte del país o a otros países?

- **Anexos**
  - Instrumento de entrevista semiestructurada aplicada.

5.3. Anexo 3. Entrevista semiestructurada enfocada para la toma de datos de los estudios de caso

Buenos días/tardes,

El CATIE en el periodo entre enero y febrero 2019, está desarrollando una investigación sobre políticas existentes que promueven la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganaderos y cambio climático en algunos países de América Latina y el Caribe, entre los cuales se encuentra **_____.**

El día de hoy deseamos conversar con usted para profundizar sobre la experiencia de _____ en estos temas. Nos interesa de manera específica poder documentar la experiencia en el desarrollo de política públicas habilitadas para la promoción de la intensificación sostenible de la ganadería y el cambio climático. Los resultados de este y los demás estudios de caso formarán parte de un *policy brief* a publicar en el cual se procurará retratar las mejores experiencias y prácticas sobre la intensificación sostenible de los sistemas de producción ganadera y el cambio climático.

Gracias por atendernos el día de hoy y colaborar con el desarrollo de la investigación.

A continuación, voy a realizar una serie de preguntas y agradecería pueda ser lo más específico/específica posible para aprovechar al máximo toda la información.

Información general:
0.0 Entrevistador/a:_____
0.1 Fecha de la entrevista: _____
0.2 Nombre del informante (confirmar):_____
0.3 Cargo (confirmar): _____
0.4 ¿Podría describirme brevemente las labores que realiza y el departamento en el que trabaja en relación con la ganadería?:

Contexto
En esta primera parte de la entrevista me gustaría que podamos conversar sobre la actividad ganadera en general en su país.

1. ¿Cuál es la importancia de la ganadería para su país?:

2. ¿La ganadería que se practica es de carne, de leche o de doble propósito?:

3. ¿De qué forma la ganadería contribuye con el PIB?:

4. ¿En qué regiones del país se desarrolla esta actividad?:

5. ¿Las personas que se dedican a la práctica ganadera son grandes, medianos o pequeños productores?:

6. ¿Cómo describiría las características socioeconómicas de las personas que se dedican a este tipo de actividad?:

7. ¿Existen políticas en el país directamente relacionadas con las prácticas ganaderas? ¿Podría enlistar las más importantes?:

8. ¿Las políticas anteriormente mencionadas promueven una ganadería sostenible?:

Promoción de la ganadería sostenible en el país

9. Sabemos que el país ha dado importantes pasos hacia la promoción de una ganadería que sea sostenible y climáticamente inteligente. Podría comentarme ¿en qué momento se comienza a dar un cambio hacia esta línea de trabajo? ¿Y cómo sucede?:

10. ¿Qué instancias se encargan de ejecutar y velar por estas políticas públicas? ¿Realmente se notan cambios?:

11. ¿De dónde provienen la mayoría de los fondos y esfuerzos para el desarrollo de la ganadería sostenible?:

12. ¿Quiénes son los principales actores y promotores en la promoción de la intensificación sostenible de la ganadería?:

13. ¿Cuáles han sido las reacciones de los ganaderos frente a este tipo de prácticas? ¿Y de los funcionarios públicos? ¿Ha habido resistencia al cambio?:

14. ¿Existen otras organizaciones de corte no gubernamentales que hayan apoyado al país en esta línea? ¿Cuáles? ¿Cómo lo han hecho?:

15. ¿Existen espacios de articulación y toma de decisión que faciliten el trabajo en conjunto de los actores mencionados en torno a la promoción de ganadería sostenible?:

16. ¿Cuáles son los canales formales de comunicación entre el Estado y los actores?:

Resultados

17. ¿Qué resultados se han alcanzado con la implementación de estas políticas de intensificación sostenible de la ganadería? (datos duros, por ejemplo cantidad de hectáreas bajo esquemas de sistemas de intensificación sostenible de la ganadería):

18. ¿Cuál ha sido la diferencia entre la implementación de estas políticas con respecto a otras?:

19. ¿Cuáles son los aciertos de la implementación de este enfoque de intensificación sostenible de la ganadería en el país?:

20. ¿Cuáles son las barreras actuales que impiden la aplicación de las políticas públicas en el sector ganadero?:

21. ¿Cuáles son las lecciones aprendidas en la implementación de este esquema de intensificación sostenible de la ganadería?:

Replicabilidad y escalabilidad

22. ¿Cómo han logrado asegurar que haya sostenibilidad de las acciones y cambios que se han promovido?:

23. ¿Cree que existe la posibilidad de replicar o escalar esta experiencia a otras partes del país o a otros países?:

Muchas gracias por su ayuda y por dar respuesta a todas nuestras preguntas. ¿Existe otro tipo de información con respecto a ganadería en el país que no hayamos mencionado y considera que es de importancia para el desarrollo de este sector?

Muchas gracias por su tiempo y por la información brindada, buenos(as) días/tardes.

Hora de fin de la entrevista:_____

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 4
Diseño de Políticas

Actividad 4.2

Organización de mesas redondas público-privadas para la promoción de políticas propicias para la producción ganadera sostenible en ALC

Producto
12

Resúmenes de políticas para la promoción de sistemas ganaderos intensivos con bajas emisiones de gases de efecto invernadero en los países de ALC

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Condiciones habilitadoras para la promoción de sistemas ganaderos intensivos sostenibles en América Latina y el Caribe

Versión 1 de abril, 2019

Ileana Ávalos, Claudia J. Sepúlveda L., Francisco Casasola, Hugo Li Pun, Danilo Pezo, Sofía Beeche, Laura Vargas

América Latina y el Caribe (ALC) aportan más del 25% de la producción mundial de carne vacuna. Esta actividad representa alrededor del 46% del PIB agrícola de la región, convirtiéndola en una importante fuente de ingresos económicos: más de dos tercios de quienes se dedican en la región a la agricultura perciben parte de sus ingresos del sector pecuario (FAO 2018).

La región es estratégica a nivel mundial, ya que es la mayor exportadora de proteína de origen animal y se prevé que las necesidades de esta se incrementarán en un 70% para el año 2050 (FAO 2016).

Por otro lado, a nivel global, la ganadería ha tenido una contribución importante de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), la contribución real se ubica en el rango entre 12,0-14,5% del total de emisiones (Herrero *et al*. 2011), así mismo ha tenido históricamente una relación directa con la deforestación, la degradación del suelo y los pastizales (Ibrahim *et al.* 2010), la pérdida de la biodiversidad y hábitat importantes (Harvey *et al*. 2005), así como la disminución de las fuentes de agua.

El incremento en la demanda de productos de origen animal y su relación con el cambio climático, el aumento en la competitividad global y sostenibilidad ambiental resulta ser un desafío sin precedentes.

La intensificación sostenible de la ganadería representa una gran oportunidad para realizar un manejo óptimo de los recursos, mejorar la productividad, reducir la intensidad de emisiones de GEI, aumentar la rentabilidad y la seguridad alimentaria de las familias ganaderas y la nutrición de la población en general.

El presente documento ofrece sugerencias a considerar en el proceso de toma de decisión para promover la intensificación sostenible de la ganadería en países de América Latina.

Dichas sugerencias se sustentan en un esfuerzo de investigación de CATIE y sus socios estratégicos enmarcado en el proyecto: “Plataforma para la intensificación sostenible de la ganadería”. Esta iniciativa constituye una plataforma virtual para la gestión y el intercambio del conocimiento, mediante el establecimiento de alianzas con socios clave para intensificar los sistemas de producción ganadera de manera sostenible y como una estrategia regional de investigación para adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático en

BORRADOR

América Latina y el Caribe (FONTAGRO 2019).

Abordajes transversales e intersectoriales

Las acciones de intensificación sostenible de la ganadería requieren una conjunción de esfuerzos de diversos actores de la institucionalidad pública entre los cuales destacan de manera protagónica las carteras del poder ejecutivo con competencias en los temas agropecuarios y de ambiente.

Tradicionalmente ha habido un divorcio entre estos dos sectores. Sin embargo, en los últimos años, producto principalmente de la agenda vinculada al cambio climático, ha habido un importante acercamiento; reconociendo que existen temas en los que sus competencias institucionales convergen de manera directa.

Para promover acciones de promoción de sistemas ganaderos intensivos sostenibles es clave superar la idea de que la agricultura es un tema de división entre la agenda productiva y la agenda ambiental.

En este esfuerzo son claves las acciones concretas a nivel de la institucionalidad pública que articula el poder ejecutivo. Una de ellas, es el **establecimiento formal de instrumentos que articulan ambas agendas**. En algunos países estos instrumentos han tomado la forma de acuerdos intersectoriales.

Un ejemplo de lo anterior es la Ley del Medio Ambiente en El Salvador que estipula un trabajo en conjunto de las carteras de ambiente y agricultura. Dicho instrumento, plantea la aplicación de mecanismos de mercado que promuevan la reforestación, lo que impulsa el trabajo en sistemas agroforestales y silvopastoriles, especialmente en áreas donde convergen la ganadería y la conservación del bosque. (Ley de Medio Ambiente,1998)

Otra acción estratégica es la **instauración de unidades operativas** vinculadas con ganadería sostenible dentro de la Dirección que aborda los temas de ganadería y una figura similar dentro de la cartera de temas ambientales. Esto permite que se trabaje de manera sistemática en el tema. Pero además, permite establecer puntos de contacto directos entre ambas carteras (agropecuarios-ambiente); evitando la duplicidad de acciones, buscando la complementariedad y haciendo un uso más eficiente de los recursos públicos.

Costa Rica ejemplifica la instauración de unidades operativas, tanto en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) como en el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET).

En el MAG, se cuenta con grupos de trabajo enfocados en la Estrategia Nacional Baja en Carbono y la NAMA (Acciones Nacionalmente Apropiadas de Mitigación) ganadería, los cuales cuentan con sus respectivos coordinadores, quienes son el punto principal de contacto dentro del ministerio con respecto a estos temas (Segura 2019).

Por otro lado, en el MINAET se encuentra la División de Cambio Climático, que es la encargada directa de velar por la intensificación de la ganadería sostenible, en conjunto con el MAG, tanto en relación con la Estrategia Nacional Baja en Carbono, como en la NAMA Ganadería. (Jenkins 2019). Como resultado, alrededor de 600 fincas han

BORRADOR

implementado acciones vinculadas con ambas estrategias. Además, las fincas en el plan piloto han duplicado la carga animal y han aumentado en 16% la rentabilidad de los negocios (Segura 2019). Sin embargo, aún no es posible cuantificar la reducción de emisiones de GEI, debido a que no se cuenta con el sistema de medición necesario para obtener estos datos, pero ya se está trabajando en ello.

Es importante recalcar que, mediante la implementación de la Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono, se ha logrado mayor participación del sector privado en el proceso de toma de decisión. Esto ha contribuido a que se instaure un clima de mejor gobernabilidad, con mesas de diálogo legitimadas y reconocidas, así como con vías de comunicación permanente entre el sector privado y el gobierno.

La articulación público-privada

La intensificación sostenible de la ganadería implica ajustes en la forma en que el sector ganadero gestiona sus fincas.

Para ello, no es suficiente ajustar o promover políticas públicas que incorporen el enfoque o articular de manera efectiva las instituciones del poder ejecutivo. Es fundamental el trabajo directo con él sector privado, tanto los dueños de las zonas dónde se genera la actividad ganadera como las empresas encargadas de darle valor agregado a la ganadería que en dichas zonas se produce. Estos actores, deberían concebir la intensificación sostenible como una oportunidad para mejorar sus rendimientos, productividad y así hacer atractiva la implementación de estas prácticas de manera sistemática en las fincas.

Lo anterior, se puede materializar bajo la figura de **acuerdos de competitividad** del sector y **mesas de diálogo público-privado**. Otra figura que permite promover una virtuosa gobernanza en esta línea es la NAMA en ganadería. Este mecanismo creado en el marco de la Conferencia de Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2007. Ellas permitan sumar y articular esfuerzos público-privados para, en la medida de las posibilidades del país, se ajusten marcos de políticas para reducir o limitar las emisiones de GEI, así como transitar hacia economías bajas en carbono.

Independientemente de la forma en que se realice, el trabajo con el sector privado resulta esencial en términos de impacto y sostenibilidad de las acciones que gubernamentalmente se promuevan.

En Uruguay se creó la Mesa de Ganadería sobre Campo Natural, la cual establece el espacio formal de discusión entre el Estado y las demás instituciones, permitiendo un mejor ejercicio en la toma de decisiones con respecto a la ganadería en el país y aplicando los términos de gobernanza para poder desarrollar las políticas públicas de la mejor manera (MGAP 2016).

Dicha mesa ha permitido generar un espacio de articulación y toma de decisión en torno a temas estructurales, por ejemplo los lineamientos sobre el tipo de ganadería que la mesa, como colectivo, promueve; así como la definición de alcances de la ganadería sostenible y la

BORRADOR

forma en que se pueden implementar las nuevas prácticas por parte de los actores.

Políticas públicas basadas en evidencia: articulando a la academia y los centros de investigación

Unos actores que han aportado de manera importante con evidencia científica de la importancia de la intensificación sostenible de la ganadería son la academia y los centros de investigación.

Los insumos que aportan estos actores son elementos de alto valor para generar una toma de decisión basada en evidencia que permita sustentar con información científicamente válida las decisiones que se promueven.

Sin embargo, en muchos casos ocurre que la academia y los centros de investigación no articulan su trabajo de manera directa con los decisores de política y con el sector privado.

Frente a ello, una tercera condición habilitadora para promover intensificación sostenible de la ganadería bajo un enfoque de alto impacto es la alineación de las agendas de investigación con los requerimientos de los decisores de política y de los productores que implementan este tipo de prácticas.

Para ello, el dirigir tesis de investigación aplicada hacia los requerimientos de información de los actores involucrados es una herramienta utilizada en algunos países para sumar esfuerzos para el cambio.

Otra acción concreta en la materia ha sido la instauración de agendas de investigación compartida, las cuales son revisadas y monitoreadas permanentemente, recibiendo insumos no solo de las necesidades de los decisores de política y de los actores del sector productivo, sino también consejo y asesoría de los temas que es fundamental investigar para transitar hacia esquemas más promisorios en lo material.

¿Se requieren más políticas públicas?

Finalmente, es fundamental reconocer que para transitar hacia condiciones que coadyuven a promover intensificación sostenible de la ganadería hay que contar con los marcos de política pública necesarios para que haya un enfoque de Política de Estado de largo aliento y los esfuerzos no se diluyan en intereses de corto plazo del gobierno en turno (Política de Gobierno).

Sin embargo, si bien es fundamental contar con políticas públicas claras y que aborden de manera concreta la materia, es importante reconocer que ello es solamente el punto de partida para el trabajo en la materia.

Para ello, se pueden realizar ajustes en leyes existentes, promover la incorporación del tema en los planes nacionales de desarrollo, planes sectoriales, así como la construcción de estrategias concretas que, sobre la base de las políticas públicas antes mencionadas, se ofrezcan acciones concretas.

La evidencia ha demostrado que la arquitectura institucional y las relaciones entre actores juegan un papel aún más importante que las políticas públicas que existan. Este último elemento es importante mas no suficiente.

¿Cómo iniciar?

En los párrafos anteriores se han ofrecido una serie de condiciones habilitadoras

BORRADOR

para la intensificación sostenible de la ganadería con base en experiencias de diversos países de la región.

No existe una receta determinada para promover una tarea de esta naturaleza. Ello amerita una lectura del avance en articulación y coordinación institucional existente, la presencia de ventanas de trabajo dentro de las políticas públicas existentes, la arquitectura institucional, las competencias y capacidades de los actores, tanto públicos como privados y de la sociedad civil, así como la cultura política y los patrones de comportamiento existentes.

El revisar los elementos antes mencionados permitirá establecer una hoja de ruta con las alternativas más pertinentes para el país, dependiendo de sus características. Independientemente de la ruta seleccionada, un elemento fundamental que ha sido reportado en todos los casos de estudio es la constancia en la consecución de las acciones, así como el monitoreo y seguimiento permanente de los resultados que permita hacer ajustes y capitalizar los logros alcanzados.

