



BASES PARA LA GENERACIÓN DE UNA ESTRATEGIA INTEGRADA DE ADAPTACIÓN PARA SISTEMAS GANADEROS DE LATINOAMÉRICA

Año 2019





Catalogación en la fuente proporcionada

por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo.

Intervenciones y tecnologías ambientalmente racionales (TAR) para la adaptación al cambio climático del sector agropecuario de América Latina y el Caribe (ALC)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Agriculture-Environmental Aspects-Latin America. 2. Agriculture-Environmental Aspects-Caribbean Area. 3. Crops and Climate-Latin America. 4. Crops and Climate-Caribbean Area. 5. Climate Change Mitigation-Latin America. 6. Climate Change Mitigation-Caribbean Area. 7. Food Security-Latin America. 8. Food Security-Caribbean

Esta publicación se realiza en el marco del proyecto "Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnologías de Cambio Climático en Latinoamérica y el Caribe (LAC)". 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 LAC, 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 el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) entidad ejecutora.

Autores: Marta A. Alfaro, Luis Inostroza, Laura Finster, Alejandro Costantini, Ana G. Pérez, Christina Chinchilla, Pablo Mamani, Juan Vallejos

Edición de estilo: José L. Zambrano, Eugenia Saini.

Diseño: Adrián Orsetti

Fotos e imágenes: Banco de imágenes de FONTAGRO y otras con sus respectivas autorizaciones.

Washington D.C., diciembre de 2019

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-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.



AGRADECIMIENTOS

El Consorcio integrado por Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile desea agradecer al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) por el financiamiento otorgado para la ejecución de este proyecto.

Así mismo, se agradece el apoyo brindado por las Instituciones participantes: INTA de Argentina, PROINPA de Bolivia, CICA-UCR de Costa Rica e INIA de Chile y a las empresas del sector privado, asociaciones gremiales de productores y productores que en cada país apoyaron la ejecución de este proyecto.

El Consorcio agradece el apoyo de la Secretaría Técnica Administrativa de FONTAGRO, tanto en aspectos administrativos como comunicaciones, por su ágil gestión y sugerencias técnicas.

INIA Chile agradece la colaboración de los equipos técnicos y de apoyo administrativo de Argentina, Bolivia y Costa Rica por los esfuerzos y las contribuciones realizadas para una exitosa ejecución del presente proyecto.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	3
ÍNDICE GENERAL.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	6
GLOSARIO.....	7
INDICADORES DEL PROYECTO	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
OBJETIVO DEL PROYECTO	10
Objetivo General	10
Objetivos Específicos.....	10
ANTECEDENTES	11
Estructura del Proyecto.....	12
RESULTADOS	15
Argentina.....	15
Bolivia.....	19
Costa Rica	21
Chile.....	22
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
LECCIONES APRENDIDAS.....	31
REFERENCIAS.....	33
– ANEXOS	35
1.1.1 Anexo 1.1.1 Actividad 1.1. Conformación del consorcio, Convenios financieros firmados. 35	
1.1.2 Anexo 1.2.1 Actividad 1.2. Integración del consorcio. Programas y actas de reuniones presenciales o remotas.	36
1.1.3 Anexo 1.2.2 Actividad 1.2. Integración del consorcio. Talleres de trabajo internos en cada país.....	53
1.1.4 Anexo 2.1.1 Actividad 2.1. Listado del material genético a evaluar por país.	54
1.1.5 Anexo 2.2.1 Actividad 2.2. Instalación de unidades experimentales de campo para la evaluación, Protocolo de manejo.....	55

1.1.6	Anexo 2.3.1 Actividad 2.3. Evaluación del rendimiento de forraje. Ejemplo de planillas de registro de campo.	63
1.1.7	Anexo 2.3.2 Actividad 2.3. Evaluación de rendimiento de forraje. Listado del personal contratado, estudiantes y tesistas.	64
1.1.8	Anexo 2.5.1 Actividad 2.5 y 2.6 Análisis de resultados, informes técnicos finales por país.	66
1.1.9	Anexo 3.1.1 Actividad 3.1 Definición de la metodología de evaluación económica de medidas integradas de adaptación. Protocolo para la evaluación económica en cada país. .	156
1.1.10	Anexo 3.3.1 Actividad 3.3. Preparación de informes técnicos. Informe compilado de la evaluación económica por país.	172
1.1.11	Anexo 4.1.1 Actividad 4.1 Generación de página web del consorcio. Página web activa.	182
1.1.12	Anexo 4.1.2 Actividad 4.1 Generación de página web del consorcio. Links de página web en portales institucionales.	183
1.1.13	Anexo 4.2.1 Actividad 4.2 Generación de publicaciones del proyecto. Publicaciones divulgativas por cada país del consorcio.	184
1.1.14	Anexo 4.2.2 Actividad 4.2 Generación de publicaciones del proyecto. Presentaciones en congresos por país.	185
1.1.15	Anexo 4.3.1 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Días de campo realizados por país.	186
1.1.16	Anexo 4.3.3 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Invitación a webinar.	188
1.1.17	Anexo 4.3.4 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Notas de prensa y redes sociales.	189
1.1.18	Anexo 4.4.1 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Visita de asesor internacional.	192

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de productos técnicos de evaluación.....	16
Tabla 2. Resumen de resultados del proyecto en Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile.....	17
Tabla 3. Rendimiento y calidad de forraje en pasturas naturales rendimientos con (L) y sin (CN) promoción del crecimiento del banco de semillas de <i>Lotus tenuis</i> del suelo en Argentina, \pm error estándar de la media.....	17
Tabla 4. Resumen de emisiones de GEI por sistema de cría.....	19
Tabla 5. Comparación de la materia seca (MS) producida por la soya CIGRAS-UCR-06 según los días desde la siembra, en diferentes estaciones del año y sitios experimentales.....	21
Tabla 6. Descripción del grupo experimental y la ganancia de peso registrada en promedio con y sin acceso a la soya UCR-CIGRAS-06.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujos de N-N ₂ O, en pasturas naturales con (L) promoción de <i>Lotus tenuis</i> en Argentina, durante el período invernal de 2016.....	18
Figura 2. Flujos de N-N ₂ O, en pasturas naturales sin (CN) promoción de <i>Lotus tenuis</i> en Argentina, durante el período invernal de 2016.....	18
Figura 3. Efecto de la gallinaza y la fertilización química en el rendimiento de tres generaciones de brotes de tuna, evaluados a 25 meses después de su plantación en dos comunidades del municipio de Anzaldo, Cochabamba.....	20
Figura 4. Efecto de la tuna forrajera en el incremento de peso de ovinos en el municipio de Anzaldo, Bolivia evaluado en dos momentos de su alimentación (2 y 4 semanas).....	20
Figura 5. Producción de materia seca (MS) durante la primavera, verano, otoño y total anual de las temporadas a) 2015/16 y b) 2016/17 de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Barras indican error estándar de la media (n=4).....	24
Figura 6. Rendimiento de materia seca por estación (t ha ⁻¹) para a) Primera temporada de evaluación (establecimiento) y b) segunda temporada de evaluación, para las distintas especies y mezclas forrajeras. Letras distintas indican diferencias significativas por estación (p<0,05). Barra de error corresponde al error estándar de la media (n=5).....	25

GLOSARIO

AF:	Agricultura Familiar
CC:	Cambio Climático
FONTAGRO:	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
INTA:	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina
CICA:	Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental
UCR:	Universidad de Costa Rica UCR
INIA:	Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile
IPCC:	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible

INDICADORES DEL PROYECTO

Argentina

- 14 % de incremento de rendimiento de forraje en periodos críticos.
- 30 días de reducción del periodo de engorde en bovinos.
- 37 % de reducción de pérdidas de nitrógeno.
- 370 dólares de aumento en la rentabilidad del productor.

Bolivia

- 1000 % de incremento de rendimiento de forraje en periodos críticos.
- 100% de ganancia de peso en ovinos.
- 58 % de reducción de pérdidas de nitrógeno.
- 1368 dólares de aumento en la rentabilidad del productor.

Costa Rica

- 5 % de incremento de rendimiento de forraje en periodos críticos.
- 100 % de ganancia de peso en bovinos de engorde.
- 73 % de reducción de pérdidas de nitrógeno.
- 45 dólares de aumento en la rentabilidad del productor.

Chile

- 16-96 % de incremento en el rendimiento de forraje, según la variedad y zona evaluada.
- De 1 y 2 años hasta 4 y 5 años de persistencia de la pradera.
- 60 % de reducción de uso de nitrógeno.
- 0-20 % de reducción de pérdidas de nitrógeno.
- 193 dólares de aumento en la rentabilidad del productor.

