



**Intensificación sostenible de sistemas ganaderos con  
leguminosas: plataforma de cooperación  
Latinoamericana y del Caribe**  
**Producto 4: Informes técnicos y financieros**  
**Alejandro Costantini, Romina Romaniuk, Daniela Régolo,  
Mercedes Busto**  
**2021**

GLOBAL  
RESEARCH  
ALLIANCE  
ON AGRICULTURAL  
GREENHOUSE GASES

Ministry for Primary Industries  
Manatū Ahu Matua



PROCISUR



FONTAGRO



Códigos JEL: Q16

ISBN:

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Alejandro Costantini, Romina Romaniuk, Daniela Régolo y Mercedes Busto

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (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. 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.

Esta publicación puede solicitarse a:

**FONTAGRO**

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)

[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)



ID: ATN/RF-16926-RG

# Intensificación sostenible de sistemas ganaderos con leguminosas

Informes de Seguimiento Técnico Anual – ISTA 2024- Medio Termino: Con base al último ISTA registrado, solicitamos actualizar la información

## Info General

### Investigador:

Alejandro Costantini- costantini.alejandro@inta.gob.ar

### Investigador

Alejandro Oscar Costantini. Dr.

## Objetivo

Contribuir al mejoramiento de los sistemas ganaderos de América Latina y Caribe (ALC) mediante la adopción de leguminosas forrajeras, conformando una plataforma de cooperación, evaluando impactos sobre el stock de C del suelo, las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), la FBN y la productividad animal, gestionando desde esa plataforma el conocimiento y capacitación.

## Resumen

El objetivo general del proyecto fue contribuir al mejoramiento de los sistemas ganaderos de América Latina y el Caribe mediante la adopción de leguminosas forrajeras. Los objetivos específicos incluyeron conformar, establecer y gestionar la plataforma de cooperación en el uso de leguminosas (Componente 1), evaluar el impacto del sistema de pasturas con leguminosas en el stock de carbono del suelo, las emisiones de GEI, la fijación biológica de nitrógeno (FBN) y la productividad animal (Componente 2), y gestionar el conocimiento y capacitación (Componente 3). Respecto al Componente 1, el proyecto conformó una plataforma de cooperación entre instituciones participantes de Argentina, Uruguay, Paraguay, Brasil, Chile, Nicaragua, Ecuador y República Dominicana. La consolidación se efectuó principalmente a través de reuniones periódicas de coordinación y capacitación, muchas de ellas a distancia debido a los costos y, al principio, por la pandemia. La primera reunión presencial del proyecto se realizó a fines de 2022 en EMBRAPA Agrobiología, Brasil, donde se compartieron avances, dificultades y metas. En lo referente al Componente 2, se observaron reducciones en las emisiones de metano del ganado, mayormente asociadas al contenido de taninos presentes en las leguminosas incorporadas en la dieta, logrando una disminución entre el 14% y 30%. La emisión de óxido nítrico ( $N_2O$ ) desde los suelos con leguminosas varió según la estación del año, siendo mayor que en suelos sin leguminosas durante la primavera, pero menor en invierno y otoño. Esto sugiere que el efecto de la inclusión de leguminosas puede ser ambiguo y depende del balance entre la absorción de nitrógeno por la vegetación y la disponibilidad de nitrógeno mineral en cada estación. Los análisis preliminares indican que los factores de emisión generados en Brasil y Argentina (Pampa semiárida y deprimida) fueron significativamente inferiores a los valores por defecto propuestos por el IPCC, hasta 10