BORRADOR

Referencias

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Sector ganadero de América Latina y el Caribe tiene un gran potencial para mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero (en línea). Consultado el 20 marzo 2019. Disponible en http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1150597/
- Harvey, C; Alpízar, F; Chacón, M; Madrigal, R. 2005. Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives. Arlington, VA, USA., The Nature Conservancy. 162 p.
- Herrero, M; Gerber, P; Vellinga, T; Garnett, T; Leip, A; Opio, C; Westhoek, H; Thornton, PK; Olesen, J; Hutchings, N. 2011. Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right Animal Feed Science and Technology 166:779-782.
- Ibrahim, M; Porro, R; Mauricio, R. 2010. Deforestation and livestock expansion in the Brazilian legal amazon and Costa Rica: drivers, environmental degradation, and policies for Sustainable land management. In Steinfeld, H; Mooney, HA; Schneider, F; Neville, LE (eds.). Livestock in a Changing Landscape: Experiences and Regional Perspectives. Washington DC, USA, Island Press. p. 79-92.Jenkins, A. 15 mar. 2019. (skype). Curridabat, Costa Rica.
- Ley de Medio Ambiente Decreto No.233. Toda la ley. Diario Oficial de la República de El Salvador. El Salvador. 4 may. 1998. Consultado 10 marzo 2019. Disponible en www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/el_salvador/el_salvador_233.doc
- MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay). 2016. Mesa de ganadería sobre campo natural. (en línea, sitio web). Consultado 12 marzo 2019. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-recursos-naturales/campo-natural/mesa-de-ganaderia-sobre-campo-natural
- Segura, J. Comunicación personal. 22 febrero 2019. (skype). Curridabat, Costa Rica.

BORRADOR

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Proyecto: Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)

Componente 5
Movilización de Recursos

Actividad 5.1 Alineación de las agendas de investigación de los países e instituciones participantes

Actividad 5.2 Preparación y negociación de propuestas regionales para la ampliación de experiencias exitosas en la región

Producto
13

Cinco propuestas redactadas y una nota conceptual

Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

fmam

FONTAGRO

GLOBAL RESEARCH ALLIANCE
ON AGRICULTURAL GREENHOUSE GASES

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Unidad de Ganadería Ambiental
-GAMMA-

Preparado por

Hugo Li Pun
Claudia J. Sepúlveda L.
Danilo Pezo
Francisco Casasola

Con apoyo del
equipo GAMMA DEL CATIE

Costa Rica, enero 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. PROPUESTA I. Pasantía en ganadería sostenible, oferta de capacitación del CATIE al Ministerio de Ganadería de Guyana 4

2. PROPUESTA II: BELIZE Livestock Producers Association ("BLPA") 7

3. PROPUESTA III. Asesoría del CATIE al INIA de Perú 12

Antecedentes 12

A. Objetivos 15

B. Estrategia 15

Anexo I. Propuesta tentativa del contenido de charlas, talleres y cursillos en ganadería tropical y sistemas silvopastoriles 17

Módulo 1. Investigación e innovación agropecuaria: énfasis en ganadería 17

Anexo II. Propuesta tentativa de investigaciones y capacitación sobre diseño-manejo integrado de sistemas agroforestales de cacao 20

Anexo III. Propuesta tentativa de investigaciones y capacitación sobre diseño-manejo integrado de sistemas agroforestales de café 22

4. PROPUESTA IV. Template of project concept note, the QIAO Plan Latin American and Caribbean Region- 29

5. PROPUESTA V: Promoting climate smart dairy business through an integrated value chain in La Paz Bolivia 34

6. CONCEPT NOTE: "A proposal for the support of "The Latin America and Caribbean Platform for the sustainable intensification of livestock" 40

PRESENTACIÓN

El 3 de agosto de 2017, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) firmó con el CATIE, el contrato C-RG-T2797-P002 para la realización del proyecto titulado: *"Plataforma Latinoamericana y del Caribe para la intensificación sostenible de la producción ganadera: una estrategia regional para la adaptación y mitigación del cambio climático*. El objetivo principal del proyecto es desarrollar una plataforma que facilite los esfuerzos de *networking* entre los principales actores públicos y privados interesados en promover la intensificación sostenible de los sistemas de producción pecuaria y las cadenas de valor en América Latina y el Caribe (ALC), como parte de una estrategia global para la adaptación y mitigación del cambio climático.

El proyecto en su Componente 5 referido a movilización de recursos planteó el producto 13 consistente en la preparación de al menos seis propuestas regionales de escalamiento y desarrollo de ganadería sostenible y adaptación al cambio climático. Estas propuestas buscarían oportunidades para la gestión de recursos basados en dos tipos de actividades: i) la alineación de las agendas de investigación de los países e instituciones participantes y ii) preparación y negociación de propuestas regionales para la ampliación de experiencias exitosas en la región enfocadas, por ejemplo, a una segunda fase del actual proyecto.

A continuación, se presentan los documentos de cinco propuestas presentadas a diferentes donantes y una nota conceptual para el escalamiento de los resultados del proyecto y con lo cual se espera poder escalar los aprendizajes del proyecto y sobre todo para seguir formado recurso humando en la temática de la intensificación sostenible de la ganadería.

De las cinco propuestas, las siguientes tres propuestas lograron financiamiento: i) Propuesta de pasantía en ganadería sostenible con el Ministerio de Ganadería de Guyana. ii) Propuesta de apoyo a la Asociación de Ganaderos de Belice para capacitación en buenas prácticas, iii Propuesta al PNIA del Perú para que el CATIE asesore al INIA en temas de investigación e innovación en ganadería, café y cacao. En el caso de ganadería se utilizarán resultados y lecciones obtenidos a través de la plataforma de intensificación sostenible de la ganadería.

Las otras propuestas presentadas a diferentes donantes de la cooperación internacional (a la fecha no han sido aprobadas; sin embargo, se sigue en la búsqueda de oportunidades para su gestión.

Finalmente, se ha formulado una nota conceptual que servirá para gestionar recursos y visibilizar los resultados y aprendizajes de la plataforma, para lo cual se estaría aprovechando un evento que desarrollará en el CATIE con apoyo del gobierno de Nueva Zelanda y FAO y que abordará la temática de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMAS, por sus sigla en inglés) para ganadería, donde se planea establecer otras notas conceptuales con representantes de gobiernos para buscar recursos y apoyar las iniciativas del sector en la región.

Los esfuerzos realizados por este proyecto y la información y lecciones aprendidas han contribuido como base para la preparación de nuevas iniciativas a nivel nacional, subregional o regional, destinados a ampliar las experiencias exitosas sobre la intensificación sostenible de los sistemas pecuarios de la región. A continuación, se adjuntan los documentos de las cinco propuestas de escalamiento y desarrollo de ganadería sostenible en ALC y la nota conceptual.

1. **PROPUESTA I. Pasantía en ganadería sostenible, oferta de capacitación del CATIE al Ministerio de Ganadería de Guyana**

INTRODUCCIÓN

El CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es una institución que desarrolla la investigación y enseñanza a nivel superior en agricultura, ganadería y recursos naturales, cuenta con una Escuela de Posgrado desde la cual se desarrollan procesos formación a nivel de maestría y doctorado, así como de capacitación (cursos cortos, diplomado y pasantías entre otras actividades). La enseñanza y capacitación se sustenta en las experiencias de trabajos de investigación en temas estratégicos para el sector agropecuario, entre ellos la ganadería. El CATIE cuenta con profesores que tienen una amplia experiencia en el sector agropecuario en el trópico americano, que realizan actividades de enseñanza, investigación y proyección a los países de ALC.

En materia de pasantías, el CATIE brinda este servicio a diferentes profesionales de universidades, ministerios e instituciones gubernamentales y del sector privado. La experiencia es amplia en fortalecer las capacidades tanto para la enseñanza, capacitación, investigación y cooperación técnica, tiene como soporte sus investigadores, una finca productiva y experimental, sus proyectos en marcha, laboratorios y la logística para la enseñanza. El participante interesado en una pasantía puede aprovechar estas capacidades, así como el intercambio de experiencias con los investigadores, profesionales de múltiples países, sus publicaciones y los proyectos que cada cual tiene en sus programas.

OBJETIVOS

Capacitar mediante la modalidad presencial de pasantía en el campus a profesionales del Ministerio de Ganadería de Guyana. Se capacitará al personal seleccionado en CATIE y en las fincas ganaderas y dentro de la institución de investigación en diversas áreas de la producción ganadera, sobre la base de una evaluación de necesidades y relacionadas con temas de la ganadería sostenible, con un enfoque en ganado bovino, manejo de fincas, evaluación de desempeño de diferentes actividades productivas y biometría, para fortalecer sus capacidades, desempeño, mejorar su nivel técnico y motivacional, para que se puedan fortalecer sus capacidades en el desarrollo de los procesos de transferencia de tecnologías, investigación y en general contribuyendo con el mejoramiento del sector.

Se espera que, a su regreso, el personal que se haya beneficiado de la capacitación realice talleres de capacitación de capacitadores, además de capacitar a la comunidad agrícola con sus habilidades adquiridas y competencias básicas.

REQUISITOS PARA INSCRIPCIÓN-REGISTRO

1. Curriculum Vitae
2. Carta a la institución de procedencia, para amparar la pasantía
3. Copia de seguro médico y de vida
4. Copia del *status* migratorio del pasante y copia del pasaporte
5. Copia del seguro internacional (o póliza de la institución, que incluya repatriación de cuerpo)

OFERTA ACADÉMICA

Período: cuatro semanas

Profesores: Instructores expertos del CATIE del Programas de Agricultura y Ganadería y Agroforestería – PRAGA- Unidad de bioestadística del CATIE y socios locales asociados al CATIE.

Participantes: 25 participantes

METODOLOGÍA

La pasantía considera un grupo de 25 profesionales, y consiste en el desarrollo seis módulos y tres giras de campo, que combinan la teoría, práctica, acompañamiento con investigadores, visita a experiencias en campo y proyecto de investigación. Cada módulo tendrá un equipo de profesores que desarrollarán clases teóricas, análisis de proyectos/experiencias, reuniones de trabajo, discusiones de grupo, visitas de campo. Un coordinador de la pasantía organizará en detalle las actividades específicas y facilitará el desarrollo del programa en sus diversas actividades. En el cuadro 1 se detallan la propuesta de contenidos de cursos. Se facilitará material de estudio y de base para realizar las actividades, además de lecturas complementarias, esto se organizará en archivos digitales para su distribución a cada uno de los participantes.

EVALUACIÓN

Para recibir el certificado de realización de la pasantía, se debe cumplir con: i) asistencia de al menos 90% de las actividades programadas y presentar un ii) Informe de pasantía.

CERTIFICADO

Los participantes que cumplan con los requisitos de la evaluación recibirán un certificado de haber realizado la pasantía en “Ganadería sostenible”.

COSTO

El costo total es de USD 180.000 (para 25 estudiantes durante cuatro semanas). El costo por estudiante es de USD 7200, e incluye gastos de matrícula, servicios académicos, servicios de cómputo, materiales, transporte Aeropuerto-CATIE-Aeropuerto, giras de campo, alojamiento y alimentación.

Cuadro 1. Contenido de la capacitación que se brindará en ganadería a funcionarios del Ministerio de Ganadería de Guyana.

<table>
<tr><th>Semanas</th><th colspan="4">Ganadería (Bovinos-Porcinos-Caprinos- Ovinos)</th></tr>
<tr><td>Semana 1</td><td colspan="2">Módulo I: (día 1, 2 y 3). Investigación e innovación ganadería bovina, porcina y caprinos-ovinos. Los principales temas: Enfoques modernos de la investigación e innovación ganadera. El estado del arte de la investigación ganadera. Acciones de desarrollo para el fomento de la ganadería sostenible. Experiencias exitosas. Inseminación Artificial. Manejo de equipo e instalaciones. Biotecnología</td><td colspan="2">Módulo II: (día 4 y 5). FASE I Trabajo con grupo de investigadores en ganadería (clases puntuales, prácticas, finca y participación en proyectos)
Los principales temas: Sistemas Silvopastoriles y pastoriles. Tipos y Clasificación y diseño de los sistemas Silvopastoriles. Sistemas de pastoreo y selección de especies. Bases del pastoreo racional e intensivo
Fertilización de pasturas</td></tr>
<tr><td>Semana 2</td><td>Módulo II: (día 1 y 2)
FASE II Trabajo con grupo de investigadores en ganadería (clases puntuales, prácticas, finca y participación en proyectos). Los principales temas:
Ganadería y SSP. Factores que influyen en la producción. Técnicas de manejo. Sistemas de producción ganadera. Intensificación sostenible de la ganadería. Ganadería baja en emisiones. Servicios ecosistémicos. Adaptación y resiliencia al cambio climático. Variables determinantes en los procesos de investigación ganadera.</td><td>Módulo III: (día 3 y 4)
Trabajo con grupo de investigadores de porcinos (clases puntuales, prácticas, laboratorios y participación en proyectos). Los principales temas:
Características y ubicación del sitio para desarrollar el proyecto porcino. Sistemas de producción. Manejo reproductivo. Razas. Prácticas básicas de manejo. Instalaciones y equipos. Alimentación de porcinos. Manejo sanitario. Registros. Mercado, Medio ambiente.</td><td>Módulo IV: (día 5 y 6)
Trabajo con grupo de investigadores de caprinos (clases puntuales, prácticas, laboratorios y participación en proyectos). Los principales temas:
Características y ubicación del sitio para desarrollar el proyecto caprino. Sistemas de producción. Manejo reproductivo de los caprinos.
Razas. Prácticas básicas de manejo. Instalaciones y equipos. Alimentación de caprinos. Manejo sanitario. Registros. Mercados. Medio ambiente</td></tr>
<tr><td>Semana 3</td><td colspan="2">Módulo V: (día 1, 2 y 3)
Metodologías Escuelas de Campo
Los principales temas: Definición de ECA, objetivos, actividades, principios, Actividades. Identificación de problemas, priorización de problemas, generación de soluciones, definición del curriculum de aprendizaje. Sesión participativa.</td><td>Módulo VI: (día 4 y 5)
Cadenas de Valor
Los principales temas: Actividad productiva. Situación de la cadena. Mercado mundial. Actividad productiva. Precio del producto. Descripción de la cadena. Acceso a los sistemas de apoyo, a la producción, y cuellos de botella. Crédito, Asistencia técnica, capacitación. Vínculos de la producción con el mercado. Ventas e ingresos por ventas y precios de venta. Formas de venta. Intermediarios. Propuesta para reducir el riesgo.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Semana 4</td><td>Gira de campo para conocer experiencias en Costa Rica. Gira de estudios a proyectos de ganadería</td><td>Gira de campo para conocer experiencias en Costa Rica. Gira de estudios a experiencias de porcinos</td><td>Gira de campo para conocer experiencias en Costa Rica. Gira de estudios a experiencias de caprinos</td></tr>
<tr><td colspan="3">Elaboración de informe de la pasantía supervisado</td></tr>
</table>

2. PROPUESTA II: BELIZE Livestock Producers Association ("BLPA")

"Developing a Climate-Smart and Green Cattle Sector in Belize through Technology Innovations and Strengthening Local Institutions"

Introduction

The Belize Livestock Producers Association (hereinafter referred to as "BLPA") and The Tropical Agriculture Research and Higher Education Center ("CATIE") (hereinafter referred to as the "Service Provider") (together hereinafter referred to as the "Parties") have agreed that the Service Provider will provide certain technical assistance services defined in detail in the attached Annex (the "Services") which forms an integral part of this Letter of Agreement (hereinafter the "agreement") in support for the technical operation and capacity building required for achieving the goals of the project. To enable the Service Provider to provide the Services, BLPA will pay the Service Provider a total amount not exceeding USD125,000 (one hundred twenty-five thousand US Dollars) which represents BLPA´s maximum financial liability, into the Service Provider´s account specified in paragraph 2 below.

a. Background

The cattle sub-sector plays an important role in the overall economic and agricultural sector of Belize, with an estimated value of US$ 300 million in 2015. The sub-sector makes a significant contribution towards income generation and economic stability for 3,124 farming families, of which 73.2% are small scale registered ranchers. In the last 40 years the national herd has almost doubled from 44,698 to 97,000 heads, and it is foreseen that the contribution of livestock to the agricultural GDP in Belize will continue increasing from its current 18%, not only because of the growth of Belize's tourism sector, that demands high quality beef products, but also due to the growth in demand of domestic and external markets, mainly Guatemala and Mexico, which is key to the country's strategy of diversification of products and exports markets, as well as trade integration with Central America.