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto denominado “bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica” estuvo integrado por Chile, Argentina, Bolivia y Costa Rica, países que basan su producción ganadera en praderas de pastoreo, y que enfrentan limitaciones por déficit o exceso de precipitaciones bajo los escenarios de cambio climático, aunque cuentan con recursos genéticos forrajeros adaptados a crecer y producir bajo condiciones de restricción climática (sequía o inundación). El fin de este convenio fue generar estrategias integradas de adaptación al cambio climático en sistemas ganaderos, que consideren el aumento de la producción de praderas de pequeños productores en períodos críticos de escasez de agua o inundación, con un manejo que permita reducir la generación de gases de efecto invernadero (GEI).

En cada país se evaluaron bajo condiciones de campo aspectos productivos y económicos asociados a la implementación de una estrategia integrada de adaptación. En el período mayo 2015 - octubre 2017 se establecieron ensayos de evaluación de variedades forrajeras tolerantes a la sequía en Chile (regiones del Bío Bío y Los Ríos), tuna forrajera en Bolivia (valle y zona andina), soya forrajera adaptada al pastoreo directo en Costa Rica (región Huetar) y lotus en Argentina (Cuenca del Río Salado).

En todos los países se realizaron evaluaciones de rendimiento, calidad y persistencia de estas nuevas especies y variedades. Además, en Chile, Argentina y Costa Rica se cuantificaron las emisiones de GEI asociadas a las estrategias de fertilización implementadas. En Bolivia se realizó una estimación de las emisiones de GEI siguiendo el método recomendado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

En Chile, las mejores alternativas propuestas (*Lotus uliginosus* con *Lolium perenne* en la zona mediterránea del país y *Bromus valdivianus* en la zona templada del país) presentaron un rendimiento entre un 16 y 96 % superior en relación con el control, en el período seco ($p < 0,05$). Adicionalmente, en la zona templada del país, la inclusión de Bromo permitió reducir la fertilización nitrogenada en un 60 %, en relación con el tratamiento control. A partir del segundo año, la intensidad de emisión disminuyó hasta en un 20 % ($p < 0,05$) en los tratamientos, dada la mayor productividad de forraje que lograron obtener las alternativas propuestas en el período de verano y otoño.

En Argentina, la promoción de Lotus (*Lotus tenuis*) permitió incrementar la producción de forraje en el verano en un 14 %, aunque este incremento no fue significativo estadísticamente ($p > 0,05$), el valor nutricional de esta pradera tuvo un potencial incremento de 100% en la ganancia de peso de bovinos (ciclo completo), reduciendo la intensidad de emisión de GEI del ciclo productivo en un 37 %. En Bolivia, la inclusión de tuna forrajera (*Spuntia leucotricha*) en suelos fuertemente degradados y con limitaciones climáticas (> 3.000 msnm) permitió incrementar al doble la ganancia de peso de ovinos en cuatro semanas de evaluación, lo que se tradujo en una reducción de la intensidad de emisión de GEI en un 58 % para el ciclo productivo ($p < 0,05$). En Costa Rica, la inclusión de soya forrajera (*Neonotonia wightii*) permitió aumentar la producción de forraje en el período crítico en un 90 % ($p < 0,05$), aunque presentó dificultades de establecimiento. El mayor crecimiento y calidad proteica del forraje resultó en una ganancia diaria de peso en animales de doble propósito 2,4 veces más alta, en comparación con los sistemas basados en pasturas tradicionales. Debido a esto, la intensidad de emisión de GEI se redujo en un 73 % ($p < 0,05$) en el período.

Estas acciones fueron complementadas con talleres de trabajo en cada país, con la finalidad de analizar las potenciales limitaciones a la adopción de las estrategias evaluadas. Los resultados de estos talleres indican que las principales barreras tienen relación con la falta de información técnica local a nivel de productor y de los equipos

técnicos que prestan asesoría, y la necesidad de contar con información relativa a los costos incrementales de su implementación. En las actividades de difusión del consorcio participaron en forma directa 706 productores y técnicos, de los cuales el 75 % correspondió a varones. Las acciones incluyeron actividades tales como días de campo, seminarios y talleres (26), participación en congresos nacionales e internacionales (8), videos cortos (10), notas de prensa y uso de redes sociales (32), entrevistas radiales (1). El consorcio ha contribuido a la formación de recursos humanos a través de pasantías (10) y tesis de pre y post grado (4), webinar (1) y la capacitación de recursos humanos extra-consorcio (Perú).

OBJETIVO DEL PROYECTO

El fin del proyecto denominado “bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica” fue evaluar y generar tecnologías de adaptación al cambio climático en sistemas ganaderos de Chile, Argentina, Bolivia y Costa Rica, que permitan el aumento de la producción de praderas de pequeños productores, y a la vez, reducir la generación de gases de efecto invernadero (GEI).

Objetivo General

Generar estrategias integradas de adaptación al cambio climático en sistemas ganaderos, que consideren el aumento de la producción de praderas de pequeños productores en períodos críticos de escasez de agua, con un manejo que permita reducir la generación de gases de efecto invernadero.

Objetivos Específicos

- Aumentar el rendimiento de forraje en periodos estivales de 0-1 a 2-3 t de materia seca ha⁻¹.
- Desarrollar una mayor persistencia de la pradera (1-2 años).
- Reducir la cantidad y costos de la fertilización nitrogenada en periodos cálidos (20-50% de reducción).
- Reducir la pérdida de N por NH₃ en periodos cálidos (reducción del 20-60%).
- Aumentar la rentabilidad de los sistemas ganaderos, por una mayor persistencia de las praderas o mayor tasa de engorde o producción de leche, y por ende, una mejor relación entre los costos de producción y los beneficios.

ANTECEDENTES

La producción agrícola-ganadera en los países de América del Sur, especialmente en el Cono Sur, se ha incrementado fuertemente en los últimos 20 años, debido a la creciente demanda global de alimentos. Sin embargo, la mantención de esta productividad y su potencial desarrollo se encuentran en riesgo debido al cambio climático. El desafío es responder a estas demandas globales bajo condiciones climáticas cada vez más adversas, situación aún más crítica a nivel de pequeño productor dados los menores niveles tecnológicos y de inversión disponibles en este estrato, en contraste con la ganadería empresarial.

En Chile, cerca del 90 % de la superficie de praderas se cultiva bajo condiciones de seco, por lo que la productividad de los sistemas ganaderos depende directamente de la intensidad y frecuencia de las precipitaciones. En los últimos años, el incremento en la frecuencia de los eventos de sequía o inundaciones extremas ha hecho que las tasas de crecimiento de forraje en praderas tiendan a cero durante estos periodos. Así, por ejemplo, se estima que para fines del siglo XXI en los ambientes mediterráneos de Chile continental se producirá una reducción cercana al 40 % en la cantidad de precipitaciones y un incremento de 2-4°C en la temperatura del aire.

En Argentina, la región Pampeana en la cuenca del Río Salado de la provincia de Buenos Aires es la que concentra el mayor porcentaje de la producción agropecuaria nacional. El clima en esta zona es templado, con humedades que declinan hacia el oeste. El régimen pluvial es muy variable y desde los años 80 se han registrado lluvias con variaciones marcadas, dando lugar a años secos, intermedios o muy lluviosos, que se alternan no uniformemente, causando un importante cambio en el sistema de producción ganadero tradicional. Sumado a esto, los potreros utilizados para la explotación ganadera son conocidos como bajos salinos - alcalinos, de pobre drenaje y de cobertura vegetal que se caracteriza por su baja producción de forraje, combinando especies de ciclo invernal y estival de baja calidad para alimentación del ganado vacuno.

En Bolivia, los productores de las regiones semiáridas andinas han visto disminuir dramáticamente la tenencia de ovinos en los últimos 50 años, desde las 100 a sólo 30 cabezas de ovinos por familia. Las tendencias muestran que el promedio seguirá bajando y se estima que en los siguientes 50 años pueda desaparecer la crianza de ovinos, principal fuente de proteína de origen animal para la alimentación humana de la Región. Las causas se atribuyen al minifundio y sobre todo a la sequía cada vez más intensa que influye en la productividad del forraje cultivado y natural.

En Costa Rica, la producción de carne y de doble propósito enfrenta costos de producción que superan a los de la región latinoamericana. En esta zona se espera que la disminución de frentes fríos altere el equilibrio ecológico, con déficit en las precipitaciones de noviembre a marzo. Cerca del 70 % de los productores ganaderos de Costa Rica pertenecen al estrato Agricultura Familiar concentrando el 25 % de la población bovina. Al igual que en Chile, son agricultores que desarrollan sistemas productivos de subsistencia y transición, muy vulnerables a las oscilaciones de los precios nacionales e internacionales, particularmente bajo el modelo costarricense de promover su economía a partir de tratados de libre comercio.