## Ejecutivo

veces menores en algunos casos. En cuanto a la FBN, se encontraron resultados homogéneos entre las regiones de estudio, demostrando que las leguminosas son responsables de una cantidad significativa de nitrógeno fijado desde el aire, entre el 60% y 90%, dependiendo del tipo de leguminosa y del ambiente. El secuestro de carbono también mostró resultados positivos, con un aumento de entre el 15% y 40% en los primeros 30 cm de suelo, dependiendo de varios factores como tipo de suelo y proporción de leguminosas. La productividad animal se vio generalmente mejorada por la inclusión de leguminosas en la dieta del ganado, con un incremento del 10% en la producción de leche y del 50% en la masa corporal diaria en bovinos de leche en Chile. Sobre el Componente 3, la página web del proyecto se mantuvo siempre actualizada y las informaciones y resultados generados fueron publicados en redes sociales, listas internas de comunicación, órganos de difusión institucionales, boletines técnicos y notas de prensa. Se generaron numerosas publicaciones de índole técnica y científica. Los resultados también se difundieron a través de seminarios, días de campo, talleres y capacitaciones. Finalmente, a través del proyecto fue posible la formación de recursos humanos, incluyendo pasantes, becarios, y tesis de grado y posgrado.

### **Resultados**

El proyecto logró consolidar una plataforma de cooperación entre instituciones de Argentina, Uruguay, Paraguay, Brasil, Chile, Nicaragua, Ecuador y República Dominicana, mediante reuniones periódicas virtuales y encuentros presenciales. Se establecieron convenios de cooperación y se implementaron mecanismos de gobernanza para asegurar la ejecución y coordinación efectiva de las actividades. Esta colaboración permitió realizar y monitorear estudios técnicos y financieros, facilitando la integración de datos y la presentación de informes a FONTAGRO. En cuanto al impacto de las pasturas con leguminosas, se registraron reducciones significativas en las emisiones de metano del ganado, gracias al contenido de taninos de las leguminosas, disminuyendo entre un 14% y un 30% dependiendo de la especie. Las emisiones de N<sub>2</sub>O variaron según la estación, siendo mayores en primavera y menores en invierno y otoño. Los factores de emisión generados en Brasil y Argentina fueron hasta diez veces inferiores a los propuestos por el IPCC, mientras que en Chile no hubo diferencias significativas. El nitrógeno fijado en biomasa (%Ndfa) para leguminosas fue entre el 60% y el 90%, dependiendo del tipo de leguminosa y del ambiente. En Uruguay, se mostró un promedio del 76% de nitrógeno fijado en biomasa, con variaciones según la especie, y en Brasil, un promedio del 84.7%. Además, se observaron aumentos del 15% al 40% en el stock de carbono en los primeros 30 cm de suelo, dependiendo del tipo, proporción y tiempo de permanencia de la leguminosa, y la textura y nivel de degradación del suelo. También se observó un incremento del 10% en el rendimiento de materia seca de la pastura en Ecuador, un 10% en la producción de leche y un 50% en la masa corporal diaria en bovinos de leche en Chile. Finalmente, la gestión del conocimiento y la capacitación fueron componentes clave del proyecto, con plataformas digitales actualizadas, incluyendo la página web del proyecto y una cuenta de Twitter con actualizaciones regulares. Se realizaron talleres de capacitación virtuales y locales, seminarios, días de campo y webinars. En total, se capacitó a becarios CLIFF-GRAD y más de 30 estudiantes de grado y posgrado, quienes realizaron sus tesis en temas relacionados con el proyecto. Las publicaciones generadas y las actividades de divulgación permitieron una amplia difusión de los resultados, alcanzando a diversas audiencias y promoviendo la adopción de prácticas sostenibles en sistemas ganaderos de América Latina y el Caribe.