Despite the growth of the national herd, the area in pastures has remained at around 56,000 hectares for the last 20 years, however as those are mainly under low input management (i.e., limited fertilization if any, scarce supplementation of feeds and limited use of dry season feeding strategies), it is foreseen that pasture degradation problems will become more serious with time, compromising the sustainability of the livestock production systems and the preservation of forest lands, because farmers will tend to clear new areas for establishing pastures to maintain their growing herds.

Any efforts for the sustainable intensification of livestock production in Belize must consider the challenges that climate change poses on the systems, particularly during the dry season. Hence, there is an urgent need for promoting climate-smart livestock technologies, such as the use of water-stress tolerant grasses and legumes, the inclusion of woody perennials as fodder sources and shade providers, the use of secondary forest for grazing/browsing in the dry season, the promotion of forage conservation strategies, strategic supplementation using local feed resources, and water harvesting technologies, among others; otherwise, the economy of the livestock sub-sector will be under serious risk due to losses associated to climatic events. All those should be part of project efforts to enhance the capabilities of technical staff and farmers to cope with such kind of production constraints, as well as enhancing farmers access to financial products tailored to the conditions of the livestock sector, that will help to invest in the proposed innovations.

In order to reduce the vulnerability to climate change of small and medium size cattle farmers in Belize, BLPA negotiated a project with the Inter-American Development Bank Multilateral Investment Fund, and given CATIE´s extensive knowledge and expertise in sustainable livestock management in the region —including the work on multi-functional silvopastoral management, low-emission livestock development strategies and biodiversity conservation—, CATIE has been identified as a key partner for supporting the execution of the climate resilient farm improvement plans, enhanced extension support and training of technical staff.

CATIE has had an active role working with the livestock sector in Belize since 2000. Some of the topics relevant to this project covered by CATIE in Belize are the evaluation the potential of silvopastoral innovations for improving the productivity and economic performance of livestock systems, the potential for timber production in livestock farms, the role of institutions and farmers groups to implement agro-environmental R4D projects, strategies for climate change adaptation in livestock farms; as well as on strengthening agricultural and livestock extension systems through staff training. Also, CATIE has accompanied BLPA since the initial discussions for the formulation of the project.

2. Objective

2.1. Expected Outputs of CATIE´s Participation

CATIE as a partner institution of the BLPA led project will be required to perform and deliver the following outputs:

a. To conduct comprehensive farm audits in the 10 model farms identified by BLPA in Belize, Cayo and Orange Walk Districts to generate the baseline dataset on those farms.
b. To develop tailored climate resilient farm improvement plans for the 10 model farms taking into consideration resources available, constraints, opportunities and the goals of each farmer.
c. To design the Monitoring and Evaluation System that will serve for an in-depth analysis of the project impacts in terms of productivity, economic and financial performance, reductions in GHG emissions and gender.
d. To follow up on the application of the M&E System in model farms.
e. To build the capacity of 12 livestock extension service providers (6 within BLPA and 6 within the Ministry of Agriculture or other institutions as identified by BLPA) on climate-smart silvopastoral interventions, farm improvement methodologies and business planning. For this purpose, CATIE will develop a curriculum, conduct learning sessions and produce some training supporting materials.
f. To prepare a study on climate smart livestock intensification and public private cooperation, based on project experiences.
g. To produce a report on best practices and lessons learned throughout the project life.

Outputs (a), (b), (c) and (d) are under Component I; (e) under Component II, and (f) and (g) under Component IV.

2.2 *Description of Services*

a. Preparation of comprehensive farm audits in 10 model farms.
    i. Review of data available in BLPA data basis as well as secondary information on livestock systems in the three target districts.

ii. Design of a data collection instrument for the in-depth characterization of each of the selected model farms.
iii. Farm visits for data collection, followed by the analysis of constraints and opportunities for introducing silvopastoral innovations.

b. Design of tailored climate resilient farm improvement plans for 10 model farms
   i. Identification of potential innovations to be implemented in each model farm considering the results obtained in (1.iii), along with farmers goals and perceptions.
   ii. Lead the implementation of innovations with the active participation of farmers, their workers, and extension staff from BLPA and the Ministry of Agriculture.
c. Design and Implementation of the Project Monitoring and Evaluation (M&E) System
   i. Prepare the sampling methodology and tools to be used for assessing project impacts in terms of productivity, economic and financial performance, reductions in GHG emissions and gender.
   ii. Lead the training of enumerators (BLPA and Ministry of Agriculture extension staff) responsible for applying the proposed M&E tools.
   iii. Guidance on the implementation of innovations, supervision of data collection, and run analysis of M&E indicators.
d. Training of livestock extension service providers
   i. Design of a training program on silvopastoral and farm improvement innovations, as well as farm planning, based on the results of activities 1.iii and 2.i.
   ii. Implementation of the training program developed under 4.i. Preferably, through a short course offered no later than 6 months after the project starts, and complemented with on-the-job training while establishing the innovations on participating model farms.
   iii. Preparation of materials to support on-the-job training efforts, which could eventually be used by participating farmers and others.
e. Study on climate-smart livestock intensification and public private cooperation
   i. Analysis of project experiences applying climate-smart silvopastoral innovations for the intensification of livestock systems, involving the private sector (BLPA, farmers and LICU) and government institutions.
   ii. To contrast those experiences with the ones developed and applied in other countries in the region.
   iii. Drawing recommendations for future projects or for scaling-up project results.
g. Report on best practices and lessons learned
   i. Analysis of data collected through the M&E system, including the model farms and the 150 farms receiving technical assistance from BLPA and/or extension staff from the Ministry of Agriculture.
   ii. General assessment of lessons learned, identifying innovations that worked and the ones that did not, followed by discussion of the whys.
   iii. Presentation of main findings in a final workshop to be organized by BLPA.

2.3 Workplan and Timeframe (with Milestones)

The Letter of Agreement will start on the day of signature and will last for 30 months.

Milestones

Deliverable	***Expected Date[1]***

[1] Months after effective CATIE´s involvement in the project which will be dependent on transfer of funds

1. Comprehensive farm audits in 10 model farms	2
2. Farm improvement plans for 10 model farms	3
3. A proposed methodology for Monitoring and Evaluating (M&E) the Project	6
4. Reports including parameters and criteria used for M&E	15, 24 and 28
5. A curricula and training plan on silvopastoral and farm improvement innovations, as well as on farm planning, offered to participating BLPA and Ministry of Agriculture extension workers	4
6. Standard Operating Procedures (manuals and protocols) for the Outreach and Capacity Upgrading Component	12
7. Extension staff trained based on the program described under (5)	18
8. Study on climate-smart livestock intensification and public private cooperation	28
9. Report on best practices and lessons learned through the project	30

2.4 Monitoring and Reporting Requirements

The Tropical Agriculture Research and Higher Education Center ("CATIE") shall submit to Ms. Elba I. Cruz, General Manager, BLPA; the Work Plan 30 days after signing the contract, interim narrative reports every 12 months, and a final narrative report 30 month after the signature of the contract.

3. Detailed Budget

"BLPA" will assign the payment of a total of US$ 125,000 to the Service Provider "CATIE", to be allocated to the different activities.

4. Responsible Officer

The Responsible Officer named in the Agreement has been designated by the Budget Holder to manage and monitor the proper implementation of the Agreement on behalf of BLPA and to certify to the Budget holder that the terms of the Agreement have been satisfactorily met, therefore corresponding payments shall be made.

5. Reimbursements

Any overpayments that may have been made or excess funds which remain after completion of the services will be reimbursed to BLPA by the Service Provider.

LETTER OF AGREEMENT

Between

Belize Livestock Producers Association ("BLPA")

and

The Tropical Agriculture Research and Higher Education Center ("CATIE")

For Provision of Technical Support on the Project Entitled

"Developing a Climate-Smart and Green Cattle Sector in Belize through Technology Innovations and Strengthening Local Institutions"

1. Introduction

The Belize Livestock Producers Association (hereinafter referred to as "BLPA") and The Tropical Agriculture Research and Higher Education Center ("CATIE") (hereinafter referred to as the "Service Provider") (together hereinafter referred to as the "Parties") have agreed that the Service Provider will provide certain technical assistance services defined in **detail** in the attached Annex (the "Services") which forms an integral part of this Letter of Agreement (hereinafter the "agreement") in support for the technical operation and capacity building required for achieving the goals of the project. To enable the Service Provider to provide the Services, BLPA will pay the Service Provider a total amount not exceeding USD 125,000 (one hundred twenty-five thousand US Dollars) which represents BLPA's maximum financial liability, into the Service Provider's account specified in paragraph 2 below.

termination of the conciliation proceedings. All dispute resolution proceedings shall be conducted in English, the language in which the agreement is drafted.

11. Amendments

Any changes or amendments to this Agreement shall be made in writing and on the basis of mutual consent of the signatories to this Agreement.

Signed on behalf of the Belizean Animal Production Association ("BLPA")

Signature: _____

Date: 15. AUG. 2018

Ms. Elba I. Cruz, General Manager, BLPA, Belmopan, Belize

Signed on behalf of the Tropical Agriculture Research and Higher Education Center ("CATIE")

Signature: _____

Date: 15/08/2018

Mr. Muhammad Akbar Ibrahim, Director General, CATIE, Turrialba, Costa Rica

3. PROPUESTA III. Asesoría del CATIE al INIA de Perú

Antecedentes

- El Perú tiene una población de 32 millones de personas y una superficie de 1.285 M Km2 distribuidas en tres regiones naturales: la Costa representa el 10 % del territorio y concentra más del 52.6 % de la población, la Sierra representa casi el 30 % del territorio y alberga al 38 % de la población y la Selva representa casi el 60 % del territorio y está habitada por el 9.4 % de la población.
- En el Perú la agricultura aporta poco más de 6% del PBI, y de este un 39.9% proviene de la ganadería. Actualmente, el 14.7% del área está bajo pasturas, mientras que hace 30 años era del 11.8%. Las áreas bajo pastizales altoandinos son la mayoría (ca. 18 millones de hectáreas), mientras que las áreas en pastos cultivados son bastante menores, aunque se han venido incrementando especialmente en los últimos dos años, y se espera siga esa tendencia, como una forma de promover la intensificación.
- La agricultura en los últimos años ha evolucionado de manera notable a partir de la gran demanda en los mercados internacionales (café, cacao, espárragos, mango, banano orgánico, uvas, arándanos, paltas, quinua y otros), las grandes inversiones realizadas por el Estado en proyectos de irrigación en la Costa, la firma de tratados de libre comercio, la pujante inversión privada en agroindustrias, la cercanía a puertos y el desarrollo de infraestructura para la exportación.
- La agricultura familiar representa más del 80% de las fincas, son claves para la seguridad alimentaria y contribuyen con un 60 % del valor de las agroexportaciones.
- El café es el principal producto de exportación agraria y está considerado como el principal producto alternativo a los cultivos ilícitos como la coca. Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), el Perú es el segundo exportador de café orgánico y figura entre los 10

principales países productores y exportadores de cafés especiales junto a México, Brasil, Honduras, Guatemala, Costa Rica y otros.

- El café se produce en unas 400,000 ha a nivel nacional y las principales regiones productoras son Junín, Pasco, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Puno y Cusco.
- El mayor destino de las exportaciones de café peruano es la Unión Europa, seguida por los EEUU. El sector cafetalero tiene una importancia fundamental en el ámbito social y económico ya que sostiene a unas 227 mil familias de agricultores y genera, anualmente, más de 54 millones de jornales directos y 5 millones de jornales indirectos en la cadena de valor. Por esta importancia fundamental, el café es considerado 'Producto Bandera' del Perú.
- Para fortalecer el sector cafetalero, el MINAGRI aprobó en 2016 La "Estrategia de Mediano Plazo para el Desarrollo del sector Cafetalero 2016-2018" con intervenciones en la investigación y asistencia técnica, la sanidad, la comercialización, el financiamiento, y la planificación institucional.
- Los retos para la caficultura incluyen el aumento de la productividad de los sistemas de producción y el aumento de su resistencia a enfermedades y plagas como la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) que ha afectado fuertemente a más de 80.000 hectáreas en el Perú. Una de las acciones centrales es la renovación de cafetales que ya se ha logrado en más de 40,000 hectáreas.
- Otros retos se derivan de los precios relativamente bajos de café lo cual obliga a apuntar fuertemente hacia la producción y el mercadeo exitoso de cafés especiales, incluyendo la producción de café orgánico en más de 50,000 hectáreas.
- Para contribuir a la economía familiar de los productores, aumentar la resiliencia de los sistemas a los eventos extremos debido al cambio climático, y para poder cumplir con las exigencias de muchos de los cafés especiales es importante desarrollar sistemas agroforestales donde el café es producido en armonía con árboles y otros cultivos. La diversificación productiva y funcional es una herramienta importante para lograr una mayor sostenibilidad del sector cafetalero en frente de los retos biofísicos y económicos.
- Existen unas 2.3 millones de unidades agropecuarias, de las cuales crían al menos una especie ganadera 1.8 millones (casi 80%). El 68% se encuentra en la Sierra, 19% en la Selva y 13% en la Costa (CENAGRO, 2012).
- El Plan Nacional de Desarrollo Ganadero (PNDG) 2017 - 2027 ha propuesto el mejoramiento sostenible de la productividad del sector mediante el uso racional de los recursos naturales, de manera que se incremente la resiliencia frente a los eventos climáticos extremos cada vez más frecuentes.
- El país contribuye con el 0.3 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mundial. 63 % de las emisiones provienen del sector agropecuario. Se estima que la ganadería contribuye con un 40 % de las emisiones agropecuarias (35.5 % por fermentación entérica y un 5.3 % por el estiércol).
- Perú se ha comprometido con una reducción del 30% de emisiones de GEI al 2030.
- El Plan Nacional de Ganadería y las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional priorizan el establecimiento de pasturas mejoradas y sistemas silvopastoriles en el trópico. La baja productividad de la ganadería basada en pastoreo es en buena medida producto de la degradación de pasturas nativas e introducidas, la aplicación de prácticas inadecuadas para el manejo de las pasturas y animales, lo cual no permite que animales mejorados expresen su potencial productivo. Esto en muchos casos va a acompañado de limitaciones en el potencial genético de los animales.
- El incremento de la temperatura y de la intensidad de lluvias, acompañado del acortamiento del largo del período de lluvias, así como la variabilidad interanual está afectando negativamente y en forma directa el bienestar y la productividad animal, sino también en forma indirecta a través de la reducción en la producción, calidad nutritiva y persistencia de las pasturas, exacerbando los

problemas de pérdida de fertilidad e incremento en la erosión de suelos, así como aumentando los problemas de plagas y enfermedades en animales y pasturas.