Así, Chile, Argentina, Bolivia y Costa Rica comparten una problemática común a nivel de Agricultura Familiar (AF), esto es, basar su producción ganadera (leche, carne y lana) en praderas de pastoreo, cuya productividad (rendimiento y calidad) y persistencia será fuertemente afectada como consecuencia del cambio climático.

Los trabajos realizados en términos de adaptación que se han realizado previamente en los países del consorcio se han enfocado en el desarrollo de recursos genéticos pratenses adaptados a la sequía y restricciones de suelos (por ejemplo, Proyecto FONTAGRO, PPID#787/2005), disponiéndose en Chile y Costa Rica de germoplasma de especies adaptadas a crecer y producir forraje bajo condiciones de restricción climática (sequía). En Argentina y Bolivia se ha trabajado en el desarrollo e introducción de cultivares que puedan aumentar la productividad en los ambientes marginales, como *Lotus tenuis* y *Medicago spp*, respectivamente.

Este proyecto tiene por objetivo la evaluación de recursos forrajeros, a nivel de AF, que reduzcan la vulnerabilidad de los sistemas ganaderos al cambio climático por medio del uso de material genético tolerante a periodos de estrés hídrico, sin que su inclusión en los sistemas resulte en incrementos en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Esto es especialmente relevante cuando las posibles interacciones que se producen entre las estrategias que permiten la adaptación al cambio climático y aquellas que resultan en la mitigación de las emisiones de GEI, pueden generar barreras a la adopción de las tecnologías evaluadas y/o generar co-beneficios o externalidades no consideradas previamente, que fomenten su adopción.

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El Consorcio estuvo liderado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA), y apoyado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), Fundación PROINPA de Bolivia y el Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica. Para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto se plantearon cuatro componentes:

Componente 1: Consorcio integrado y conformado.

Durante toda la ejecución del proyecto, este Consorcio sostuvo reuniones virtuales para el establecimiento de procesos administrativos de rendición de informes técnicos y financieros. El consorcio se reunió en un taller presencial una vez conformado legalmente, y adicionalmente, una vez en e2017. En estas reuniones se establecieron los protocolos técnicos para las evaluaciones de campo (rendimiento de forraje y emisiones de GEI, evaluaciones animales y del costo-beneficio de las alternativas propuestas).

La integración de Argentina al Consorcio fue un proceso lento que sólo se concretó en enero de 2016. Esto se debió a procesos internos argentinos de revisión de participación en proyectos con financiamiento internacional (fondos en dólares) y las dificultades asociadas a las variaciones del tipo de cambio en ese país. Para contribuir a subsanar esta tardanza, se solicitó la ampliación del plazo de ejecución del proyecto en 10 meses (mayo de 2017 a marzo 2018). Dentro de este componente se plantearon las siguientes actividades:

- 1.1 Conformación del consorcio
- 1.2 Integración del consorcio

Componente 2: Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas técnicamente.

En Chile, se cuantificó el rendimiento y principales componentes de calidad del forraje de los materiales seleccionados (solos o en mezcla) en dos sitios experimentales (Región del Bio Bío, n=4; Región de Los Ríos, n=5). En ambos sitios experimentales se evaluó el desarrollo radicular. En la zona centro-sur del país se realizó un estudio de los principales índices espectrales empleados para determinar el grado de estrés de la planta y en el sur del país se estimaron las emisiones de óxido nitroso y metano de suelo (cámaras estáticas) y el balance de carbono en los distintos tratamientos, y se realizó el análisis de la disponibilidad de N en el suelo (nitrato y amonio, 0-10 cm). Esta información fue complementada con determinaciones paralelas de temperatura media del aire, temperatura del suelo (0-10 cm) y pluviometría. En Argentina, la promoción del crecimiento de *Lotus tenuis* fue evaluada con factores que incluyeron el porcentaje de inclusión de Lotus, tipo de suelo y pastoreo, representados por tres sitios experimentales. Adicionalmente se determinaron las emisiones de N₂O y la emisión de GEI en el sistema productivo. En Bolivia, los materiales seleccionados inicialmente en Chile no lograron establecerse en la zona andina dada una severa sequía y la restricción nutricional del suelo, por lo que se seleccionó un nuevo material genético nativo de *Spuntia leucotricha* (tuna forrajera). Se evaluó el número de brotes y la biomasa fresca de tuna en tres momentos de corte y su efecto en la ganancia de peso de ovinos. Las emisiones de GEI fueron estimadas siguiendo las metodologías del IPCC (IPCC, 2006). En la zona del valle, semillas de tres forrajeras fueron evaluadas exitosamente (rendimiento). En Costa Rica (zona norte) se estableció una parcela con franjas de soya forrajera (*Neonotonia wightii* cv. UCR-CIGRAS-06) en una finca de ganadería de doble propósito, en cuyo sistema no se aplica fertilizante a las áreas de pastoreo ni se complementa la alimentación con alimentos balanceados. Se evaluó la resistencia del germoplasma al pastoreo de terneros, el rendimiento de la pradera, el efecto de la alimentación alterna, con y sin acceso al forraje de soya y se cuantificaron las emisiones de N₂O asociadas al banco con franjas de soya en comparación con el pastoreo usual (cámaras estáticas, n=4). Además, se estimó el metano producido por el engorde de los animales, a partir de factores de emisión internacionales (IPCC, 2006). Para este componente se plantearon las siguientes actividades:

- 2.1 Selección de material genético a emplear por país.
- 2.2 Instalación de unidades experimentales de campo para evaluación técnica de medidas integradas de adaptación.
- 2.3 Evaluación del rendimiento de forraje bajo condiciones de restricción hídrica, incluyendo su persistencia en periodos críticos.
- 2.4 Cuantificación de la eficiencia del fertilizante nitrogenado.
- 2.5 Análisis de resultados.
- 2.6 Preparación de informes técnicos.

Componente 3: Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas económicamente.

Se realizó una evaluación técnico - económica de las estrategias específicas de adaptación, comparando entre la situación *ex ante* (sin la aplicación de las estrategias) versus la situación *ex post* (con la aplicación de las estrategias de adaptación).

Para el desarrollo de esta evaluación, se analizaron las distintas alternativas técnicas en su forma de ser aplicadas en los distintos países integrantes de este proyecto, los datos fueron levantados a través de fichas estándares productivas y económicas y se trabajó con flujos de ingresos y costos en un mismo horizonte de tiempo. Dentro de este componente se realizaron las siguientes actividades:

- 3.1 Definición de la metodología de evaluación económica de medidas integradas de adaptación.
- 3.2 Cuantificación del costo-beneficio de las medidas integradas de adaptación.
- 3.3 Preparación de informes técnicos.

Componente 4: Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en períodos críticos de escasez de agua y con menores pérdidas de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica.

La difusión y transferencia de tecnología se realizó a través de actividades abiertas a productores y asesores, informativos técnicos, seminarios y participación en congresos nacionales e internacionales. Los resultados también fueron difundidos en notas de prensa, redes sociales y la página web asociada al proyecto. Para esto se realizaron las siguientes actividades:

- 4.1 Generación de página web del consorcio.
- 4.2 Generación de publicaciones del proyecto.
- 4.3 Realización de actividades de difusión abierta del proyecto.
- 4.4. Visita de expertos internacionales.

RESULTADOS

Componente 1: Consorcio integrado y conformado.

Este consorcio se conformó en los primeros meses de ejecución, donde se concretaron las firmas de los contratos de ejecución entre el BID y la institución líder INIA-Chile y entre el INIA y las instituciones co-ejecutoras de este proyecto (Anexo 1.1.1).

Como parte de la integración del consorcio se realizaron dos reuniones presenciales de coordinación y seis reuniones virtuales que contaron con la participación de todos los países (Anexo 1.2.1). Se realizaron además cinco talleres para identificar las barreras que limitan la adopción de las tecnologías de adaptación al CC (Anexo 1.2.2), tanto en el sector público como privado, a nivel de productores y profesionales del agro. El desarrollo de talleres participativos permitió detectar las barreras que potencialmente limitan la adopción. Por ejemplo, en Chile conocer el costo beneficio de las nuevas alternativas, seguido por la disponibilidad de información técnica son factores relevantes al seleccionar nuevas opciones forrajeras. En el sector público, la falta de conocimientos técnicos fue destacada como la mayor limitante. Cabe destacar que contar con información del extranjero no fue considerado suficiente al momento de tomar la decisión. Esto muestra la importancia de los trabajos de evaluación y validación de tecnologías a nivel local.

Componente 2: Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas técnicamente.

Durante el período de ejecución del proyecto se instalaron 10 unidades experimentales distribuidas en los cuatro países miembros. En Bolivia y Costa Rica, problemas en el establecimiento de los materiales forrajeros obligaron a la resiembra tardía (Bolivia, Costa Rica) y búsqueda de alternativas diferentes (Bolivia). Una vez subsanados los problemas de establecimiento, se observó que las estrategias propuestas resultaron en un incremento significativo del rendimiento de forraje en los períodos críticos, en comparación con las opciones forrajeras tradicionalmente empleadas por el productor (Tabla 2). Esto resultó en incrementos de la productividad animal y reducción de la intensidad de emisiones de GEI (Tabla 2).