### **Productos Alcanzados**

Hasta la fecha, se ha logrado un avance significativo en el cumplimiento de los productos del proyecto. La plataforma de cooperación ha sido formalmente constituida con convenios firmados y cartas de contrapartida presentadas, asegurando una base sólida para la colaboración entre los países participantes (Producto 1). Asimismo, se estableció una estructura de gobernanza clara con funciones y responsables definidos, lo que ha permitido una gestión eficiente de las actividades del proyecto (Producto 2). Se han cumplido los planes operativos anuales, con la elaboración de seis informes, de los cuales cinco ya han sido aprobados (Producto 3). Además, se han gestionado y presentado dos de los tres informes técnicos y financieros comprometidos, integrando los resultados obtenidos hasta la fecha (Producto 4). En cuanto a la evaluación del impacto de pasturas con leguminosas, se han generado informes técnicos sobre el desempeño de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) y factores de suelo y clima, con dos informes aprobados y uno en proceso de revisión (Producto 6). Se han publicado ocho artículos en journals y congresos, con una publicación aprobada y con el documento que reporta las diez publicaciones restantes, en elaboración (Producto 7). Se están elaborando bases de datos sobre la dependencia de las leguminosas para la FBN, con contribuciones en proceso de revisión, y se ha avanzado en la creación de bases de datos de densidad del suelo y contenidos de carbono y

nitrógeno (Productos 5 y 8). Además, se han entregado dos informes técnicos sobre la emisión de gases de efecto invernadero, con un tercer informe en preparación (Producto 14). En el ámbito de la gestión del conocimiento y capacitación, se ha actualizado el sitio web del proyecto, facilitando la difusión de la información generada (Producto 19). Se han publicado diez documentos entre artículos científicos, boletines técnicos y presentaciones, con ocho entregados y dos en elaboración (Producto 20). Se ha llevado a cabo un taller de capacitación y hay once actividades adicionales en desarrollo (Producto 21). Estos avances destacan el compromiso y la colaboración efectiva entre las instituciones participantes, a pesar de los desafíos presentados, como la pandemia y las restricciones de movilidad.

## **Hallazgos**

y

## **recomendaciones**

En el marco del proyecto, se aprendieron varias lecciones clave que han llevado a recomendaciones importantes para futuras investigaciones y prácticas. En primer lugar, se determinó que las emisiones de N<sub>2</sub>O en sistemas ganaderos durante el invierno, anteriormente consideradas despreciables, son significativas. Esto subraya la necesidad de realizar determinaciones de GEI durante todo el año para construir factores de emisión locales precisos y evitar subestimaciones. Además, se encontró que las leguminosas no solo mejoran la calidad forrajera, sino que también contribuyen a la salud del suelo, aumentan los stocks de carbono y nitrógeno, y mitigan las emisiones de GEI. Por lo tanto, es recomendable incluir más estudios con leguminosas y considerar su uso a nivel productivo no solo por sus beneficios en la mejora de la producción, sino también por sus significativos beneficios ambientales. Asimismo, se observó que las leguminosas con altos contenidos de taninos reducen las emisiones de metano, mejorando la sostenibilidad ambiental y la productividad. Es importante priorizar la inclusión de estas leguminosas en los pastizales para maximizar los beneficios ambientales. Se identificó que la mayoría de los países involucrados en la plataforma carecen de factores de emisión locales medidos o determinaciones de N<sub>2</sub>O a lo largo del tiempo, lo que ha dificultado las comparaciones y evaluaciones precisas de las emisiones de GEI en la región. Es fundamental enfocarse en medir más y obtener las mejores estimaciones posibles para avanzar en la cuantificación de GEI y facilitar la implementación de estrategias de mitigación adecuadas. Por último, la participación de diversos investigadores y países ha generado una heterogeneidad en las metodologías de muestreo, determinaciones de laboratorio y análisis de resultados. Para abordar esta situación, se seleccionaron investigadores destacados y se desarrollaron protocolos estandarizados para unificar los procedimientos, lo que ha permitido que los datos sean comparables y utilizables de manera conjunta. Es crucial continuar desarrollando y actualizando estos protocolos, además de implementar talleres de formación y seguimiento continuo para asegurar que todos los investigadores sigan los procedimientos acordados, garantizando así la coherencia y la calidad de los datos recolectados.