- El cacao es el segundo cultivo en importancia en el país. Se estima que existen más de 120,000 ha. cultivadas y que es una alternativa para el cultivo de la coca. Los principales departamentos productores son San Martín, Junín y Ucayali.
- El Perú exporta más de 240 millones de dólares en cacao. Los principales mercados son la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá. Perú ocupa el 9° lugar entre los principales países productores de cacao y el 3er lugar entre los principales países productores y exportadores de cacao fino.
- Un estudio del MINAGRI (2016) ha resaltado algunas de las necesidades y desafíos en el sector cacaotero: desarrollar variedades finas o de aroma de alto rendimiento y con tolerancia a plagas y enfermedades; incrementar la producción de variedades de cacao certificado de alta calidad; implementar programas de renovación, rehabilitación y ampliación de plantaciones; capacitar a productores para el control de la moniliasis y otras plagas para disminuir la pérdida de cosechas y para mejorar la competitividad del cultivo, e invertir en programas de investigación y transferencia de tecnología para mejorar la calidad en la producción.
- El Perú se encuentra entre los 8 países de ALC que menos invierten fondos públicos en investigación y desarrollo agropecuario (menos del 0.4 % del PIB Agropecuario, ASTI-BID 2016).
- Desde el 2015 el INIA viene implementando el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) con una importante inversión del gobierno nacional y apoyado por préstamos del BID y del Banco Mundial, para fortalecer la innovación agraria en el Perú y el rol del INIA como ente rector del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA).
- El CATIE es un organismo internacional dedicado a la investigación, enseñanza superior y apoyo a programas de innovación agraria en temas que son también prioritarios para el Perú (café, cacao, ganadería tropical y sistemas silvopastoriles, gestión de cuencas, agroforestería, cadenas de valor, entre otros).
- El CATIE a través de los años ha contribuido con la investigación y desarrollo de capacidades en el Perú: 180 graduados (38 mujeres) y 450 participantes en cursos internacionales.
- El CATIE tiene más de 70 años de experiencia en la investigación y desarrollo de la ganadería, café y cacao contribuyendo al desarrollo de estos sectores en América Tropical. Mantiene la mayor colección de germoplasma de café y cacao de la región, la cual ha sido utilizada exitosamente en programas de mejoramiento genético para desarrollar variedades más productivas y resistentes a enfermedades.
- El CATIE viene implementando la Plataforma de Intensificación Sostenible de la Ganadería en ALC con el apoyo de FONTAGRO, el gobierno de Nueva Zelanda y el FMAM. Esta tiene como objetivo colaborar con los esfuerzos de los miembros en la intensificación sostenible de la ganadería a través del establecimiento de una agenda regional de investigación, fomentar el intercambio de conocimientos y desarrollar propuestas de colaboración a ser financiadas por otros socios. Varias instituciones peruanas han venido participando de actividades relacionadas con la agenda de la plataforma y han expresado un interés particular en fortalecer sus trabajos en el desarrollo de sistemas silvopastoriles como una de las estrategias claves para la intensificación sostenible de la ganadería en el trópico.
- Recientemente más de 30 pasantes del SNIA, 17 de ellos del INIA recibieron capacitación en temas como café, cacao, ganadería, investigación e innovación y cadenas de valor.
- En reuniones entre el representante del CATIE en el Perú y el Jefe del INIA se ha conversado sobre la posibilidad de expandir esta cooperación, a través de una consultoría institucional que permita fortalecer la innovación agraria en el Perú y las capacidades del personal del INIA en particular y del SNIA en general. Esta actividad daría continuidad a las pasantías para fortalecer

capacidades y vínculos para la investigación participativa y de punta que proporcione soluciones a problemas prioritarios de la pequeña agricultura en el Perú.

- A través de esta consultoría se podrían implementar estrategias, tecnologías y conocimientos desarrollados y validados en otros países en los que ha venido colaborando el CATIE, incluyendo las que se vienen desarrollando en la Plataforma de Intensificación Sostenible de la Ganadería, como parte de las actividades de gestión del conocimiento.

A. Objetivos

- Fortalecer la capacidad de profesionales del INIA y del SNIA para la investigación e innovación en temas como café, cacao, ganadería tropical y sistemas silvopastoriles.
- Colaborar en temas de investigación e innovación para el mejoramiento de la pequeña agricultura especialmente en los temas arriba mencionados.

B. Estrategia

- Visitas de expertos del CATIE por periodos de 10 a 14 días de dos a tres veces al año para apoyar en la planificación y evaluación de investigaciones participativas y de punta en las áreas de influencia de las estaciones experimentales de El Porvenir (Tarapoto), Pucallpa (Ucayali) y Pichanaki (Chanchamayo), así como en la sede central de La Molina y otras en caso de ser necesario.
- En la primera visita se evaluará con directivos y técnicos del INIA y SNIA la problemática que enfrentan los pequeños productores en ganadería, cacao y café, así como las necesidades de capacitación. Se harán recorridos por las zonas de influencia y se organizarán talleres participativos y charlas sobre la problemática, posibles soluciones y enfoques de investigación e innovación de la pequeña y mediana agricultura.
- Dictado de charlas, talleres y cursillos modulares a profesionales del INIA y del SNIA durante las visitas. En el caso de ganadería, INIA y DGGA-MINAGRI han manifestado interés en: Rehabilitación de Pasturas Degradadas y Manejo del Pastoreo; Sistemas Silvopastoriles y Ganadería Baja en Emisiones (para el diseño de un NAMA ganadero). En el caso de cacao se ha expresado interés en una capacitación teórico-práctica en temas de mejoramiento genético, polinización asistida, postcosecha, procesamiento, calidad y catación, entre otros.
- El contenido de los talleres y charlas propuestas en el caso de ganadería tropical y sistemas silvopastoriles se adjunta en el Anexo I. En el caso de cacao y café, se adjuntan en los Anexos II y III. Las propuestas de capacitación se ajustarán como resultado de las visitas y las conversaciones con el INIA. El listado de los expertos del CATIE involucrados en la asesoría y una breve reseña de sus experiencias, se adjuntan en el Anexo IV.
- Realización de experimentos y estudios colaborativos. En el caso de ganadería y sistemas silvopastoriles estos estarían también apoyados por la plataforma regional para la intensificación sostenible de ganadería en ALC.
- Acompañamiento virtual a los procesos- ayuda en línea y monitoreo y evaluación.

C. Productos esperados

- Producto No. 1. Una agenda consensuada de colaboración entre INIA y CATIE para impulsar la investigación e innovación en ganadería, café y cacao.
- Producto No. 2. Protocolos y ensayos diseñados e implementados para incrementar la productividad en ganadería, café y cacao en tres regiones del Perú.

- Producto No. 3. Al menos tres cursos cortos y nueve charlas diseñados y brindados a funcionarios del PNIA y SNIA en temas relacionados con la innovación de las cadenas de ganadería tropical, café y cacao.
- Producto No. 4. Tres juegos de materiales didácticos preparados y distribuidos para la conducción de lo cursos y material de apoyo para las charlas.
- Producto No. 5. Un sistema de monitoreo y evaluación para las capacitaciones, que incluya la evaluación previa, un informe de progreso y la evaluación al término de la cooperación.
- Producto No. 6. Al menos 60 funcionarios del INIA y del SNIA capacitados en la problemática de la ganadería, café y cacao en sus áreas de influencia y en nuevos enfoques y conocimientos para solucionarlos.
- Producto No.7. Al menos 450 funcionarios, técnicos y productores informados sobre los avances tecnológicos en las cadenas ganaderas, de café y de cacao.
- Producto No. 8. Informe Final.

D. Mecanismo de financiación

La consultoría será financiada a través de la carta de Entendimiento firmada entre el PNIA e IICA para facilitar la contratación de consultorías de expertos de nivel internacional y que es financiada por el proyecto firmado entre el gobierno de Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo. Se establecerá un contrato entre el IICA y el CATIE para la implementación de la consultoría.

E. Presupuesto:

Para el desarrollo de la propuesta se estima un monto de USD 233,200

F. Cronograma

Se propone hacerlo entre Junio del 2019 y Setiembre del 2020, con posibilidades de renovación de acuerdo con una evaluación y disponibilidad de financiamiento.

Producto	Trimestre					
	I	II	III	IV	V	VI
P 1	X					
P 2		X				
P 3	X		X		X	
P 4	X		X		X	
P 5	X		X		X	
P 6	X	X	X	X	X	X
P 7	X	X	X	X	X	X
P 8						X

Anexo I. Propuesta tentativa del contenido de charlas, talleres y cursillos en ganadería tropical y sistemas silvopastoriles

Módulo 1. Investigación e innovación agropecuaria: énfasis en ganadería

Conceptos y métodos. Enfoque de sistemas. Investigación e innovación participativa. Desafíos y oportunidades para la ganadería en el trópico. El estado y tendencias de la actividad ganadera en distintas escalas. La ganadería y el uso de los suelos. Importancia en la nutrición humana de los productos de origen animal. Aumento en la demanda de los productos de origen animal. Impacto de las pasturas degradadas en la competitividad, en el ambiente, en el clima y en la salud pública. Ganadería tradicional y su impacto en la degradación de los recursos naturales y emisiones de gases de efecto invernadero. Crecimiento en la educación y conciencia de los mercados por productos con mejor gestión ambiental y de clima (menores emisiones de GEI).

Módulo 2. Rehabilitación de pasturas degradadas e intensificación sostenible de la ganadería

Sistemas pastoriles, silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para el desarrollo de ganadería sostenible. Diversidad de especies forrajeras (gramíneas y leguminosas) para mejorar la gestión financiera, ambiental y del clima del sector ganadero. Manejo racional de pasturas para mejorar la competitividad, conservación de los recursos naturales y la gestión del clima del sector ganadero. Aporte de los sistemas silvopastoriles y otras buenas prácticas ganaderas en la conservación de la biodiversidad, generación de servicios ecosistémicos, adaptación y mitigación al cambio climático. Contribución de los sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas en la intensificación sostenible de los sistemas de producción. Contribuciones de la ganadería sostenible en la conservación de la biodiversidad. La biodiversidad como base para la mejorar ingresos, seguridad alimentaria y nutricional, generación de servicios ecosistémicos y acciones climáticas. Aporte de la diversidad de la cobertura arbórea (de bosques y potreros) en la conservación de la biodiversidad (flora y fauna) tanto dentro como fuera de la finca. La biodiversidad faunística como controlador biológico de plagas y enfermedades (vectores) en ganado y cultivos dentro como fuera de la finca (territorio).

Módulo 3. Impacto de los proyectos de investigación e innovación ganadera

Ejemplos de experiencias identificadas por la Plataforma de Intensificación Sostenible de la Ganadería en ALC. Políticas e incentivos para la adopción de prácticas mejoradas. Las cadenas de valor y el rol del sector privado. Contribuciones de la ganadería sostenible en la generación de servicios ecosistémicos. La cobertura arbórea y vegetal y su relación en el mejoramiento de nutrientes del suelo, reducción de erosión y producción de agua. Aportes en la diversidad de productos de origen animal y de la cobertura arbórea (maderables y no maderables). Aporte de la cobertura arbórea en los ingresos de las fincas. Aporte de la ganadería sostenible en la adaptación y mitigación al cambio climático del sector ganadero. Resiliencia climática de las fincas ganaderas basadas en sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas. Diseños de fincas con mejor balance de carbono.

Metodologías para evaluar el carbono en la finca y las emisiones de gases de efecto invernadero. Análisis de ciclo de vida. Mecanismos financieros y no financieros para el desarrollo de ganadería sostenible. Pago por servicios ambientales para promover ganadería sostenible, estudios de casos de países y proyectos. Los créditos verdes otra opción con potencial para impulsar ganadería sostenible. Programas de capacitación participativa (escuelas de campo), apoyo con agro insumos y otras condiciones que faciliten la implementación de sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas. Diseño o modificación de políticas para promover ganadería sostenible (ejemplos de estrategias nacionales de ganadería sostenible, agendas de investigación mecanismos financieros y otras condiciones habilitadoras). Cadenas de valor inclusivas para promover la organización de productores, vinculación a mercados y mayores beneficios para todos. Cómo funcionan los segmentos y actores de las cadenas productivas. Los beneficios de los distintos eslabones de la cadena de producción tradicionales. Cadenas de valor inclusivas y con equidad para una mejor distribución de los beneficios y con impacto en la calidad – precio de los productos para los consumidores nacionales e internacionales. Cadenas de valor como herramienta para impulsar ganadería sostenible resiliente y con bajas emisiones de carbono.

Módulo 4. Manejo y conservación de la Biodiversidad en la investigación e innovación ganadera

Esta línea de investigación-desarrollo se enfoca en el diseño y la aplicación de metodologías y herramientas que permitan la caracterización y cuantificación de la biodiversidad (espontánea o planificada) presente en paisajes productivos. La caracterización y cuantificación de la diversidad biológica, por medio de la aplicación de enfoques taxonómicos y funcionales, permite explorar los efectos de la producción ganadera sobre las funciones y procesos ecosistémicos y viceversa. Este conocimiento científico generado a través de la investigación aplicada, conjuntamente con el conocimiento local, ayuda al manejo, conservación y utilización de la biodiversidad, a la rehabilitación de áreas degradadas, la intensificación productiva en áreas más óptimas y la liberación de áreas críticas. Todo ello debe contribuir a mejorar el bienestar de las familias ganaderas, y a sostener y mejorar la provisión de servicios ecosistémicos (por ejemplo, servicios de regulación tales como el ciclaje de nutrientes) y a la evaluación de los impactos de las opciones silvopastoriles y otras buenas prácticas ganaderas sobre la restauración de la conectividad en fincas y paisajes dominados por la ganadería.

Módulo 5. Ganadería y cambio climático. Flujos de Carbono – emisiones de gases efectos invernadero-

En los países miembros del CATIE existe necesidad de conocer sobre la vulnerabilidad espacial y temporal del sector ganadero al cambio climático y sus impactos sobre los medios de vida de las familias y los servicios ecosistémicos frente al cambio climático. También, hay necesidad de desarrollar metodologías participativas para la priorización de tecnologías y buenas prácticas en el contexto del cambio climático y cuáles de estas cumplen funciones de adaptación y mitigación (sinergias). Dichos insumos son necesarios para el diseño de los planes de adaptación que brinden una mayor resiliencia del sector ganadero ante el riesgo climático (e.g., sequía prolongada, exceso de lluvias, incremento de temperatura) y le permita revertir los impactos de eventos extremos.

Con respecto a la mitigación, el Sub-Programa GAMMA se enfoca en la evaluación de los flujos de gases de efecto invernadero (GEI; CO_2, NH_3, N_2O y CH_4) a varias escalas espaciales, desde los componentes del agroecosistema (suelo, planta, animales), la finca (incluyendo parcelas, maquinarias, consumo de energía), y el paisaje o región. Se evalúan las variaciones en el tiempo de los stocks de carbono en los agroecosistemas, los flujos instantáneos o integrados en el tiempo (año, época), mediante mediciones directas en campo para generación de factores locales de emisión o el uso de métodos indirectos validados para el escalamiento a nivel regional (inventarios nacionales de

GEI). Actualmente se trabaja en adaptar a las condiciones tropicales metodologías para el balance de carbono y análisis del ciclo de vida como herramientas para medir la eficiencia económica y ambiental de los sistemas ganaderos. Esto permitirá identificar tipos de fincas ganaderas, en las distintas regiones y sistemas productivos, que presentan sinergias entre indicadores de eficiencia económica y ambiental, los cuales deben servir para el desarrollo de índices integrados proxy basados en el uso de información propia de las fincas, que eventualmente pueden ser incorporados en aplicaciones para dispositivos móviles.

Anexo II. Propuesta tentativa de investigaciones y capacitación sobre diseño-manejo integrado de sistemas agroforestales de cacao

El CATIE propone incrementar los conocimientos y habilidades de profesionales del INIA y SINIA para fortalecer la investigación, innovación y generación de conocimiento en temas/líneas prioritarios del sector cacao, entre ellos: 1) Agronomía y manejo agroforestal del sistema, en especial, balance de nutrientes y regímenes de fertilización con efectos positivos en rendimientos, efecto de tipos de sombra e intensidad de manejo sobre la productividad, caracterización de las tipologías de sombra para el rediseño de doseles basados en las necesidades del cultivo y objetivos del productor/familia, medición de los beneficios del componente arbóreo a la finca, costo-beneficio y técnicas de regímenes de podas; 2) Estrategias para el manejo y control de enfermedades y plagas en cacao bajo diferentes tipos de sombra y manejo, 3) Estrategias y técnicas para la evaluación de daños por plagas, en especial, mazorquero del cacao, que ha sido avistado como potencial agente de daño en zonas antes no afectadas por la plaga reduciendo los rendimientos y productividad general del cultivo; 4) Cambio climático y cacao: diseño de sistemas resilientes, basado en la evidencia de literatura científica y/o evaluación de efecto de condiciones cambiantes de clima sobre el desempeño agronómico-agroforestal de los cacaotales.