Las emisiones de GEI del suelo no variaron entre las estrategias evaluadas y los controles, lo que sugiere que no habría un efecto sobre el ciclo de carbono del suelo. Sin embargo, en Argentina, Bolivia y Costa Rica se encontró una menor intensidad de emisión al hacer la estimación por producto animal generado (kilos de peso vivo). La información técnica por país se encuentra disponible en el Anexo 2.5.1.

Argentina

La producción anual acumulada de materia seca digestible (MSD) y de proteína bruta (PB) fue de un 9 % y un 58 % superior, respectivamente, en los sectores con *Lotus tenuis*, en comparación con el pastizal natural sin manejo; observándose un aporte significativo tanto en MSD como en PB en la época estival, mientras que en el periodo estival la producción de esta pastura fue un 14 % más alta que la del campo natural sin lotus (Tabla 3).

Tabla 1. Resumen de productos técnicos de evaluación.

Indicador	Cantidad	Anexo
Protocolos para la evaluación técnica de las tecnologías	2	2.2.1
Protocolo para la evaluación económica de las tecnologías	1	3.1.1
Ensayos de campo		2.5.1
Bolivia	3	
Costa Rica	2	
Argentina	3	
Chile	2	
Talleres para la identificación de las barreras de adopción a las tecnologías	5	1.2.2
Presentaciones en congresos	8	4.2.2
Días de campo, seminarios, talleres y capacitaciones	21	4.3.1
Webinar	1	4.3.3
Visita asesoría internacional	1	4.3.2
Formación de recursos humanos		2.3.2
Tesis de pregrado	3	
Tesis de postgrado	1	
Pasantes	10	
Participantes en actividades de difusión		
Productores, asesores, estudiantes y profesionales	706	4.3.1
Mujeres	177	
Hombres	529	
Pueblos originarios	0	
Publicaciones divulgativas	7	4.2.1
Videos	10	4.3.4
Notas de prensa y redes sociales	32	4.3.4

Tabla 2. Resumen de resultados del proyecto en Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile.

País Estrategia	Argentina Lotus tenuis	Bolivia Spuntia sp.	Costa Rica Neonotonia wightii	Chile Mezclas con Bromus, Lotus
Aumento del rendimiento en periodos críticos, %	+14	+1000	+5	16-96
Persistencia	Perenne	Perenne	Anual	De 1 a 2, a 4-5 años
Uso de fertilización nitrogenada, %	n.a.	Se beneficia de fertilización balanceada	n.a.	-60
Cambio en intensidad de emisión de GEI, %	-37	-58	-73	0 a -20*
Beneficio/costo, US\$	370	1.368	45	193
Recuperación del capital, años	4	1	2	1

* a partir del 2° año

Tabla 3. Rendimiento y calidad de forraje en pasturas naturales rendimientos con (L) y sin (CN) promoción del crecimiento del banco de semillas de *Lotus tenuis* del suelo en Argentina, ± error estándar de la media.

Característica	Invierno 2016		Primavera 2016		Verano 2017		Otoño 2017	
	L	CN	L	CN	L	CN	L	CN
Materia seca (kg ha ⁻¹)	767,3 ± 174,5	679,3 ± 98,8	1769,3 ± 385,7	2167 ± 228,8	2898 ± 118,2	2542 ± 87,3	1641,3 ± 49	2323,7 ± 89
Digestibilidad promedio (%)	76,7	64,5	75,2	62,3	71,8	60,5	73,7	63
PB Promedio (%)	20,6	12	20,33	11,63	17,53	8,33	18,2	12,7

Las emisiones de N₂O, solo se vieron afectadas por la aplicación de nitrógeno como orina en ambos tipos de pradera, sin efecto significativo por la promoción del *Lotus* ni por la aplicación de heces (Figura 1). La emisión de GEI, en términos absolutos, fue 32 % superior en el sistema de ciclo completo, con respecto al de cría tradicional (177.800 kg CO₂ eq. año⁻¹ vs 134.500 kg CO₂ eq. año⁻¹). En este análisis el sistema de ciclo completo, contempló la práctica de promoción de *Lotus tenuis* (20-25 % de la superficie), lo que resulta en una pastura de mejor calidad nutritiva en el periodo crítico de verano, por lo que los terneros son destetados anticipadamente (1 mes antes) y manejados bajo pastoreo (ganancia diaria de entre 0,5 y 0,8 kg día⁻¹) hasta término, de modo que la producción total (número de animales) aumenta, resultando en un aumento de las emisiones de GEI en el sistema. Por el contrario, en el sistema convencional sin promoción de Lotus, los animales son destetados más tardíamente, y no es posible realizar la terminación de todos los animales en el predio, produciéndose su venta y disminuyendo la carga animal, y con ello las emisiones absolutas de GEI. Sin embargo, el aumento proporcional (100 %) en la producción de carne, condujo a una disminución del 37 % en la intensidad de las emisiones, medidas como kilogramos de CO₂ equivalente por kilogramo de carne, a favor del sistema mejorado propuesto por la promoción de Lotus (Tabla 1).

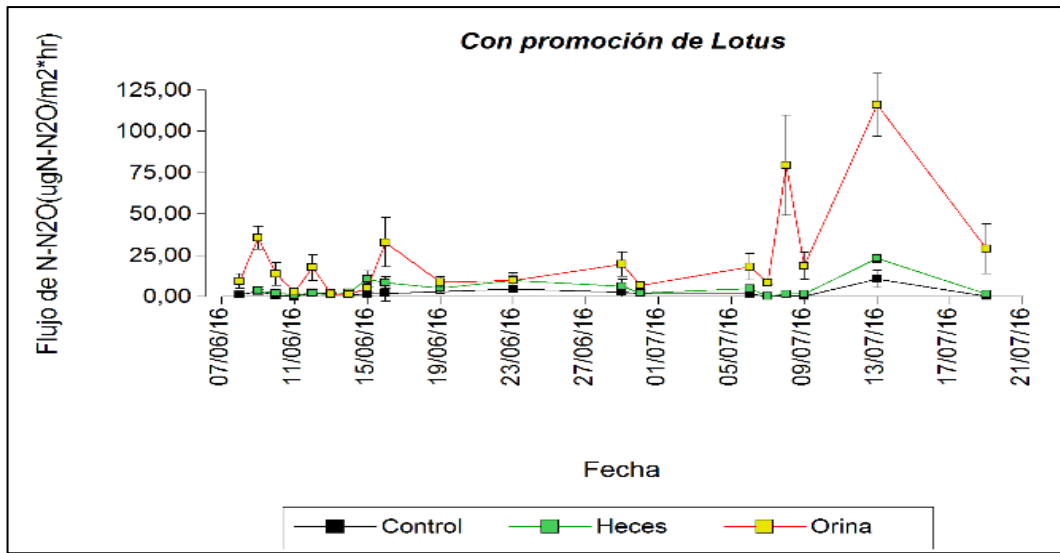


Figura 1. Flujos de N-N₂O, en pasturas naturales con (L) promoción de *Lotus tenuis* en Argentina, durante el período invernal de 2016.

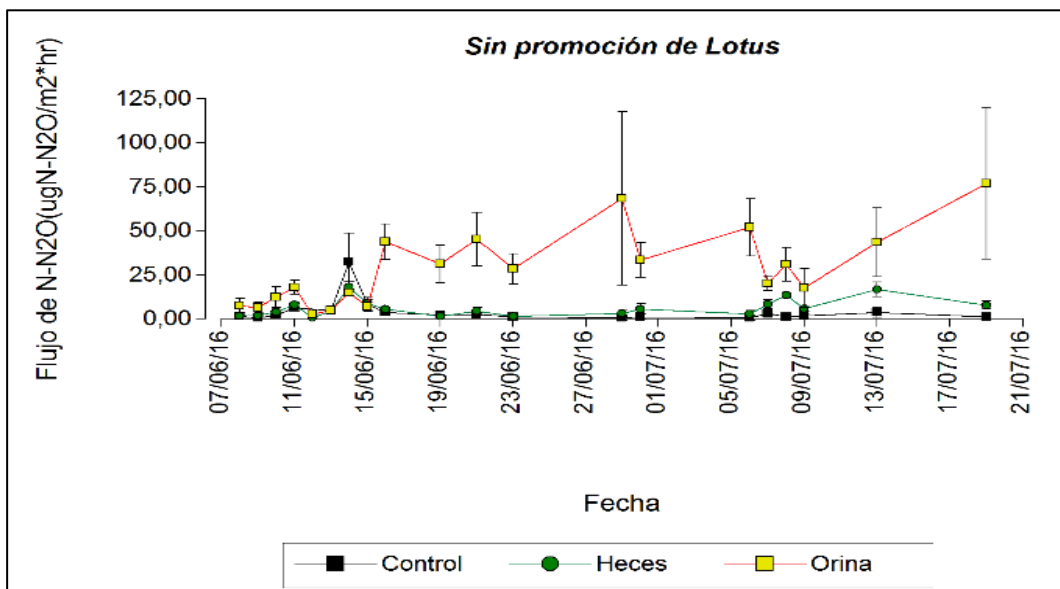


Figura 2. Flujos de N-N₂O, en pasturas naturales sin (CN) promoción de *Lotus tenuis* en Argentina, durante el período invernal de 2016.