## **Innovaciones generadas**

La incorporación de leguminosas con alto contenido de taninos a la alimentación del ganado bovino ha sido una innovación altamente exitosa, con múltiples beneficios comprobados tanto en la productividad animal como en la sostenibilidad ambiental. Durante el proyecto, se observó que esta práctica no solo mejora el rendimiento productivo del ganado, sino que también reduce significativamente las emisiones de metano entérico, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Estudios realizados en Chile y Argentina demostraron que la inclusión de leguminosas con altos niveles de taninos en la dieta del ganado disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero y mejora la salud del suelo al aumentar los niveles de nitrógeno y carbono, favoreciendo así la estabilidad y fertilidad del mismo. Además, la capacidad de estas leguminosas para fijar nitrógeno atmosférico mejora la calidad del forraje y reduce la necesidad de fertilizantes químicos, resultando en una disminución de los costos de producción y un manejo más sostenible del sistema agropecuario. Esta innovación ha sido bien recibida por los productores debido a sus múltiples beneficios, consolidándose como una estrategia efectiva y sostenible en la ganadería.

## **Historias de terreno**

Durante el primer trimestre de 2020, Chile inició ensayos a campo para evaluar emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, debido a la pandemia, estos ensayos se detuvieron. Una vez que INIA reinició sus actividades presenciales, los experimentos se reanudaron y concluyeron con la toma y procesamiento de muestras vinculadas con emisiones de CH<sub>4</sub> entérico y N<sub>2</sub>O, así como la volatilización del amoníaco desde suelos con aplicación de orina y heces de animales alimentados a base de leguminosas y gramíneas. Este avance se reflejó en notas publicadas en medios de divulgación masiva, destacando el éxito de Chile en la generación de datos. Además, durante 2021, se caracterizaron perfiles de suelos mediante estudios de parámetros morfológicos en calicata y se tomaron muestras para evaluar stocks de carbono, con asesoramiento técnico de EMBRAPA Agrobiología, donde se procesan las muestras. Chile ha cumplido exitosamente con sus objetivos vinculados al proyecto. El 12 de octubre de 2023, durante la Segunda Edición de la Semana Tranqueras Abiertas en la Chacra Experimental Manantiales, Chascomús, Buenos Aires, las investigadoras Romina Romaniuk y Mónica Pérez, del proyecto Intensificación Sostenible de Sistemas Ganaderos con Leguminosas, participaron en una jornada de campo. La ingeniera Mónica Pérez ofreció una charla sobre las líneas de investigación en desarrollo en dicha chacra. Entre el 25 y 27 de octubre de 2022, se realizó el primer encuentro presencial y virtual del proyecto, en el cual los representantes de los países participantes expusieron avances y los tesistas de posgrado y técnicos presentaron resultados de sus estudios en Embrapa – Agrobiología, Seropédica, Río de Janeiro, Brasil. Los estudiantes mostraron sus trabajos y el manejo del equipamiento para obtención de metano entérico, demostrando gran dominio de las técnicas. Dados los resultados del proyecto y otros estudios previos, se planteó la hipótesis de que los taninos en las leguminosas reducen las emisiones de metano entérico y posiblemente también las de óxido nítrico. Se suplementaron dietas bovinas con taninos, encontrándose resultados similares en la reducción de emisiones de CH<sub>4</sub>. Del 25 al 27 de octubre de 2023, se llevó a cabo el segundo encuentro presencial y virtual del proyecto, con el objetivo de compartir avances de investigaciones y discutir temas administrativos y técnicos para cumplir con los objetivos del proyecto. Un hallazgo notable fue que, a pesar de realizar mediciones de óxido nítrico en condiciones térmicas muy bajas, en Argentina, en la estación invernal las emisiones, aunque bajas, eran detectables y acumulaban cantidades significativas al final de la estación. Este resultado fue novedoso y relevante para planear futuros experimentos en emisiones GEI.