La propuesta de los expertos del CATIE es hacer investigación para responder preguntas como: ¿Cómo es el balance de nutrientes en el suelo bajo diferentes tipos de sombra y tipos de manejo? ¿Cómo influye la estructura de los doseles de sombra y el manejo sobre la incidencia y pérdidas de cosecha causadas por plagas y enfermedades? ¿Cuáles son los paquetes tecnológicos (conjuntos de prácticas agronómicas-agroforestales) más adecuados para un manejo integrado de los cacaotales (sombra, calidad de suelos, plagas y enfermedades) en las principales zonas cacaoteras del Perú? Los resultados de investigaciones dedicadas a responder a estas preguntas tendrán implicaciones prácticas para innovar y orientar las estrategias del sector cacao hacia altos rendimientos de cacao y provisión de otros servicios ecosistémicos (mejor calidad de suelos, regulación de plagas y enfermedades, captura de carbono y otros).

Este proceso será acompañado de capacitaciones ajustadas a los temas prioritarios y a las necesidades de los investigadores del INIA. Con esto, se obtendrá un plan de acción que responda a una ruta de innovación que permita un manejo eficiente del cultivo y la sostenibilidad a largo plazo. Se establecerá un plan de seguimiento y evaluación de las actividades a proponer en las capacitaciones/ensayos que permitan la buena ejecución de las prácticas y ver en el tiempo los cambios positivos gracias al paquete de innovaciones propuestas. Se propone desarrollar un proceso de dos años mediante tres módulos. Los módulos 1 y 2 deberían desarrollarse en el primer año, y el módulo 3 desde finales del primer año y todo el segundo año.

Módulo 1. Determinación de las necesidades de capacitación de los investigadores del INIA y diseño de las investigaciones

En este primer módulo (primera visita) se desarrollarán talleres participativos con los investigadores del INIA para determinar el grado de conocimiento sobre temas agroforestales, balance de nutrientes y fertilización en cacaotales, epidemiología y manejo de enfermedades y plagas, posibles impactos del cambio climático sobre cacaotales en Perú, y elaboración de base de datos y análisis estadísticos. De acuerdo a los resultados se determinará el grado de profundidad que deberán llevar los temas de capacitación y prácticas que se estipulan en esta propuesta.

En este módulo también se hará un recorrido por las estaciones de Tarapoto y Pucallpa (y también otras estaciones que el INIA quiera involucrar), y por las fincas de cacao de esas regiones para conocer la estructura de los doseles de sombra y el manejo agronómico-agroforestal que emplean los productores de cacao. Este recorrido permitirá a los expertos del CATIE tener una mejor visualización

para proponer los diseños de investigación. La idea preliminar de los expertos del CATIE es tener parcelas de evaluación en los centros de investigación del INIA y redes de parcelas permanente de investigación instaladas en las mismas fincas de productores líderes de cacao. Esta idea sería ajustada participativamente con directores e investigadores del INIA.

Módulo 2. Capacitaciones a los investigadores del INIA y seguimiento a las fincas-parcelas de investigación

Este módulo requeriría dos visitas para cubrir todos los temas, la mitad de tiempo de la segunda visita y la mitad de la tercera visita. Se desarrollarían tres sub-módulos de capacitación que siempre combinan los fundamentos biofísicos y las prácticas de campo:

Sub-módulo 1. Agroforestería con cacao: alcance, relevancia y marco conceptual.

Conceptualización de agroforestería y su importancia en la provisión de servicios ecosistémicos e ingresos a poblaciones rurales. Sistemas agroforestales con cacao: tipologías cacaoteras. Cálculos dasométricos para determinación de densidades y distribución del componente arbóreo, y estimación de cobertura y simulación del movimiento de la sombra con software. Metodologías para el diagnóstico y diseño (o rediseño) de doseles de sombra. Toma de decisiones y metodologías para el análisis de interacciones biofísicas y análisis de trade-offs entre servicios para el manejo óptimo de sistemas agroforestales con cultivos perennes. Metodologías para medición de índices de biodiversidad en cacao. Estimación económica del aporte del componente agroforestal al bienestar de la familia.

Sub-módulo 2. Balance de nutrientes y fertilización en cacao.

Importancia del balance de nutrientes para una producción sostenible de cacao, que pueda sostener el crecimiento y producción de todos los componentes del sistema (cacao, frutas, madera, leña, otros.). Herramientas para determinar el balance de nutrientes en sistemas agroforestales. Cálculos de enmiendas y dosis de fertilizantes necesarios basados en el balance. Épocas y formas de aplicación de fertilizantes.

Sub-módulo 3. Prevención y control de plagas y enfermedades.

Biología de los principales agentes causales de pérdidas de producción (hongos e insectos): reconocimiento, ciclos de vida, medidas de control conocidas. Epidemiología de las principales enfermedades: desplazamiento de las enfermedades en tiempo y en espacio. Efecto de las variables climáticas sobre los ciclos de vida y su efecto final en el rendimiento. Estrategias de control para las principales plagas y enfermedades: metodologías empleadas en la actualidad y nuevas propuestas para los diferentes tipos de fincas (orgánicas y convencionales). Protectores y control químico, control cultural, control biológico y las diferentes combinaciones de estos tipos de control de acuerdo a la necesidad de los productores. Combinación de manejo de nutrición de suelos, sombra y controles mencionados dentro de un Manejo Integrado de Plagas. Evaluación inicial del impacto de las principales plagas y enfermedades de las zonas de estudio. Mediciones del daño provocado dentro de las fincas: reconocimiento de los agentes causales y de los síntomas externos e internos en los diferentes órganos afectados. Evaluación de la eficiencia de los métodos de control actualmente empleados en las fincas y propuesta de nuevas estrategias que optimicen estos protocolos, basados en las condiciones de cada zona.

Sub-módulo 4. Prevención y control de plagas y enfermedades.

Oportunidades para restauración y mitigación de cambio climático: el caso de sistemas agroforestales basados en cacao. Relevancia de convenios/acuerdos internacionales/nacionales para mitigación de cambio climático y reducción de la deforestación en la producción cacaotera. Ejemplos exitosos de promoción de SAF basado en cacao para la restauración de áreas degradadas y cumplimiento de metas nacionales de reducción de emisión de carbono. Estimación de la huella de carbono en la producción cacaotera. Importancia de los estándares de sostenibilidad (sellos, certificaciones) en la producción cacaotera y su rol en la conservación de bosques y biodiversidad. Modelación efecto del cambio climático en la producción cacaotera.

En la segunda visita se haría un seguimiento a las parcelas de investigación que los investigadores del INIA hayan establecido. Se capacitará también sobre mediciones de variables de interés y registro de datos en bases de datos digitales. Se tendrá un taller participativo para analizar ajustes en las investigaciones.

Módulo 3. Capacitaciones a los investigadores del INIA en el manejo de datos, y análisis e interpretación de resultados estadísticos

Este módulo se hará en la tercera visita en el primer año. Implicará talleres de dos o tres días. En los talleres se revisarán las bases de datos, se harán los análisis estadísticos necesarios y se harán ejercicios de interpretación de resultados. Se espera que los trabajos en estos talleres sirvan como uno de los principales insumos para los primeros reportes de las investigaciones.

Se espera que en el segundo año de esta iniciativa este módulo se siga repitiendo. Es decir, cada tres o cuatro meses en el segundo año los expertos del CATIE y del INIA se reúnen para dar seguimiento a las parcelas de investigación en campo y para desarrollar talleres de revisión de datos y análisis estadísticos. De esa manera, se tendría un buen seguimiento de la calidad de las investigaciones y se aseguraría que los investigadores del INIA ya pueden continuar con las investigaciones a largo plazo.

Anexo III. Propuesta tentativa de investigaciones y capacitación sobre diseño-manejo integrado de sistemas agroforestales de café

La propuesta de capacitación del CATIE apunta a un fortalecimiento holístico de todos los aspectos centrales para aumentar la sostenibilidad de la caficultura peruana. Para la capacitación se proponen los siguientes módulos temáticos:

Módulo 1. Consideraciones centrales para la sostenibilidad y priorización de necesidades

Este primer módulo de una duración total de 5 días de trabajo con los técnicos del INIA y otros participantes seleccionados permite entregar una base común de conocimiento actualizado para los técnicos del INIA. Durante los primeros 3 días, se establecería una base común sobre:

1. Los retos de la caficultura mundial y regional (incluyendo las dimensiones ambientales, agronómicas, económicas y sociales; precios; demanda; mercados; cambio climático; producción y productividades; costos de producción).
2. Experiencias exitosas y errores cometidos en diferentes partes del mundo ('lecciones aprendidas' para evitar errores del pasado).
3. Un análisis de diferentes iniciativas y sus éxitos y limitantes en el Perú y
4. Un análisis de las herramientas disponibles para enfrentar los retos para la caficultura peruana (incluyendo aspectos agronómicos, diseño de sistemas agroforestales multi-funcionales, acciones de adaptación y mitigación del cambio climático, valor agregado y otras acciones a lo largo de la cadena de valor, certificaciones, pago por servicios ambientales etc.).

Los temas a cubrir en estas sesiones introductorias incluyen a todos los aspectos centrales para la sostenibilidad cafetalera a largo plazo en las dimensiones agronómicas, ambientales, económicas y sociales. La modalidad de trabajo sería una mezcla de presentaciones interactivas, foros de discusión y trabajo en grupos.

Los días 4 y 5 de este módulo serian dirigidos a talleres participativos (trabajo en grupos) que permiten (a) identificar y priorizar las áreas más urgentes de apoyo especializado en las diferentes regiones cafetaleras del Perú y para diferentes grupos de productores según el producto final y (b) identificar los actores claves para cada región y producto final, revisar los insumos disponibles (proyectos, materiales didácticos relevantes etc.) y definir las prioridades específicas de entrenamiento técnico (necesidades de capacitación). Este trabajo sería la base para la conformación de los equipos de trabajo del CATIE y del INIA que elaborarán los ingredientes y materiales para la capacitación especializada en los módulos 2 y 3 del programa de apoyo técnico por parte del CATIE, dirigido a las necesidades específicas del sector cafetalero en cada región del Perú y a las necesidades de los diferentes actores según el producto final y el tipo de certificación.

Módulo 2. Entrenamiento especializado en los temas prioritarios por región

El segundo módulo tendría una duración de 2 a 4 días por región (dependiendo de la necesidad de realizar giras de campo para el reconocimiento de los retos locales) con un énfasis en los temas especializados que hayan sido priorizados como resultado del módulo 1. Los temas a cubrir podrían incluir los siguientes:

1. **Diseño de cafetales y sistemas agroforestales** para las necesidades locales y las exigencias de nichos de mercado.
2. **Manejo de sombra** y factores ambientales para desfavorecer el desarrollo de plagas y enfermedades.
3. **Adaptación al cambio climático y acciones de mitigación** en el sector cafetalero.
4. **Manejo agroecológico de plagas y enfermedades** (prácticas agroecológicas y uso de microorganismos e insectos benéficos; la importancia de la prevención; reproducción de insectos parasitoides y microorganismos entomopatógenos).
5. **Manejo de la fertilidad de los suelos y nutrición** de los cafetales (incluyendo aspectos de reciclaje de nutrientes, fijación biológica de nitrógeno, compostaje etc.).
6. Contraste de **variedades** y sus ventajas y limitantes para diferentes escenarios de producción (exigencias nutricionales, potencial productivo, calidad, tolerancia a roya y otras enfermedades, nematodos etc).
7. **Sostenibilidad económica y cadenas de valor y mercadeo** (¿Cómo generar valor agregado?).

8. **Diversificación productiva** de los cafetales de una región para mayor seguridad alimentaria y nutricional (considerando maderables, frutales, animales y otros cultivos).
9. **Diversificación funcional** de los cafetales de una región (considerando beneficios generados por la transición a prácticas agroecológicas a favor de la prevención de plagas y enfermedades, beneficios para la fauna, polinizadores, etc.).
10. **Intensificación agroecológica** (compartir y discutir opciones tecnológicas para la transición hacia una producción agroecológica, incluyendo: diversificación agrícola y funcional, reproducción y uso de bioinsumos microbiales para la fertilización y la prevención/control de plagas y enfermedades, insectos benéficos para biocontrol y polinización, agricultura urbana/periurbana, cosecha de agua, producción en ambientes protegidos, rotaciones y asociaciones de cultivos, supresividad de suelos, etc.).
11. **Beneficios ambientales y económicos** de la caficultura bajo sombra (beneficios ecosistémicos, pagos por servicios ambientales, integración con otros sistemas de uso de la tierra, etc.).
12. **Mecanismos de apoyo local/regional** (conformación de equipos de seguimiento entre actores públicos y privados).
13. **Diseño y seguimiento de parcelas experimentales** para comparar diferentes sistemas de producción.
14. **Articulación de acciones prioritarias para el desarrollo futuro de la caficultura** en cada región (insumos para la formulación de propuestas de proyectos en módulo 3).
15. Otros según las prioridades definidas en el módulo 1

Este listado de temas contempla los aspectos centrales para la sostenibilidad de la caficultura a largo plazo, pero puede ser incompleto para alguna región con necesidades especiales. El ejercicio de identificación de las prioridades específicas por región y grupo de productores al final del módulo 1 asegura que el programa de capacitación sea lo más alineado a las necesidades de cada grupo. La capacitación del módulo 2 genera un listado de temas prioritarios (ver el punto 13) para los cuales se requiere de apoyo estratégico para poder desarrollarlos. El módulo 3 provee herramientas para desarrollar los equipos y capacidades requeridas.

Módulo 3. Respaldo y acompañamiento técnico para la implementación de acciones

El tercer módulo de capacitación en café propone desarrollar acciones para fortalecer la capacidad de los técnicos del INIA y organizaciones públicas y privadas vinculadas al sector cafetalero en proponer, desarrollar y monitorear acciones prioritarias a nivel nacional o regional. Estas actividades pueden incluir lo siguiente:

1. **Revisión de posibilidades de apoyo financiero** para acciones a favor del sector cafetalero peruano (opciones de financiamiento multilateral y bilateral, p.e. apoyo para el desarrollo de proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático; NAMA).
2. **Redacción de proyectos** (diseño e implementación de proyectos; metodologías participativas de diagnóstico y planificación para diseñar y generar propuestas de proyectos de alto impacto. Además se comparten herramientas para la implementación efectiva de proyectos multi-actor a favor de la sostenibilidad cafetalera, la intensificación agroecológica y la seguridad alimentaria – nutricional bajo el impacto del cambio climático).
3. **Masificación de impacto** (metodologías didácticas como escuelas de campo; transferencia 'Campesino a Campesino' etc.).
4. **Monitoreo y seguimiento de parcelas experimentales de café** (protocolos, implementación y metodologías participativas; CIAL).

5. **Establecimiento de alianzas estratégicas** para fomentar el desarrollo de temas prioritarios para la caficultura peruana.

Como resultado del módulo 3, los beneficiarios de estas capacitaciones por parte del CATIE quedarían empoderados con información y herramientas claves para poder gestionar e implementar las acciones necesarias para enfrentar los retos articulados en la estrategia nacional del Perú para el sector cafetalero.

Las capacitaciones en los tres módulos de café serian desarrollados por un equipo multi-disciplinario de expertos del CATIE bajo el liderazgo de los Drs Reinhold Muschler y Rolando Cerda.

Anexo IV. Listado del Personal de CATIE encargados de la Asesoría

Coordinación general

Dr. Hugo Li Pun, Representante en Perú.

Ing. Zootecnista de la UNALM en Perú, MS y PhD de la Universidad de Wisconsin. Más de 35 años de experiencia internacional en la gerencia de organizaciones, programas y proyectos de investigación e innovación agropecuaria en América Latina, África y Asia. Ha ocupado cargos directivos en FONTAGRO en Washington DC, el CIP en Perú, el ILRI en Etiopía y el IDRC en Colombia, Uruguay y Canadá. También ha trabajado en IFC en Perú, IICA en Washington DC y CATIE en Panamá. Ha organizado redes de investigación y apoyado numerosos proyectos de investigación e innovación agropecuaria en sistemas de producción animal, sistemas mixtos, sistemas silvopastoriles, sistemas de cultivos, cadenas de valor y gestión de recursos naturales. Entre ellas la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIEPT) coordinada por el CIAT, la Red de investigación en Sistemas de Producción Animal (RISPAL) coordinada por el CATIE y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) coordinada por el CIP. Las redes y proyectos han beneficiado a decenas de miles de pequeños agricultores a través de la promoción de nuevas tecnologías y conocimientos, germoplasma mejorado, fortalecimiento de capacidades, y propuestas de políticas habilitantes. Es autor de numerosas publicaciones relacionadas con la investigación e innovación de la pequeña agricultura.