Tabla 4. Resumen de emisiones de GEI por sistema de cría.

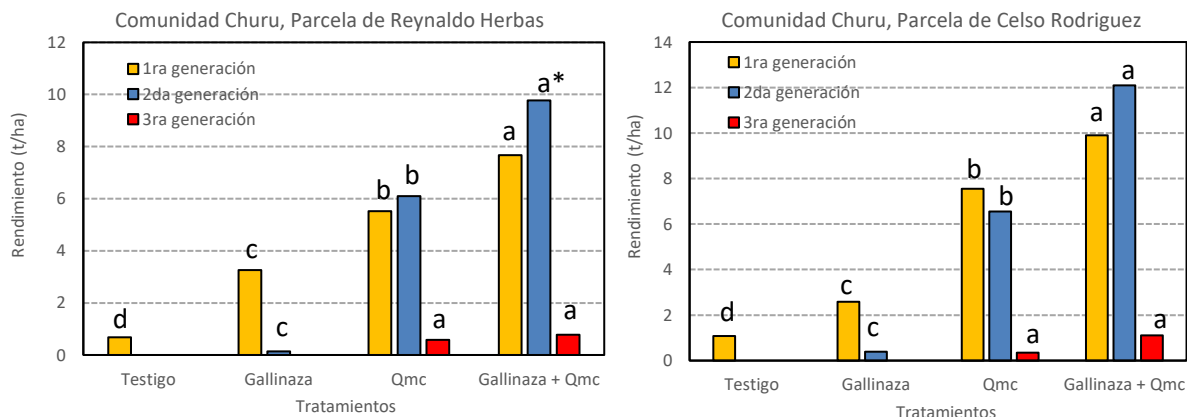
Característica	Cría Tradicional	Ciclo Completo
Emisión de metano total (kg CO ₂ eq. año ⁻¹)	92.000	119.500
Emisión de óxido nitroso total (kg CO ₂ eq. año ⁻¹)	42.500	58.300
Emisión de GEI total (kg CO ₂ eq. año ⁻¹)	134.500	177.800
Emisión de GEI (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹ año ⁻¹)	1.120	1.482
Producción de carne (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	60	120
Intensidad de las emisiones (kg CO ₂ eq. kg carne ⁻¹)	19	12

Bolivia

Los materiales seleccionados originalmente para las regiones semiáridas andinas no lograron desarrollarse según lo esperado, debido a la fuerte sequía que enfrentaron las comunidades de Anzaldo, con una reducción de un 40 % de las precipitaciones respecto a un año normal (450 mm). Sin embargo, este material genético fue evaluado en otras regiones de Bolivia, por el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" de la Universidad Mayor de San Simón -CIF- (valle central de Cochabamba, ubicado a 2614 msnm) y en el Centro Agropecuario Condoriri de la Universidad Técnica de Oruro -CEAC- (altiplano central a 3830 msnm), como parte de la colaboración con el CIF y SEFO en el proyecto. *Lotus corniculatus* fue la especie que presentó mayor persistencia y rendimiento (Anexo 2.5.1).

En las regiones semiáridas andinas se seleccionó la tuna forrajera (*Spuntia ssp*) como material genético, del cual se colectó en seis departamentos de Bolivia un total de 115 ecotipos.

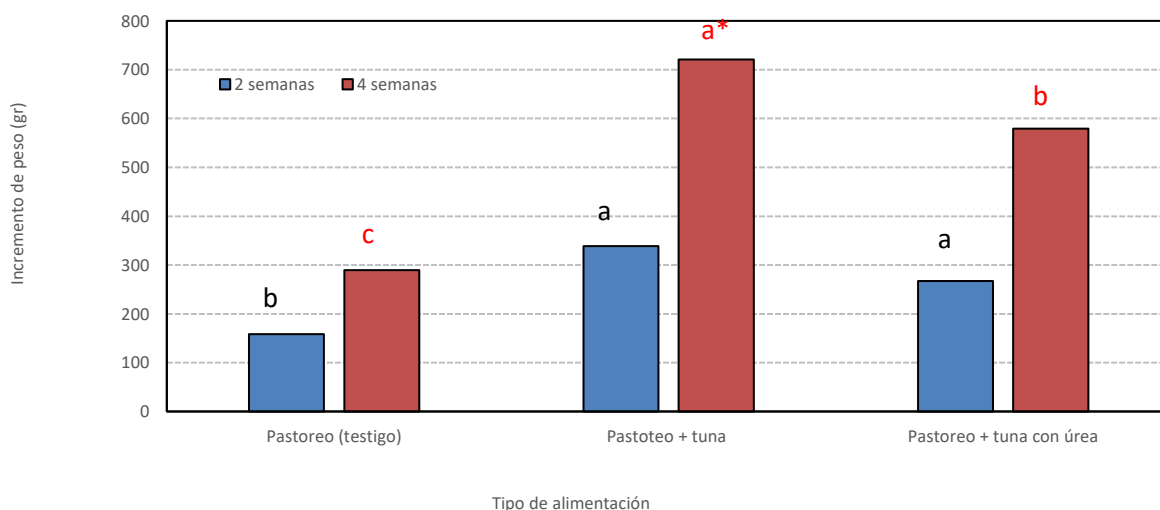
La Figura 3 muestra el efecto de la fertilización mineral y/o orgánica (gallinaza) en el rendimiento de tres generaciones de pencas (cladodios) de la tuna, donde juntas o independientes, logran incrementar el número de brotes de primera generación en relación con el testigo sin aplicación, siendo su efecto más significativo cuando se combinan ambas fertilizaciones. En la segunda y tercera generación de brotes, solo se mantiene el efecto de la fertilización química y en la mezcla de fertilizantes químicos y orgánicos.



*Las letras hacen la comparación estadística ($p < 0,05$) dentro de cada generación de brotación.

Figura 3. Efecto de la gallinaza y la fertilización química en el rendimiento de tres generaciones de brotes de tuna, evaluados a 25 meses después de su plantación en dos comunidades del municipio de Anzaldo, Cochabamba.

La Figura 4 muestra el efecto de la tuna forrajera sola y en combinación con urea (3 %) como suplemento de nitrógeno, en el incremento de peso de ovinos y evaluado en el mes de septiembre, considerado uno de los tres meses (septiembre, octubre y noviembre) con más escasez de forraje. A las dos semanas de la alimentación con tuna ya se apreció su efecto favorable en la ganancia de peso. A las cuatro semanas de la alimentación con tuna, el efecto fue más marcado en la ganancia de peso (700 gr) respecto al testigo (300 gr con solo pastoreo). La duplicación de la producción animal resultó en una reducción de 58 % de la intensidad de emisiones GEI, considerando las emisiones de metano entérico durante el periodo de producción.



* Las letras hacen la comparación estadística ($p < 0,05$) dentro de cada momento de alimentación. La unidad experimental estuvo compuesta por 4 ovinos, de 6 unidades muestrales (familias).

Figura 4. Efecto de la tuna forrajera en el incremento de peso de ovinos en el municipio de Anzaldo, Bolivia evaluado en dos momentos de su alimentación (2 y 4 semanas).

Producto de reuniones entre productores y autoridades se definió que la Fundación PROINPA se responsabilizará de gestionar recursos de entidades internacionales para apoyar el financiamiento de huertos familiares de tuna para su uso como forraje y para producción de fruta. El 2016 se iniciaron las gestiones con la Fundación SHARE de Canadá para apoyar esta iniciativa. Se establecieron visitas y reuniones entre personeros de SHARE y la alcaldía para definir la modalidad de apoyo. Tanto SHARE como la alcaldía comprometieron apoyo económico para una primera fase del proyecto que beneficiaría a 50 familias. Gestiones posteriores con los productores establecieron una contraparte de parte de ellos en términos de bolillos para cerco y mano de obra para la plantación de los huertos. El costo total del proyecto fue de US\$45.000 de los cuales el 56 % lo cubrió SHARE, el 18 % la alcaldía, PROINPA el 16 % y los productores el 10 %. Esto demuestra el interés y el impacto potencial a alcanzar con esta alternativa forrajera.