### **Oportunidades de Mejora**

En cuanto al proyecto y su financiación, se identificaron deficiencias en la formulación inicial del proyecto que llevaron a la necesidad de reasignar fondos a lo largo del tiempo. Algunas necesidades no fueron percibidas inicialmente, mientras que otros ítems aparecieron sobredimensionados. Varios equipos y elementos de laboratorio que se consideraban disponibles al momento de la formulación del proyecto resultaron no estar operativos. La adquisición de pequeños equipos complementarios y la dependencia de servicios tercerizados se volvieron esenciales para la continuidad del proyecto, destacando la importancia del ítem servicios. La obsolescencia de ciertos dispositivos, junto con la necesidad de utilizar equipos con cámaras digitales y micrófonos adecuados, sigue siendo un área de mejora. La participación en reuniones virtuales ha enfrentado dificultades debido a la insuficiencia del equipamiento de algunos participantes, además de los problemas de conectividad. Un aspecto positivo es la interacción entre grupos con diferentes niveles de experiencia, lo cual ha facilitado un significativo intercambio de conocimientos y aprendizaje. Esta colaboración se ha visto reforzada por un clima de camaradería y generosidad entre los líderes de los co-ejecutores. Finalmente, se necesita ampliar la red de técnicos involucrados en la generación de productos de diseminación. Es crucial comprometerse con la creación de un número y tipo de productos que sean compatibles con las actividades del proyecto, asegurando así su éxito y sostenibilidad a largo plazo.

### **Articulación y gestión de la Plataforma**

La gestión de una plataforma que involucró a ocho países presentó varios desafíos de coordinación que requirieron mucha colaboración y compromiso de cada equipo de trabajo. En 2022, se realizaron cuatro reuniones virtuales de coordinación con los países co-ejecutores para monitorear y seguir los avances de cada país, y en marzo de 2023 se llevó a cabo otra reunión con el objetivo de avanzar en la investigación y generación de productos. Se trabajó con indicadores internos que permitieron medir los avances realizados para cada componente del proyecto. Estos incluyeron la cantidad de talleres, reuniones técnicas y jornadas de campo, capacitaciones abiertas y para el grupo de trabajo, cantidad de estudiantes de posgrado, elaboración

de noticias y entradas de blog con información sobre los resultados y productos obtenidos, reuniones internas del grupo de trabajo y publicaciones (artículos científicos y notas en los medios de divulgación). Se mantuvieron actualizados los canales de comunicación, como la cuenta de Twitter del proyecto (@proylegumin), la web de FONTAGRO y otros productos de diseminación como Webstory, póster y FONTAGRO Tech. Todos estos esfuerzos contribuyeron al éxito del proyecto y a la difusión de sus resultados.

### **Gestión y diseminación del conocimiento**

El proyecto ha logrado una amplia diseminación de sus actividades y resultados a través de diversas plataformas y formatos. Se han actualizado constantemente los sitios web en FONTAGRO y PROCISUR, junto con la cuenta de Twitter del proyecto y varias herramientas de divulgación como Webstory, Fontagro Tech y pósters. En total, se realizaron 64 charlas, talleres y jornadas de campo, enfocándose en temas como el manejo de pasturas y la mitigación de gases de efecto invernadero, con una asistencia significativa en cada evento. Además, se han organizado capacitaciones internas, incluyendo 5 reuniones de coordinación y talleres sobre secuestro de carbono y fijación biológica del nitrógeno, con una asistencia destacada de hasta 52 participantes por sesión. El proyecto ha participado en 23 congresos y simposios internacionales, presentando investigaciones sobre emisiones de gases de efecto invernadero y estrategias de mitigación. Estas actividades han resultado en la producción de 20 artículos científicos publicados en revistas reconocidas, y varios más en proceso de revisión. Además, se han publicado 2 libros que abordan temas relacionados con el cambio climático y su impacto en el sector agropecuario, contribuyendo a la difusión del conocimiento generado. La formación de recursos humanos ha sido otro logro notable, con la capacitación de 4 becarios CIFF-GRADS y la finalización de 3 tesis de grado y 11 tesis de posgrado. Estos esfuerzos han fortalecido la capacidad técnica y científica de los investigadores involucrados y han facilitado el intercambio de conocimientos y experiencias entre los participantes del proyecto, promoviendo un ambiente de colaboración y aprendizaje continuo.



## Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)