Ganadería

Dr. Danilo Pezo Quevedo, Consultor en Ganadería y Manejo del Medio Ambiente. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Ingeniero Zootecnista de la UNALM en Perú, MSc del CATIE y PhD en Forrajes y Nutrición Animal de la Universidad Estatal de Carolina del Norte (NCSU). Ha trabajado por más de 40 años como investigador, docente y administrador de la investigación en forrajes, sistemas silvopastoriles tropicales, así como en sistemas cultivos-animales en América Latina, el Sureste de Asia y África, y más recientemente en los temas de intensificación sostenible, adaptación al cambio climático y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas ganaderos. Es autor de 64 artículos en revistas indexadas, 84 resúmenes en congresos, 122 conferencias y capítulos en libros, 95 publicaciones misceláneas (i.e., boletines técnicos, informes de consultoría) y dos libros (Sistemas Silvopastoriles y Metodologías de investigación en Sistemas Mixtos).

MSc. Cristóbal Villanueva Investigador Unidad de Ganadería y Ambiente del CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Guatemalteco, Zootecnista de la Universidad de San Carlos de Guatemala, maestría en CATIE en Agroforestería Tropical enfocada en el área de sistemas silvopastoriles. Vinculado con el CATIE en el Grupo de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente desde el año 2002. Sus áreas de interés son diagnóstico / monitoreo biofísico, socioeconómico y ambiental de fincas ganaderas; productividad ganadera enfocada a rumiantes mayores y menores; interacciones entre pasto, animal y cobertura arbórea; sistemas silvopastoriles biodiversos; manejo integral del estiércol de explotaciones ganaderas; diseño de sistemas sostenibles de producción ganadera que integran acciones para la adaptación y mitigación al cambio climático; metodologías de capacitación participativa para incrementar la adopción de innovaciones en fincas. Ha publicado más de 40 trabajos (como autor y coautor) entre artículos técnicos, capítulos para libros y materiales para productores.

M.Sc. Gabriela Chaves, Investigadora. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Geógrafa de la Universidad Nacional de Costa Rica, con maestría den manejo y gestión de cuencas hidrográficas del CATIE y especialista en entornos virtuales de aprendizaje de Instituto

Latinoamericano de Desarrollo Profesional Docente. Ha trabajado para CATIE durante 8 años en temas como: manejo de cuencas, recurso hídrico, sistemas de información geográfica, análisis espacial, resiliencia, gestión de conocimiento. Ha coordinado la maestría profesional en manejo y gestión de cuencas en la modalidad virtual, así como diferentes coordinaciones técnicas de proyectos, fortalecimiento de capacidades, desarrollo de metodologías para el análisis espacial, entre otros. Posee experiencia en Centroamérica, Perú, República dominicana, México y Haití.

Dra. Alejandra Martínez-Salinas. Investigadora Unidad Ganadería y Ambiente del Programa Agricultura, Ganadería y Agroforestería (PRAGA) del CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Nicaragüense, Licenciada en Ecología y Desarrollo de la Universidad Centroamericana (UCA-Nicaragua), maestría en Manejo de Bosques Tropicales y Conservación de Biodiversidad (CATIE-CR) y doctorado en Recursos Naturales del Programa de Doctorado Conjunto entre la Universidad de Idaho (Estados Unidos) y CATIE (CR). Desarrolla sus investigaciones en el marco de la ecología aplicada, está ampliamente interesada en la conservación de la biodiversidad en paisajes dominados por los usos agrícolas y agropecuarios. La mayoría de su trabajo se enfoca en entender el valor de conservación de diferentes usos de suelo agrícolas y agropecuarios, con particular interés en el desarrollo y aplicación de métodos experimentales que permitan la medición y cuantificación de servicios ecosistémicos, así como el estudio de los *trade-offs* entre la conservación de la biodiversidad, la generación de servicios ecosistémicos y la producción de alimentos. Ha publicado más de 30 trabajos de investigación (como autor y coautor) entre artículos científicos, artículos técnicos, capítulos para libros y materiales para productores.

Cacao y café

Dr. Rolando Hermes Cerda Bustillos, Investigador-Profesor Cacao, Café, Agroforestería y Servicios Ecosistémicos. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Ingeniero Agrónomo (UMSA, Bolivia), con maestría en Agricultura Ecológica y Agroforestería (CATIE, Costa Rica), y doctorado en Ecología Funcional y Ciencias Agronómicas (SupAgro, Francia). Es especialista en sistemas agroforestales con cultivos perennes (huertos caseros, café, cacao). Cuenta con más de 15 años de experiencia en cacao. Ha trabajado en varios proyectos de investigación y desarrollo a nivel regional. Coordinó el desarrollo de escuelas de campo, con el objetivo de llegar a más de 10.000 familias rurales en Centroamérica. Desarrolló investigaciones sobre la evaluación de múltiples servicios ecosistémicos (aprovisionamiento, regulación de plagas y enfermedades, calidad del suelo, secuestro de carbono) para el diseño / manejo de sistemas agroforestales sostenibles. También asesoró estudios de determinación de huella de carbono y balance de carbono de la producción de cacao en Centroamérica. Coordinó estudios de identificación, evaluación, priorización y promoción de prácticas de agricultura climáticamente inteligente (producción, adaptación, mitigación) para huertos caseros, sistemas agroforestales, granos básicos y pasturas en dos territorios de Centroamérica. Cuenta con varias publicaciones científicas y publicaciones técnicas para técnicos y agricultores.

Dra. Mariela E. Leandro Muñoz. Investigadora en Cacao. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Es Ingeniera en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Llegó al CATIE en 2006 como pasante y comenzó su investigación en la moniliasis del cacao, específicamente en métodos de conservación de la diversidad genética del patógeno. De 2007 a 2009 estuvo a cargo del área de fitopatología del Programa de Mejoramiento Genético del Cacao del CATIE. En 2011, obtuvo su

M.Sc. en Agricultura Ecológica por el CATIE, estudiando la epidemiología de la moniliasis. Una vez que completó su programa de maestría se unió al programa de doctorado del CATIE en Agricultura Ecológica con la colaboración de la Universidad Estatal de Pensilvania y el patrocinio del CIRAD, Francia, culminando en el 2016. Durante sus estudios doctorales investigó la influencia de las variables climáticas y fenológicas sobre la incidencia de la moniliasis. Su investigación culminó con la construcción de un modelo de enfermedad con la información existente y la información generada por sus estudios con el fin de revelar momentos críticos donde se podrían recomendar métodos de control más eficientes. Actualmente es colaboradora de la Universidad Estatal de Pensilvania bajo el marco de un proyecto financiado por las National Science Foundation que estudia el sistema inmunológico del cacao. Además, apoya el área de fitopatología del Programa de Mejoramiento Genético del Cacao del CATIE.

Dr Reinhold G. Muschler. Investigador y profesor, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Es geo-ecólogo (Universidad de Bayreuth, Alemania) con M.Sc. y Ph.D. en agroforestería y sistemas agrícolas de la Universidad de Florida. Su trabajo se enfoca en el rediseño de agroecosistemas tropicales hacia mayor seguridad alimentaria y mayor resiliencia al cambio climático. Para reconciliar los objetivos de producción y protección, el Dr. Muschler fomenta el uso de principios agroecológicos en sistemas de producción climáticamente inteligentes así como en sistemas de producción orgánica, y promueve un uso más amplio de agrobiodiversidad en los sistemas agrícolas y los paisajes, incluyendo especies subutilizadas y variedades localmente adaptadas. Durante los últimos 20 años, en misiones para GIZ, Banco Mundial, FIDA, FAO, CATIE, IICA y otros, Reinhold ha trabajado en el manejo sostenible de sistemas agroforestales con café, incluyendo el manejo de sombra, la diversificación productiva y funcional, la reducción de la necesidad de insumos sintéticos, así como la producción para mercados especiales y sellos de certificación. Recientemente, ha apoyado al Proyecto NAMA-Café de Costa Rica diseñado para la mitigación del cambio climático. Ha publicado más de 50 artículos y libros científicos y técnicos, incluyendo manuales de capacitación para expertos, extensionistas, y productores (p.e. los Módulos de Enseñanza Agroforestal 'Árboles en Cafetales' y 'Funciones y Aplicaciones de Sistemas Agroforestales'). Desde el 2009, coordina la 'Cátedra Latinoamericana de Agroecología y Agrobiodiversidad' del CATIE. Actualmente fomenta la intensificación agroecológica al promover el intercambio de experiencias positivas sobre la producción orgánica y la prevención y el control biológico de plagas y enfermedades generadas en la agricultura urbana y periurbana de Cuba y otros países. Desde 2013, el ha coordinado un curso corto sobre agricultura urbana/periurbana en Cuba. También coordina un proyecto innovador sobre "Cosecha de agua" para pequeños productores orgánicos de hortalizas y frutas en Costa Rica y es el coordinador académico de la nueva maestría virtual sobre 'Intensificación Agroecológica y Seguridad Alimentaria – Nutricional' del CATIE.

COPIA DE LA CARTA DE ENTEDIMIENTO ENTRE EL CATIE E IICA PARA LA CAPACITACION DE FUNCIONARIOS DEL INIA-PERU

CARTA DE ENTENDIMIENTO ENTRE EL CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE) Y EL INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA) PARA LA CAPACITACION DE FUNCIONARIOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA DEL PERU (INIA)

Entre el Centro Agronómico Tropical de Investigación en adelante CATIE, representado por su Director General Dr. Muhammad Ibrahim y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, en adelante IICA, representado por su Representante Encargado en Perú Sr. Luis Pedro Cussianovich Rodríguez, se suscribe esta carta de entendimiento, sujeta a los considerandos y cláusulas siguientes:

CONSIDERANDO:

Que en el año 2011 el CATIE y el IICA, firmaron un Acuerdo General de Cooperación, el cual se encuentra vigente, cuyos objetivos incluyen establecer vínculos de cooperación en donde el Instituto podrá apoyar la operación de CATIE en sus países Miembros; según lo establece nuestra ley.

Que el CATIE fue seleccionado por el Programa Nacional de Innovación Agraria - PNIA para que un grupo de 20 funcionarios del INIA hagan una pasantía en el campus del CATIE con sede en Turrialba, Costa Rica.

EN FE DE LO ANTERIOR, los Representantes de las Partes, legalmente autorizados, firman la presente carta de entendimiento, en dos ejemplares de igual tenor y validez en Lima a los doce días del mes de noviembre de 2018.

Dr. Muhammad Ibrahim
Director General
Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza
CATIE

Sr. Luis Pedro Cussianovich Rodríguez
Representante Encargado en Perú
Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura
IICA

ADMINISTRACION - IICA - PERU - V°B° ADMINISTRADOR

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA CATIE Turrialba Costa Rica

4. PROPUESTA IV. Template of project concept note, the QIAO Plan Latin American and Caribbean Region-

General Information (max. 1/2 page)			
A.1. Project Title (max. 15 words)	***Livestock low in carbon emissions, a contribution to the sustainable development in Latin American and Caribbean Region through the South South Cooperation***		
A.2. Thematic areas for the project (single or multiple choice)	☐ Scaling-up of sustainable energy solutions ☐ Nature conservation with climate co-benefits ☒ Business and CSOs climate innovation for Sustainable Development ☐ Others, please indicate (_____)		
A.3. Indicative total project cost	Amount: USD __1,500,000_____	**A.4. Any co-financing**	Yes ☒ No ☐
A.5. Estimated project duration	☐ One year ☐ Two years ☒ Three years		

Project description (max. 1.5 page)

B.1. Context and Baseline (max. 1.5 page)

In Latin America and the Caribbean (LAC), the livestock sector is emerging as a major global provider of animal protein: it produces more than 29.2% of the world's beef and 24.5% of the poultry meat, and It is the main exporter of these products, as well as a large producer and exporter of pork and dairy products. The livestock sector contributes 46% of the Agricultural Gross Domestic Product of Latin America, and has grown at an annual rate of 3.7%, higher than the average global growth rate (2.1%). It´s expected that in the coming decades, the demand for livestock products would continue to grow, due to the increase in world population, wealth and urbanization. In this regard, it´s also expected that in LAC the production of meat and dairy products would continue to grow, the region's share in world livestock inventories, supplies and world exports of meat along with per capita consumption will expand. However, this growth comes at a time when concerns about the scarcity of natural resources, climate change and the need for more equitable development are becoming increasingly important.

The challenge for the region is to respond to the increase in demand, improving efficiency in production and minimizing environmental impacts, in particular, the net emissions of greenhouse gases (GHG), produced by the livestock sector: Latin America and the Caribbean. It is the region of the world that has the highest emission level (almost 1.3 gigatons of CO2-eq), driven mainly by the production of specialized beef, the change of land use due to the expansion of pastures , and agricultural land for the production of feed; with about 70% of the pastures with some degree of degradation (moderate to severe).

The countries of Latin America are signatories of the Paris Agreement of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and aim to reduce their GHG emissions by 2030. The agricultural sector occupies a prominent place in Nationally Determined Contributions (NDC), and is among the priorities in the mitigation contributions and in the adaptation objectives of the countries. In this sense, some LAC countries have explicitly included livestock as a subsector of attention in their NDC (Belize, Brazil, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Paraguay, Peru, Uruguay), where they have raised as a priority to

promote adaptation and mitigation measures linked to productive practices, indicating the importance of working on policy improvements, strategies and strengthening of their institutions.

In this context, knowledge, technologies and tools have been generating for the sustainable intensification of livestock that can result in a reduction in the sector's carbon footprint. However, it is evident that the lack of adequate institutional policies and frameworks, and of investments that apply this knowledge, represent barriers to the sustainable growth of livestock in the region. Gender inequality continuously hinders women's participation along the entire livestock value chain also; promoting inclusive and equitable growth of the livestock sector is critical to create and sustain livelihoods in rural communities. This requires formulating a policy agenda that contributes to facilitating a greater participation of disadvantaged population groups (family farming, indigenous people) and particularly women in livestock value chains.

Countries such as Brazil, Costa Rica and Uruguay, have advanced around measures (policies, technologies and practices) to promote an intensification of livestock in a more sustainable manner, as well as methodologies for measuring progress in this regard. These experiences constitute a great step forward to share with other countries through south-south and triangular cooperation.

FAO is well positioned as the implementing entity of this proposal because: a) has developed methodologies and tools for estimating sectoral environmental indicators, for example, the Global Model for the Environmental Evaluation of Livestock (GLEAM), allowing the quantification of livestock production, the estimation of GHG emissions, the use of natural resources and the environmental impacts of the sector; b) Lead the Technical Secretariat of the Livestock Development Commission of Latin America and the Caribbean - CODEGALAC; c) It welcomes important global associations of multiple actors, among which is the Global Agenda for Sustainable Livestock, the Alliance on Environmental Assessment and Ecological Performance of Livestock (LEAP) and the Global Livestock Alliance; d) It has a Platform for South-South Cooperation through which the exchange of experiences is facilitated; e) Participate in the Subregional meetings of Ministers of Agriculture (Central American Agricultural Council -CAC-, Southern Agricultural Council -CAS- and Community of Caribbean Countries -CARICOM-) and integrate technical work groups where it is possible to carry out a work of incidence on policies; f) Undertakes joint work to strengthen knowledge management platforms and networks by EMBRAPA-Brazil, CATIE, FONTAGRO and Global Research Alliance (GRA); g) Has established agreements to promote south-south and triangular cooperation with several LAC countries; h) participate in gender group of CELAC.

This project proposal aims to strengthen the capacity of governments to create an enabling environment for the transition to a low-carbon livestock production system and increase the capacity of farmers to adopt best practices, reduce emissions and adapt to climate change including gender considerations. The final objective of the proposal is to contribute to making Latin America and the Caribbean a leading region in livestock production with low carbon emissions. This will require the implementation of practices that allow the rehabilitation of degraded lands and the sustainable intensification of livestock, reducing the intensity of emissions and increasing carbon sequestration in soils and biomass. At the same time, the sector should adopt tools and technologies to overcome the limitations imposed by climate change, such as, temperature increase, change in the availability of water resources for animals and fodder, shortening the period of growth of forage species and increase in the frequency of extreme weather events (droughts, floods).