Costa Rica

Al comparar el rendimiento de materia seca en el ensayo preliminar llevado a cabo en la zona Norte y en la prueba semi comercial ejecutada en el Pacífico Central (Tabla 5), se observa una merma de la productividad en la estación seca, disminución que puede estar acentuada por la menor fertilidad del suelo en la finca de la región Pacífico Central.

Tabla 5. Comparación de la materia seca (MS) producida por la soya CIGRAS-UCR-06 según los días desde la siembra, en diferentes estaciones del año y sitios experimentales.

Lugar	Zona Norte	Pacífico Central
	(t MS ha-1)	(t MS ha-1)
Días de sembrada	Estación	
	Lluviosa	Seca
45		1,2
50	2,5	1,6
60	3,8	2,1
70	5,4	

La productividad de la pastura compuesta por 75 % pasto bermuda y 25 % pasto dulce fue de $3,6 \pm 0,8$ t MS ha⁻¹, a los 60 días después de pastorearse, período promedio de descanso del ensayo semi-comercial que se llevó a cabo en Mata Plátano de Turrubares. En términos de la calidad del forraje, el valor proteico de la mezcla de pasto Bermuda y Dulce resultó alto (mayor a 12 %) teniendo en cuenta que los muestreos fueron en época seca, sin fertilización y que la edad estaba entre los 30 días y 50 días. No obstante, la

soya se mostró como un forraje de mayor calidad porque presentó valores de proteína cruda superiores a 20 %.

La persistencia de la soya CIGRAS-UCR-06 evaluada mediante su capacidad de rebrote luego de ser pastoreada fue de (71 ± 7) % en el Pacífico Central y de (68 ± 7) % en la zona Norte. El rebrote de alrededor de 70 % permitió concluir que es posible llevar a cabo una segunda cosecha de la soya después de sembrada, aspecto fundamental para el análisis de costo beneficio de la estrategia propuesta de alimentación mixta pasto-soya.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la mayor calidad nutricional de la soya UCR-CIGRAS-06, podría mejorar la tasa de aumento de peso de los terneros (Tabla 6). Sin embargo, por las limitaciones metodológicas, como la disponibilidad de pastura en el comienzo del experimento y el agotamiento temprano de la disponibilidad de la soya a raíz del ataque de las iguanas, sería importante realizar un segundo ensayo semi comercial para dar certeza a los productores de los beneficios de la alternativa propuesta.

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la soya manejada como forraje de piso y la pastura permanente, en las emisiones acumuladas de N_2O (en $g N-N_2O ha^{-1}$, soya 234 ± 41 y pasto 276 ± 76 , $n=4$) y en el balance neto del flujo de CH_4 (en $g C CH_4 ha^{-1}$, soya 147 ± 166 y pasto 436 ± 266 , $n=4$). Por otro lado, la estimación de la producción absoluta del CH_4 entérico fue mayor con la alimentación mixta pasto-soya (51 ± 2 $kg CH_4$ a TPN, $n=4$) en comparación con la práctica usual de alimentación con sólo pastura (37 ± 3 $kg CH_4$ a TPN, $n=4$). No obstante, la estimación de las emisiones de CH_4 entérico respecto al aumento en el peso vivo de los terneros fue mayor para el pastoreo usual (723 ± 364 $kg CH_4 kg$ peso vivo $^{-1}$ a TPN, $n=4$) en relación con la práctica de pastoreo mixto pasto-soya (195 ± 23 $kg CH_4 kg$ peso vivo $^{-1}$ a TPN, $n=4$), lo que indicaría que la alternativa propuesta de pastoreo mixto pastura-soya podría disminuir la huella de carbono de la ganadería de doble propósito mediante la intensificación y mejora de la productividad de esta actividad.

Tabla 6. Descripción del grupo experimental y la ganancia de peso registrada en promedio con y sin acceso a la soya UCR-CIGRAS-06.

Tipo de alimentación	Arete	Sexo	Edad (meses)	Peso al nacer (kg)	Peso inicio ensayo (kg)	Ganancia de peso (kg/día)
Pastoreo soya /pasto	45570	H	11.8	34	79	0.65 ± 0.12
	45558	M	11.4	34	90	
	45569	M	12.1	36	90	
	44871	H	13.4	36	92	
Pastoreo pasto Bermuda + Dulce	45570				93	0.42 ± 0.16
	45558				111	
	45569				106	
	44871				111	

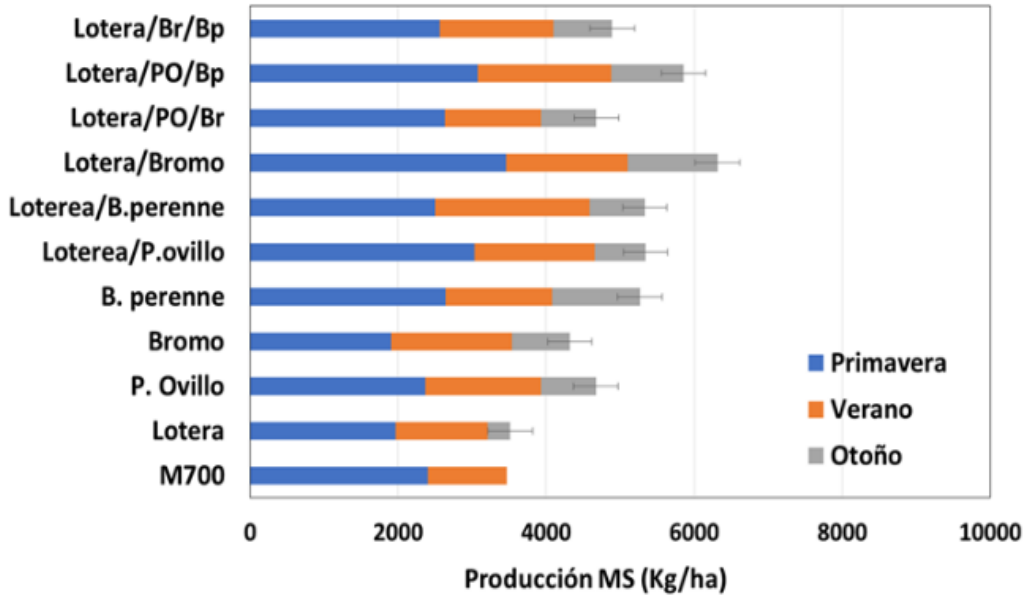
Chile

En la zona mediterránea de Chile, durante el periodo de evaluación las alternativas forrajeras propuestas por este proyecto superaron significativamente ($P<0,05$) la

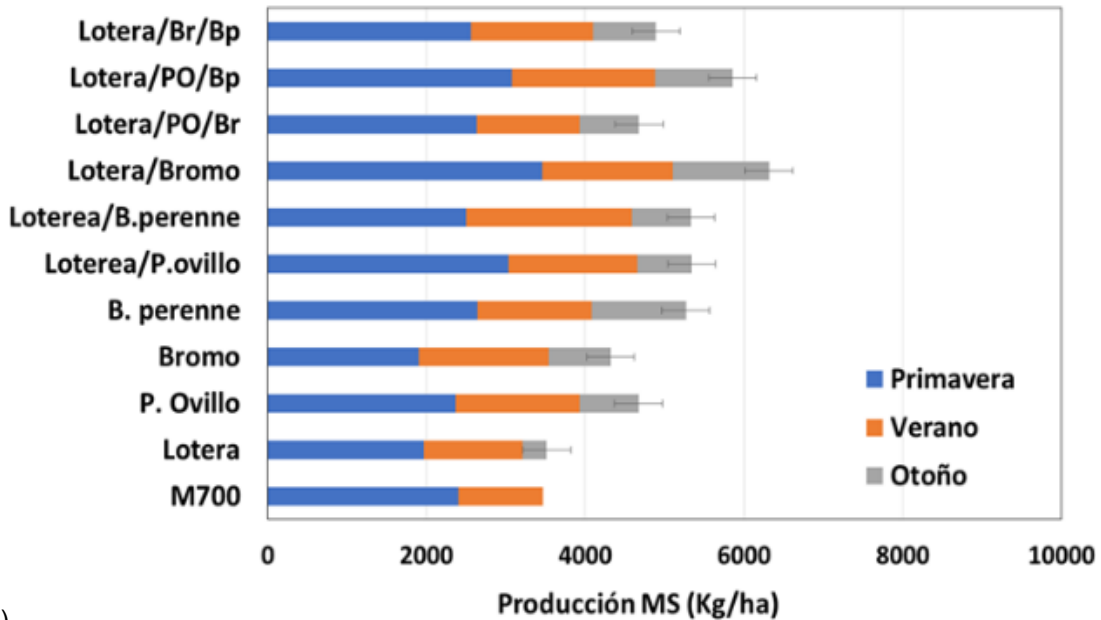
productividad del testigo. Durante el verano, el periodo más crítico para los sistemas ganaderos de la zona, algunos tratamientos fueron entre un 20 y un 96% superiores al testigo (Figura 5).