The components and activities that are proposed to be carried out are:

Results	Activities

The decision makers of the Ministries of Agriculture and Environment of at least 6 countries of the region increase their capacities to formulate and articulate policies for the adaptation of livestock production systems to climate change and to mitigate the GHG emissions associated with the livestock.	Regional workshop for south-south exchange of best practices and experiences in the establishment of policies, innovations and design of incentives to support the adaptation of livestock production systems to climate change and mitigate their GHG emissions (including gender considerations).
	Design and implementation of a capacity building plan through south-south cooperation and based on the identification of specific needs (plaintiffs) and cooperating countries (suppliers) including the generation of regional public goods (methodologies, technologies, policy principles, and others).
The technical staff of the Ministries of Agriculture and Environment of at least 6 countries of the region, increase their capacity to identify, evaluate and implement best practices for the adaptation and mitigation of climate change in the livestock sector, including cost estimation and benefits, quantifying their potential to mitigate GHGs and to contribute to NDCs.	Training workshop for technical staff to use tools developed by FAO (GLEAM and LEAP) in order to generate a "baseline" to quantify livestock production, the estimation of GHG emissions, the use of natural resources and the environmental impacts. Participation of other actors with indirect involvement (academy, centers and research, civil society).
	Technical seminar with personnel from the Ministries of Agriculture and Environment, for the identification, evaluation and implementation of best practices for low-carbon livestock production and the adaptation of livestock production systems to climate change and preparation of a plan for the exchange south-south.
	Exchange of experts and key actors (academy, centers and research, civil society) to work in the participating countries in order to increase the national capacity to evaluate the costs and benefits of the best practices and quantify their mitigation potential. Strengthening of already established knowledge management platforms CATIE, GRA, FONTAGRO. Exchanges of information through platforms.
	Ex ante evaluation of best practices in at least 4 countries / territories.
Livestock producers (men and women) from at least 3 countries in the region, through the exchange of experiences (south-south cooperation), adopt better practices for low-carbon livestock production and increase the resilience of their production systems in the face of climate change.	Selection of intervention areas and producers (targeting).
	Implementation of the best practices identified in the selected intervention areas.
	Quantification of the economic, social and environmental costs and benefits of the practices implemented and their potential to mitigate GHG emissions. Preparation of a document with recommendations.

Inter-institutional alliances, constituted between Ministries of the Environment, Agriculture, civil society, academia, productive sector and other international organizations	Construction of a regional agenda to constitute Latin America in a region leader in livestock production with low carbon emissions Preparation of a road map agreed with the countries. Preparation of proposals to manage the mobilization of resources from the established baselines.

The countries with which this proposal will be worked are Brazil, Costa Rica and Uruguay with extensive experiences and capacities in the subject (bidders); and with Bolivia, Cuba, Costa Rica, Jamaica, Guyana, Paraguay and Ecuador, with capacity building needs (claimants / beneficiaries).

The project will contribute to the goals of the Sustainable Development Goals # 1, 2, 12, 13, 15 and 17 and will support the countries in the fulfillment of their NDC.

The approximate total cost will be 1,500,000 USD. It includes the staff (project coordinator and consultants) 250,000 USD; travels (trips for south-south exchanges and participation in seminars and training workshops) 350,000 USD; trainings (training and implementation of practices) 550,000 USD; materials and supplies (purchase of materials and supplies for training and implementation of practices) 300,000 USD; and general operating expenses (administrative and operational costs) 50,000 USD.

5. PROPUESTA V: Promoting climate smart dairy business through an integrated value chain in La Paz Bolivia

Sector

- **Agriculture/Fisheries (X)**

Eligibility Criteria
Geographic scope
Country of implementation

- Bolivia

Duration

- **Implementation period** 30 months

Project financing
NCF can provide grant financing of between EUR 250,000 to 500,000. The project partners must mobilise co-financing equal to least 25% of the requested NCF grant. See the NCF 8 concept note application guidelines for further information about the financing requirements.

Summary of project Budget NCF grant requested
EUR 500.000

Overview
Brief project description (150 words)
Sixty-five % of Bolivians live in rural areas and depend mainly on agriculture. Undernutrition is high affecting indigenous children and women. Per capita milk consumption is only 50% of the FAO recommended standards. Livestock is critical for small farmers income, and nutrition, but it contributes significantly to the generation of greenhouse gases (GHG).

Low livestock productivity is associated with lower income and higher intensity of GHG emissions. The University of Copenhagen, CATIE and local partners have demonstrated that through sustainable intensification of dairy and silvopastoral systems, productivity and farmers income can be increased, reducing their vulnerability to climate change and diminishing GHG intensity emissions by more than 50%. The project will focus on developing a business model for climate smart dairy systems through the integration of efforts between stakeholders along the value chain. The project will be a part of the platform on sustainable intensification of livestock in LAC.

Business concept description (200 words)
Sustainable intensification of dairy is a win-win proposition for stakeholders along the value chain. The use of better feeding technologies, coupled with improved health practices, the selection of more productive animals, the sale of low productive cattle, and the proper recycling of manure will result in higher enterprise productivity and resilience, and better income for farmers while reducing GHG emissions and improving the environment.

Processors will have access to healthier and more secure supply of milk. Public will have access to more milk and improve the nutrition especially of women and children. Public and private institutions

will contribute to attain their development and environmental goals. What is required is a concerted effort of stakeholders to implement improved dairy systems.

Role of project partners (150 words)
The University of Copenhagen and DANIDA have worked in Bolivia to improve the milk industry with emphasis on processing and value addition. The university will provide technical back up and training of professionals.

CATIE will provide technical assistance and training in sustainable dairy systems. Presently, it coordinates a regional platform supported by various donors to promote exchange of knowledge for the sustainable intensification of livestock systems in 14 countries. CATIE has also experience in manure management (biodigestors and pasture fertilization) resulting in more energy efficiency and reduction of fertilizers. Various technologies developed by CATIE have resulted in a lower C footprint than the average in Latin America (1.1 vs 4 kg of CO2 eq/kg of milk).

ALTAGRO will work with *Asociación de Productores de Leche de La Paz*, INIAF and PIL Andina to implement demonstration farms, organize extension services and farmers training. All partners will promote a commercially viable business.

Relevance
Some of the challenges to be faced are: limited use of technologies to sustainably intensify dairy production, limited access to credit to implement improved systems, limited knowledge about how to estimate the C footprint, limited coordination among stakeholders along the value chain. The project will aim at solving these challenges by: a) Establishing demonstration farms with improved dairy systems in participating farms under the management of their owners but with technical assistance provided by project staff. b) Use the demonstration farms for capacity building of professionals and farmers. c) Build capacity on the preparation of business plans so farmers could have access to credit to establish sustainable dairy systems. d) Train technical staff from public and private organizations in the use of improved technologies and the estimation of the C footprint. e) Facilitating the establishment of cooperation mechanisms such as roundtables for the discussion of challenges and the reaching of agreements among stakeholders and f) Implement knowledge management and communications system using Information and Communications Technologies (ICT) including the sharing of information through cell phones.

Current situation (150 words)
Milk production in Bolivia has been growing constantly as demand has increased due to population growth, urbanization and increased incomes. During the last 13 years it has grown 5.5 % per year. Still per capita milk consumption is one of the lowest in the region.

Over 65 % of milk producers are smallholders (less than 50 lt/herd/day) while 25 % are medium-scale farmers (between 50 to 500 lt/herd/day). Those farmers are the most vulnerable to climate and economic changes, as most lack resources and knowledge to implement improved technologies in feeding, animal improvement, health, infrastructure and farm management. They urgently need support from public and private sources to implement more sustainable practices. Milk processing is done through five enterprises. PIL Andina is the main one processing approximately 70,000 lt/day. Technical support is provided mainly through NGOs, develoment projects and public organizations. Still most efforts lack coordination.

Future scenario (150 words)

Research results have shown that feeding of higher quality pastures (alfalfa, ryegrass, clover), strategic supplementation with concentrates and agricultural byproducts (for the dry season and high productive animals), prevention and treatment of diseases (mastitis, brucelosis, TBC), replacement of low productive animals, shelters to protect against low night temperatures in the high platteau, and proper manure management can substantially improve milk production, farm income and reduce the intensity of GHG emissions. Farmers with more knowlledge and financial and technical support could practice more intensive and sustainable production systems. Support from industry and private and public sector would make it possible in the short and medium-term. Once farmers have adopted these practices they would have the economic means and skills to sustain them. Roundtables would be fully functional and convened by local authorities to address future challenges. The country would be in better position to fulfill its commitements with international climate agreements.

Implementation (150 words)

The project will be implemented through the Association of Milk producers of La Paz to ensure full participation and ownership in the decision making. Local instituions will be in charge of the implementation while the University of Copenhagen and CATIE will play a supportive role. The following activities will ne carried out: a) Participatory design of annual work plans and budgets, b) Training on new technologies and the preparation of business plans, c) Implementation of pilot farms under farmers management, d) Facilitation of credit access, e) Knowledge management, communications and technical assistance based on farm visits and use of ICTs, f) Facilitation of multistakeholder roundtables. g) Monitoring and evaluation.

Relevance for NCF8 theme (100 words)

The climate solutions proposed by the project are based on the use of knowledge, technologies and institutional arrangements researched in Bolivia and elsewhere. The participation of CATIE ensures that knowledge exchanged by the 14 countries through the sustainable livestock platform are used for the design of pilot demonstration farms, the establishment of roundtables, and the training and technical assistance. The hypothesis to be tested is that sustainable intensification of dairy will achieve higher productivity, better incomes, adaptation to climate change by reducing farmers vulnerability, and contribution to mitigation by reducing GHG emissions intensity per unit of product.

Market and competition (150 words)

Demand for milk continues to grow globally and in Bolivia. There is a huge gap in milk consumption in the country. Children and women will especially benefit from a better nutrition. At present milk can be produced at a cheaper price in countries with very high productivity such as New Zealand, Uruguay and Argentina. However, government policies favour local production. The business concept is being tested in other countries such as in Uruguay and Costa Rica, as countries are becoming more interested in applying the concept of sustainable intensification to produce more food through increasing productivity while protecting the environment.

Viability

Economic viability (150 words)

The implementation of the proposed business concept will result in higher income for farmers due to higher sales of milk and returns to investments, as well as higher milk quality (less microbial counts). Processors will also benefit with more efficient logistics and steady supply of milk. The business

proposition includes the establishment of strategic alliances among the various stakeholders along the value chain. This will ensure that knowledge, skills, infrastructure and investments are put together by various partners to develop a more efficient value chain which should result in increased productivity and better economic returns for all.

Technical viability (150 words)

Technologies and knowledge proposed for the establishment of climate smart dairy systems have been proven feasible in previous research and development projects. Institutional arrangements have also been tested elsewhere. However, various challenges could be faced such as: farmers reluctance to use new technologies and knowledge, mistrusts about collaboration among stakeholders, climate variability could affect the implementation of field activities, and others. They could be mitigated through: field demonstrations about the benefits of the new technologies, the implementation of communities of practice where facilitation is provided to listen to various points of view and achieve consensus, open and transparent exchange of information, and implement practices to cope with climate variability (for example conserving forages for dry season and unanticipated snow storms, feed supplementation, animal shelters for cold spells, and others).

Social viability (100 words)

Smallholders are risk-averse. Therefore, they tend to be very conservative with regard to changes in their production systems. Innovation has taken place when solutions to pressing needs have been developed and tested in a participatory manner. Another challenge will be the ageing population in rural areas. The project will work with a highly participatory approach in which real needs and aspirations of the community are considered. Furthermore, it would target women and the youth which may be more receptive to change. Focus groups, demonstrations and practical training will be organized to promote solutions. Leaders and innovative farmers will be identified in order to demonstrate the benefits of climate smart dairy systems.

Environmental viability (100 words)

The interventions proposed in the business concept will have a very positive effect on the environment. Firstly, legumes (alfalfa, clover) will be introduced in grazing areas. They will fix nitrogen and reduce the use of chemical fertilizers. Secondly, manure to be collected at the milking parlor will be recycled for biogas production as well as for fertilizing pastures. They will reduce the use of energy and external fertilizers. Thirdly, the replacement of low productive cattle for more productive ones, the better feeding systems and the animal health interventions will result in lower intensity of GHG emissions per kg of milk.

Risks (150 words)

Main risks are: lack of farmers interests in the new technologies, and extreme weather events. In the first case, it will be mitigated using participatory methods and the building of a community of practice to ensure ownership, willingness to invest in improvements and allow the reaching of consensus on the course of actions. In the case of extreme weather events in the high plateau (frost, snow storms, hail, prolonged dry season, others) several management practices will be put in place such as the building of low cost animal shelters, the production and storage of hay and silage, the use of feed concentrates, and others.

Long term plan (100 words)

The participation of farmers, public and private organizations and the success of this business concept will be the best guarantee for the continuation of activities beyond the NCF funding. The government of Bolivia has given a high priority to the improvement of the livelihood and inclusion of all people, and the attainment of food security and sovereignty. Milk production and consumption have been prioritized. The private sector is also very interested in the growth of milk production, processing and marketing as there is a big consumption gap. Milk demand continues to grow. Business propositions like this one has great potential.

Development impact (150 words)
Main development impacts will be on poverty reduction, increased food security including improved nutrition especially of children and women, and environmental improvement. Expected direct beneficiaries will be small and medium milk producers and consumers. In the short-term the business concept will reach at least 500 milk producers and 25,000 consumers. In the long-run benefits could reach more than 3000 milk producers in the Bolivian high plateau and more than 150,000 consumers.

Sustainable Development Goals
This project contributes to the achievement of SDGs 1, 5, 8 and 13.

Climate change relevance
Climate change classification
The project will have a combination of adaptation and mitigation benefits. The business concept mainly contributes to the adaptation of dairy farmers to climate change through implementing an integrated package of environment friendly technologies and practices that increase productivity but at the same time reduce the intensity of GHG emissions per unit of product produced.

Climate change context (150 words)
In Bolivia, climate change is projected to increase temperatures especially in the high mountainous areas and decrease precipitation (World Bank 2016). Changes in temperature are likely to affect glaciers and reduce water availability. It may also encourage cultivation at higher altitudes, affecting grazing areas and wetlands (*bofedales*) which are important for Carbon fixation. Bolivia has stated in its national strategy for climate change, that improved pastures, agroforestry and climate smart agriculture are part of the mechanisms and approaches to reduce GHG emissions in the agriculture sector.

Climate solution (150 words)
This Project will have a combination of strong adaptation to and mitigation of climate change. The use of silvopastoral and intensified dairy systems will result in increased productivity and better farmers income, so small farmers will be less vulnerable to climate change and variability. The reduction in GHG emission intensity will help mitigation efforts.

Innovativeness
Innovativeness of business concept (150 words)
The business concept presented will increase the resilience of smallholder dairy farmers with the introduction of new technologies to cope with climate change and variability. The development of a business model based on cooperation between farmers´ organizations and private sector will have positive benefits at technological, environmental and socioeconomic levels.

Justification for grant financing

Justification for NCF-funding (150 words)

Most small dairy producers lack access to enough funding to implement climate smart systems. As a result, this group is vulnerable to climate change and often forced to migrate to cities or other countries to look for alternative sources of income. For this reason, funding is required to support transformation of small dairy farms in Bolivia and increase their opportunities in the share of dairy markets.

Other issues

Synergies with other programmes, projects or financiers

Is this project a stand-alone project, i.e. not part of any on-going projects/activities?

Yes

Has other external financing been sought for this project?

No

6. CONCEPT NOTE: "A proposal for the support of "The Latin America and Caribbean Platform for the sustainable intensification of livestock"

A. BACKGROUND

The demand for livestock products is expected to grow globally as a result of population growth and rising incomes. It is estimated that by the year 2050 population will reach 9,700 million people and that the middle class will be increased by 3,000 million (ILRI, 2019). At global level, about 821 million people are undernourished and 151 million children under the age of five are stunted in size. Most undernourished people lack sufficient protein and micronutrients, which are readily available in foods of animal origin.