En la zona sur del país, la productividad de las especies y mezclas propuestas se comparó con la de una pradera usada en la zona, consistente en la mezcla de ballica híbrida Belinda y Maverick GII en asociación con avena Nova. Esta mezcla se caracteriza por presentar un alto nivel productivo y de calidad en zonas templadas. Sin embargo, al segundo año de establecimiento su productividad se redujo considerablemente, afectándose además en los periodos estivales, mientras que las especies propuestas mantienen o aumentan su productividad en ese periodo (Figura 5), manteniendo un mayor desarrollo radical, por lo que se adaptan de mejor manera a los periodos críticos de déficit hídrico.

Los tratamientos Bromo y Bromo+Loterá generaron un rendimiento 16 y 24 % más alto que el tratamiento control durante la primavera de 2017. El rendimiento además fue 24 % y 55 % más alto durante el segundo verano y otoño, en relación con el tratamiento control. Los resultados sugieren que las especies seleccionadas como tolerantes a la sequía presentan una mayor longitud y volumen final de raíces (0-60 cm), en comparación al número de raíces que fue mayor en la pradera control establecida por el productor (Anexo 2.5.1). Las emisiones acumuladas de N_2O-N fueron altas ($1,8 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en promedio de ambas temporadas de evaluación y todos los tratamientos). No hubo diferencias entre tratamientos para las emisiones de N_2O , aunque se observaron incrementos puntuales de nitrato en el suelo en este tratamiento durante el invierno (Anexo 2.5.1). La captura acumulada de CH_4-C en el suelo alcanzó a $6,9 \text{ kg C-CH}_4 \text{ ha}^{-1}$ en el periodo de evaluación. El balance de C alcanzó a $1379 \text{ kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1}$, en promedio para todos los tratamientos en las dos temporadas de evaluación ($P>0,05$).

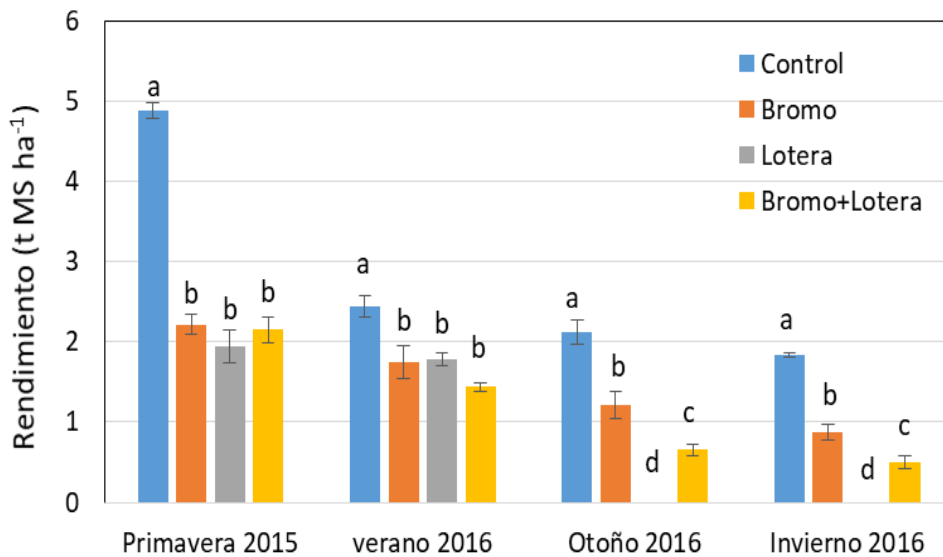


a)

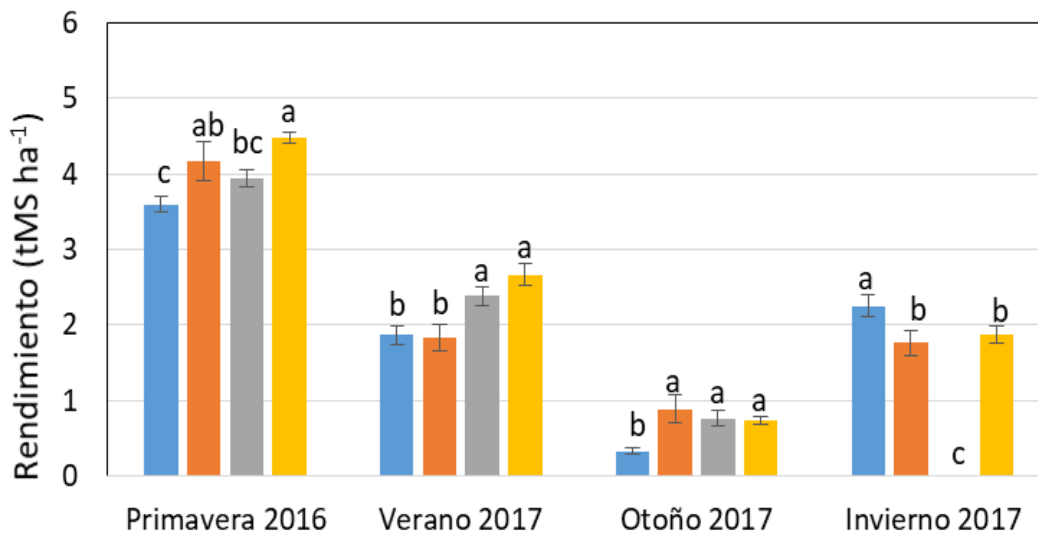


b)

Figura 5. Producción de materia seca (MS) durante la primavera, verano, otoño y total anual de las temporadas a) 2015/16 y b) 2016/17 de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Barras indican error estándar de la media (n=4).



a)



b)

Figura 6. Rendimiento de materia seca por estación ($t\ ha^{-1}$) para a) Primera temporada de evaluación (establecimiento) y b) segunda temporada de evaluación, para las distintas especies y mezclas forrajeras. Letras distintas indican diferencias significativas por estación ($p < 0,05$). Barra de error corresponde al error estándar de la media ($n=5$).

Componente 3: Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas económicamente.

El beneficio económico de la inversión realizada varió entre 45 US\$/US\$ (Costa Rica) a 1.368 US\$/US\$ (Bolivia), con periodos de recuperación del capital de 1 año (Bolivia, Chile) a 4 años (Argentina) (Cuadro 2; Anexo 3.3.1). La mayor rentabilidad interna, se observó en Chile (TIR = 757,4% y VAN = 192,8 MM US\$).

La evaluación ambiental realizada muestra que las tecnologías propuestas no generarán impactos adicionales negativos en el ambiente, pudiendo al contrario contribuir a la mejora de suelos degradados, y a disminuir el impacto por contaminación de aire o reducción de los requerimientos energéticos (Anexo 3.3.1).

Componente 4: Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en períodos críticos de escasez de agua y con menores pérdidas de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica.

En las actividades de difusión del consorcio participaron en forma directa 706 productores y técnicos, de los cuales el 75 % correspondió a varones. Las acciones incluyeron actividades tales como días de campo, seminarios y talleres (26) y participación en congresos nacionales e internacionales (8), videos cortos (10), notas de prensa y uso de redes sociales (32), entrevistas radiales (1), webinar (1), el micrositio web del consorcio y un canal de YouTube, y artículos divulgativos y cartillas técnicas (7). El consorcio ha contribuido a la formación de recursos humanos a través de pasantías (10) y tesis de pre y post grado (4), y la capacitación de recursos humanos extra-consorcio (Perú). Se realizaron reuniones virtuales de trabajo del consorcio (6) y reuniones presenciales (2) del Consorcio y se concretó la visita de un asesor internacional. Los detalles de cada actividad, así como sus respaldos pueden verse en los Anexos 4.1.1 a 4.4.1.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del proyecto demuestran el beneficio productivo de la inclusión de forrajes adaptados a las probables condiciones futuras asociadas al cambio climático en los sistemas ganaderos de los países del consorcio, con beneficios económicos directos estimados. Esto permitiría contribuir a la reducción de la pobreza y favorecer la seguridad alimentaria en familias de pequeños productores ganaderos. Asimismo, muestran la posibilidad de la obtención de co-beneficios tales como disminuciones significativas en la intensidad de emisión de GEI y una menor contaminación ambiental, producto de la reducción de las dosis de fertilización nitrogenada empleadas (Chile). Por tanto, los resultados obtenidos contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) N° 2 (Hambre y seguridad alimentaria), N° 12 (garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles) y N° 13 (adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos).

El desarrollo de talleres participativos permitió detectar potenciales barreras que limitan la adopción de las estrategias planteadas en los distintos países que conforman el proyecto, permitiendo generar opciones para superar estas limitaciones, que pueden tener aplicación en más de un país. Contar con información del extranjero no fue considerado suficiente al momento de tomar la decisión. Estos aspectos relevan la significancia de los trabajos de evaluación y validación de tecnologías a nivel local y del trabajo concertado aún en ecosistemas productivos muy distintos.