Latin America and the Caribbean (LAC) has the potential to provide the animal proteins required by its population, and even export to other regions; however, it is expected that climate change will affect its production potential, especially in Mesoamerica and the Andean countries, unless adaptation measures for the sustainable intensification of livestock systems are promoted (Pezo et al, 2018).

Livestock play a key role for the livelihood of poor people in LAC and the rest of the world (Tarawali et al., 2011). It is estimated that over half a billion people in emerging and developing economies continue to depend entirely or partially on farm animals for their livelihood.

It is also estimated that livestock contribution to total greenhouse gas emissions of anthropogenic origin vary between 7 and 18 %, and that with technical and financial support for the adoption of improved feeding and management practices, along with the use of adapted improved genotypes, producers could reduce livestock emissions by up to 30% (Havlik et al, 2014). Moreover, as the majority of livestock in developing countries is produced in mixed crop-livestock farms, better management of manure could contribute to improve soil fertility while reducing the negative effects of nitrous oxide emissions.

A recent study (ILRI, 2019) of the International Livestock Research Institute (ILRI) analyzed the various ways to meet the growing demand for protein in developing and emerging economies. Although there are differences between various regions of the world, it is well recognized that livestock could play an important contribution for the achievement of the Sustainable Development Goals. Such study concluded that over the coming decades, livestock will continue to be a central contributor in providing high quality and bioavailable protein and nutrients, but also in providing soil nutrients and serving as living assets for the rural population.

The situation of livestock in Latin America and the Caribbean countries varies widely. In the Southern Cone, there is abundance of production and consumption of livestock products and most countries are net exporters of meat and milk. On the other hand, in most of the Andean and Central American countries still have unfulfilled human protein needs, and national production is still insufficient to cover needs, but they have the potential to revert the situation. Overall, LAC has become a major exporter of livestock products and proteins in general, contributing to over 60% of the soybeans, 44 % of the beef, 42 % of the poultry and 17 % of the pork exported globally (GHI/IDB 2014). Most countries in the region are committed to transforming their livestock sector through sustainable intensification of their systems and reducing their contribution to GHG emissions.

In April 2016, 30 representatives from 14 countries met in Turrialba, Costa Rica to discuss strategies, approaches and methods for the sustainable intensification of livestock. They agreed to create "The Platform for the Sustainable Intensification of Livestock in LAC". They also agreed that CATIE should coordinate the platform, and for that purpose requested support from FONTAGRO and the Ministry of Primary Industries of New Zealand. These organizations responded positively and agreed to provide financial support to the Platform. This was announced at the meeting of the Livestock Research Group of the Global Research Alliance (GRA) in Washington DC in 2017. A subsequent

agreement was reached with CATIE to implement the project and funds from FONTAGRO, MPI and GEF were provided through FONTAGRO and the IDB.

During the last two years various activities were organized by CATIE including: a meeting organized jointly with FONTAGRO, GRA, FAO, and The World Bank; a review of the state of the art on sustainable intensification of livestock in LAC, various consultations with stakeholders, knowledge management and training, preparation of proposals, and others. Some of the main results of the Platform were:

- An analysis of the main advancements and challenges for the sustainable intensification of livestock production in LAC.
- A regional research agenda for the sustainable intensification of livestock production in consultation with country representatives, in which it identified the priority themes to be addressed by subregions, i.e., the Southern Cone, the Andean Zone and Central America and the Caribbean, given the contrasting differences between subregions.
- A database of key livestock researchers and specialists that could participate in networking efforts aimed at investigating, promoting and scaling up innovations for the sustainable intensification of livestock systems in LAC.
- A strategy for knowledge and information management to reach not only platform members, but other target audiences in LAC as well.
- Design and production of training materials for on-line learning, as well as webinars and fora that could be replicated for strengthening the technical capabilities of the livestock sector stakeholders in LAC.
- An Inventory of livestock policies and their compatibility with climate change policies in LAC countries as enablers for the sustainable intensification of livestock systems, resulting in improved socioeconomic conditions, more efficient use of natural resources and reducing the negative impacts of climate change.
- A set of recommendations for policy makers, based on the findings of the different platform products, and the systematization of valuable experiences in the design and implementation of policies for the sustainable intensification of livestock production.
- Preparation of various proposals to support platform members in their efforts to sustainably intensify livestock production.
- At present over 450 scientists, professionals, authorities, entrepreneurs, farmers and students from 25 countries have been involved in activities of the platform.

Preceding networks operating in the region in previous decades, such as the Tropical Pastures Network (TPN) coordinated by CIAT, the Latin American Animal Production Systems Network (RISPAL) coordinated by CATIE and IICA, and FAO`s Livestock, Environment and Development Initiative (LEAD), in which CATIE was responsible for the Latin American node, have shown that long-term support is required in order to achieve sustainable impact. In those networks new research methods, techniques and improved germplasm were promoted, knowledge sharing, and substantial capacity building took place. For example, in the case of the TPN after financial support from IDRC finished, research and networking were continued by CIAT and the national programs. As a result, some of the improved pastures promoted were widely adopted by farmers. Impact evaluation studies conducted by CIAT (Holmann et al, 2004; Rivas and Holmann, 2005) have shown that the Brachiarias used in Central America generated over a billion dollars in benefits for the livestock industry. Other studies have shown the impact of the Brachiarias in Brazil and other countries and their effects in the "Cerrados revolution" (Takao, Labarta, personal communication). RISPAL and LEAD resulted in

important paradigms for research and livestock development in LAC such as the use of systems research as well as silvopastoral systems (Ruiz et al, 1991; Ibrahim et al, 2007). However, it must be recognized that new paradigms are challenging the livestock sector worldwide, and this proposal will help to strengthen and expand the efforts developed in the last two years with the support of FONTAGRO, the New Zealand MPI and the GRA.

Although considerable progress has been achieved so far, several outstanding issues remain. They include:

- The implementation, monitoring and evaluation of the on-line training courses developed by the platform, and the development of new electronic tools to be used for virtual learning.
- The analysis of new livestock policies and strategies implemented by some countries to comply with Climate Change international agreements, i.e., the Paris Agreement 2016, and specifically the formulation of Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMA) and Nationally Determined Contributions (NDC).
- The sharing of lessons learned and success stories with decision makers and technical staff in the Ministries of Agriculture and Livestock, and of the Environment, as well as with the private sector in order to scale up the use of new approaches for the sustainable intensification of livestock production.
- To identify mechanisms for leveraging resources of the international cooperation and local sources for replicating and expanding the application of success experiences on the sustainable intensification of livestock systems to other LAC countries as part of south-south cooperation efforts.

CATIE and its partners would like to propose FONTAGRO, the Ministry of Primary Industries of New Zealand and the GRA to continue their support to the Platform as it would allow the consolidation of efforts and the addressing of outstanding issues that have been identified as key for achieving the sustainable intensification of livestock in the region.

B. OBJECTIVES

General.

To consolidate a cooperation platform for the sustainable intensification of low-C emission livestock in LAC.

Specific

a) To conduct prospective studies on livestock intensification in various subregions: Southern Cone, Andean and Mesoamerica.
b) To assist LAC countries in the implementation of their research agenda for the sustainable intensification of livestock production and build synergies through regional cooperation.
c) To promote knowledge management and capacity building of different stakeholders, and communication of relevant information to different target audiences.
d) To support selected countries for the development of Livestock NAMAs and the design of enabling policies for the sustainable intensification of livestock systems.
e) To promote the development of inclusive livestock value chains, by strengthening public-private partnerships.
f) To mobilize resources for priority activities of the platform.

g) To establish effective governance mechanisms.

C. MAIN ACTIVITIES

1. Development of prospective studies on livestock intensification in the Southern Cone, Andean region and Mexico and Central America.
   Potential emphasis: Southern Cone (Beef and milk exports). Andean region (food security and nutrition). Mexico and Central America (exports, natural resources use and food security).
2. Provide technical assistance for the development of livestock research agenda in at least three LAC countries.
3. Documentation of cases of sustainable livestock intensification systems (emphasis on silvopastoral systems and other environmentally sound technologies).
4. Knowledge management and capacity building (webinars and on-line training).
5. Support at least three countries for the development of livestock NAMA, NDC and other enabling policies for the sustainable intensification of livestock production.
6. To conduct at least three inclusive value chain analysis with gender transformative and green economy approaches.
7. Proposal development and resource mobilization.
8. Governance (proper representation of public and private sector).

D. MECHANISMS AND EXPECTED PRODUCTS

1. Prospective studies

Regional studies will be organized and co-financed with key organizations in the various regions. In the Southern Cone with PROCISUR member institutions (INTA, INIA Chile, INIA Uruguay, IPTA Paraguay) and the support of IICA. In the Andean region with INIAs and universities (Agrosavia, INIAP, INIAF, INIA-Peru, UNALM-Peru) and the support of CATIE and IICA. In Mesoamerica with INIAs (IDIAP, INTA Costa Rica, INTA Nicaragua, DICTA Honduras and IDIAF) with the support of CATIE.

PRODUCT 1: three prospective regional studies on the sustainable intensification of livestock to cater for future demands and specific markets.

2. Technical assistance for the implementation of national research agendas

Technical assistance will be provided to countries willing to invest in the development and implementation of a research agenda for the sustainable intensification of livestock through regional cooperation efforts.

PRODUCT 2: al least three national research agendas for the sustainable intensification of livestock.

3. Documentation of successful cases

A regional competition will be organized with FONTAGRO and New Zealand to select successful cases of innovations for the sustainable intensification of livestock and document lessons learned. An award ceremony will be organized. Publications and short videos will be produced and disseminated through the Web and social media.

PRODUCT 3: a regional competition will be organized. It is expected that al least fifteen to twenty cases for the sustainable intensification of livestock will be identified and documented.

4. Knowledge management and capacity building

The website designed will continued to operate. A renewed effort will be made to produce interactive, informative and friendly knowledge products for different audiences (i.e., decision makers, researchers, private sector organizations, financial institutions). They will be used to communicate results to specific target audiences. On-line training and webinars will be implemented by CATIE and partners in the region.

PRODUCT 4: knowledge products for the sustainable intensification of livestock will be prepared and disseminated throughout the region, using the platform website, as well as the websites of partners and social media.

5. NAMAs AND NDCs

The platform will organize at least one training event on the preparation of NAMAs and NDCs. Success cases will be used as models. Participants will include representatives of Agriculture and Livestock, Environment and Finance and planning Ministries of LAC countries. Technical assistance will be provided to at least three countries (one per region) in the preparation of their livestock NAMAs and NDCs related to the livestock sector.

PRODUCT 5: At least three livestock NAMAs and NDCs related to livestock prepared.

6. VALUE CHAINS

Studies will be conducted on at least three value chains with emphasis on the impact of sustainable intensification of livestock production on value chain performance (one per region).
PRODUCT 6: Three reports on the impact of sustainable intensification of livestock production on value chain performance.

7. RESOURCE MOBILIZATION

Proposals will be prepared jointly with key partners to ensure sustainability and expansion of the platform. Leverage of resource will be sought. Consultants will be hired to support in the preparation and negotiation of proposals.

PRODUCT 7: At least three proposals prepared to expand the platform.

8. GOVERNANCE

A mechanism will be put in place to ensure proper representation and participation of both the public and private sector across the region. It will involve definition of functions, rights and responsibilities. Multi-stakeholder involvement will be actively sought. Joint financing will also be sought. Regional organizations such as PROCISUR, PROCITROPICOS, SICTA and industry and producer associations may be involved. CATIE will continue to coordinate the platform. It will be supported by a steering committee made up of representatives of public and private institutions of the three regions, FONTAGRO, MPI and other funders.

PRODUCT 8: a functioning governance mechanism will be in place to ensure the efficient functioning and sustainability of the platform.

E. TENTATIVE BUDGET

Product	USD

No. 1	60,000
No. 2	90,000
No. 3	100,000
No. 4	60,000
No. 5	90,000
No. 6	45,000
No. 7	30,000
No. 8	120,000
Overhead	59,500
TOTAL	**654,500**

Budget notes

- Prospective studies. Three studies at USD 20,000 each for the hiring of consultants, organization of meetings, consultations, publications, etc.
- Technical assistance. At least three cases at USD 30,000 each to cover meetings, hiring of consultants, travel and others.
- Documentation of successful cases. One competition, awards ceremony, awards, travel, publications, videos, hiring of consultants, and others.
- Knowledge management and capacity building. Web maintenance, preparation of knowledge products, training materials, organization of courses, meetings and webinars.
- NAMAs and NDCs. Organization of a workshop, technical assistance to countries (local meetings, consultancies, travel), publications and others.
- Value chains. Travel, consultancies, thesis support, meetings, publications and others.
- Resource mobilization. Consultancies, communications and travel expenses.
- Governance. Support to part-time coordinator, meetings of the steering committee, travel.

F. INSTITUTIONS

The Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE) is a regional center dedicated to research and graduate education in agriculture, and the management, conservation and sustainable use of natural resources. Its members include Belize, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama, Paraguay, Venezuela, the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA) and the State of Acre in Brazil.

CATIE is a center that specializes in formulating integral solutions to address the complexity of the current problems that agriculture and natural resources are facing in Latin America and the Caribbean. This task can only be done effectively by developing and implementing systemic approaches in close collaboration with partners and allies at all levels. The research carried out by CATIE takes a systemic

approach. Our starting point is a holistic assessment of problems and opportunities in rural areas. We maintain some specialized lines of research whose implementation and dissemination of results is framed in projects using systemic approaches that contribute integrally to achieving sustainable and inclusive human welfare.

G. CALENDAR

PRODUCT	YEAR I				YEAR II				YEAR III		
	I	***II***	***III***	***IV***	***VI***	***VII***	***VIII***	***IX***	***X***	***XI***	***XII***
Prospective studies			X	X	X	X	X	X	X		
Technical assistance	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Documentation of successes			X	X	X	X	X				
KM & capacity building	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NAMAs & NDCs			X	X	X	X	X	X	X		
VALUE CHAINS				X	X	X	X	X	X	X	
RESOURCE MOBILIZATION	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GOVERNANCE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

H. REFERENCES

GHI/IDB. 2014. The next global breadbasket: how Latin America can feed the world: a call to action for addressing challenges and developing solutions / Ginya Truitt Nakata, Margaret Zeigler. p. cm. — (IDB Monograph ; 202)

Havlík, P; Valin, H; Herrero, M; Obersteiner, M; Schmid, E; Rufino, MC; Mosnier, A; Thornton, PK; Böttcher, H; Conant, RT. 2014. Climate change mitigation through livestock system transitions Proceedings of the National Academy of Sciences. 6 p. (www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1308044111)

Holmann, F., Rivas, L., Argel, P.J, Pérez, E. 2004. Impact of the adoption of Brachiaria grasses: Central America and Mexico. Livestock Research for Rural Development 16 (12). (http://lrrd.cipav.org.co/lrrd16/12/holm16098.htm)

Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centroamérica. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 15 (Sup. 1): 74-89.

ILRI. 2019. Options for the Livestock Sector in Developing and Emerging Economies to 2030 and Beyond. World Economic Forum, Geneva, Switzerland. 27 p.

Pezo, D., Muschler, R., Tobar, D., Pulido, A. 2018. Innovaciones para la adaptación al cambio climático en los sistemas agrícolas y ganaderos de América Latina y el Caribe. Informe de Consultoría. BID/FONTAGRO, Washington DC, USA. 325 p.

Rivas, L., Holmann, F. 2005. Potential economic impact from the adoption of Brachiaria hybrids resistant to spittlebugs in livestock systems of Colombia, Mexico and Central America. Livestock Research for Rural Development 17 (5). http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/5/holm17054.htm

Ruiz, M.E; Sere, C; Li Pun, H. (eds.). 1991. Latin American Research Network for Animal Production Systems-RISPAL, San José (Costa Rica) -- Global Workshop on Animal Production Systems San José (Costa Rica) 15-20 September 1991. IICA, San José (Costa Rica); IDRC, Ottawa (Canada). 508 p.

Tarawali , S., Herrero, M., Descheemaeker, K., Grings, E., Blümmel, M. 2011. Pathways for sustainable development of mixed crop livestock systems: Taking a livestock and pro-poor approach. Livestock Science 139: 11–21.