Adicionalmente, el trabajo realizado en cada país se enmarca en políticas nacionales relacionadas a incrementos productivos (por ejemplo, Ganadería Argentina: más eficiencia, más futuro, Mejor Ganadería en Buenos Aires (MeGaBA), en Argentina), protección del medio ambiente (por ejemplo, Plan del Sector Agropecuario y Rural con Desarrollo Integral de Bolivia) o de reporte ante compromisos internacionales tales como las reducciones en las emisiones de GEI comprometidas por los países en sus Contribuciones Nacionales Determinadas, (NDC por su sigla en inglés) como parte de la participación en el Acuerdo de París (Chile, Argentina). Adicionalmente, la información puede contribuir a la implementación de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por su sigla en inglés) por ejemplo en Costa Rica. Esto constituye un beneficio adicional de la ejecución de proyectos de este tipo.

Debido a lo limitado de la duración de los experimentos de campo por razones logísticas, en particular en Bolivia y Costa Rica, los resultados de producción animal obtenidos deben analizarse en forma conservadora. Adicionalmente, sería necesario complementar las evaluaciones realizadas con experimentos de mayor duración (ciclo completo). Asimismo, la estimación de la intensidad de emisión de la producción animal fue realizada en base a la estimación teórica de las emisiones de GEI por fermentación entérica (Argentina, Bolivia y Costa Rica), siguiendo la metodología del IPCC (IPCC, 2006), que pudiera no reflejar adecuadamente las emisiones reales, afectando con ello los valores de optimización reportados. Evaluaciones con animales sería el siguiente paso por seguir en Chile.

En la zona centro sur de Chile durante el otoño, la producción de MS fluctuó entre cero (M700) y 1200 kg ha⁻¹ (Lc/Lp), coincidente con estudios previos por Acuña et al. (2010) e Inostroza et al. (2014). Esta cantidad de forraje no representa una mejora inmediata de la disponibilidad de forraje para los sistemas productivos, pero representa la capacidad de las especies perennes para sobrevivir el verano y reiniciar su ciclo productivo. El testigo (M700) necesita reiniciar su ciclo a partir de semillas, proceso que ocurre durante la primavera, cuando las condiciones de temperatura son óptimas. En cambio, las alternativas propuestas por este proyecto inician rápidamente su segunda

temporada de crecimiento, dado a que las plantas ya están establecidas y completamente aclimatadas a las condiciones ambientales. Otro antecedente para considerar es la composición botánica de la pradera. Durante la primavera el testigo mostró una productividad similar a la de especies perennes, sin embargo, durante toda la temporada de crecimiento más del 50 % de la productividad de M700 estuvo constituida por malezas.

La mezcla forrajera control empleada en la zona sur del país se caracteriza por presentar un alto nivel productivo y de calidad. Sin embargo, al segundo año de establecimiento su productividad se reduce considerablemente, afectándose además en los períodos estivales, mientras que las especies propuestas mantienen o aumentan su productividad en ese periodo, manteniendo un mayor desarrollo radical, por lo que se adaptan de mejor manera a los periodos críticos de déficit hídrico (Alfaro et al., 2017b). Adicionalmente, a pesar de que la pradera control es altamente productiva, su implantación requiere una inversión significativa para el productor, cada dos años. Las praderas alternativas propuestas son menos explosivas en su crecimiento anual, pero pueden sostener una producción similar por al menos 4 años, reduciendo los costos de establecimiento y permitiendo el desarrollo de una producción más sostenible en el tiempo (Componente 3).

El rango de las emisiones de N_2O en suelos del sur de Chile fue alto, encontrándose en los valores de emisión para praderas fertilizadas con altas dosis de nitrógeno (700 kg N ha^{-1}) en el sur de Chile (Alfaro et al., 2017a), pudiendo estar asociadas a la combinación de fertilización nitrogenada y mineralización de nitrógeno por el laboreo inicial de suelo durante el establecimiento de la pastura. No hubo diferencias entre tratamientos para las emisiones de N_2O lo que sugiere que, bajo las condiciones del estudio, la inclusión de leguminosas en la pastura no incrementó las emisiones de N_2O desde el suelo. Los valores equivalentes de captura de C como metano en el suelo son similares a aquellos reportados previamente por Hube et al. (2017). Al igual que en el trabajo anterior, no se observaron diferencias entre tratamientos y sólo variaciones temporales asociadas a cambios climáticos. Esto ratifica que la capacidad del suelo andisol de capturar carbono en la forma de metano tiene mayor relación con sus propiedades fisicoquímicas que con prácticas de manejo (Hube et al., 2017).

El balance de carbono por emisiones de GEI desde el suelo no varió entre tratamientos, así las emisiones de GEI se vieron más afectadas por parámetros climáticos (precipitación y temperatura) que por el tipo de pradera o manejo de fertilización realizado. Esto es coincidente con resultados previos (ejemplo, Hube et al., 2017; Alfaro et al., 2017a) y estaría asociado a la capacidad de absorción de NH_4^+ del suelo, que resultaría en una lenta nitrificación, y por tanto desnitrificación (Cárdenas et al., 2013).

En Argentina, la práctica propuesta para el mejoramiento del pastizal natural, en los suelos más pobres del partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, condujo a una mayor oferta anual de forraje, tanto en cantidad como en calidad. La mayor disponibilidad de energía y proteína del forraje, en los lotes con promoción del *Lotus tenuis*, en comparación con aquéllos sin manejo del pastizal natural, se da, principalmente, en la estación de verano, cuando las vacas en lactancia y los animales jóvenes tienen altos requerimientos nutricionales, especialmente, proteicos (Baillares y Sarena, 2017). La aparición de trébol blanco, en invierno, podría representar una competencia indeseable en los lotes donde se promociona el establecimiento del *Lotus tenuis*, dado que esta población competiría por recursos de suelo y agua con la especie *Lotus*, dificultando su crecimiento y desarrollo en el periodo crítico de crecimiento.

Durante el invierno, las emisiones de N_2O fueron bajas y estuvieron explicadas principalmente por variables climáticas. Se requieren mediciones de GEI más

exhaustivas y regulares, tanto desde el suelo como de los animales, para poder validar las estimaciones realizadas utilizando factores de emisión por defecto.

El modelo de producción de carne propuesto, como alternativa al modelo de cría tradicional de la zona del estudio (informe técnico final Argentina, Anexo 2.5.1), demostró ser mucho más eficiente, tanto por su mayor productividad física, como por la menor intensidad de las emisiones de GEI estimadas.

En Bolivia, destacó la participación de la mujer campesina en las actividades de evaluación y valoración en campo de los recursos forrajeros evaluados, por lo que los agricultores de la zona de Anzaldo valoraron favorablemente el uso de la tuna no sólo como forraje para el ganado, sino también como fruta para el consumo humano, en particular en suelos marginales. En estos casos, la adición de fertilizante (orgánico o inorgánico) resultó en un incremento significativo de la producción, atribuible a los bajos niveles iniciales de fertilidad del suelo. La interacción favorable de la gallinaza con el fertilizante mineral hace pensar que este último compensa el desgaste natural de la gallinaza y activa otras de sus propiedades en el tiempo (Fonte y Vanek, 2012).

En Costa Rica, la productividad de la soya en el ensayo semi comercial en el Pacífico Central se vio afectada por inundación de los terrenos, lo que obligó a resembrar varios potreros por la pérdida de plantas, los que se vieron afectadas por plagas, por lo que los rendimientos alcanzados pudieran ser mejores. A pesar de estos inconvenientes, el follaje mixto aporta un alimento con mayor concentración de nutrientes gracias a la soya, con el cual se disminuye la limitante del llenado físico del animal por el alto contenido en fibra de los pastos. Al suplir los requerimientos nutricionales de los terneros esta alternativa de pastoreo promete generar mayores ganancias de peso (Tobía et al., 2006).

La soya UCR-CIGRAS-06 puede aportar forraje en los primeros meses de la época seca (de diciembre a febrero). La mejor opción para el pastoreo mixto pasto-soya UCR-CIGRAS-06 es en combinación con el pasto *Cynodon dactylon* (Bermuda), mezcla que puede contribuir a introducir nitrógeno en terrenos degradados y permitir el rebrote de la soya, en áreas donde el pasto esté bien bajo producto de un pastoreo profundo.

El paquete tecnológico de la soya debe incluir la aplicación de un insecticida granular a la siembra para evitar el ataque de insectos a la plántula, el uso de terrenos con buen drenaje, pues no tolera la anegación del suelo y en cercar la colindancia del potrero con un trasmallo en zonas con presencia de iguanas, que puede luego ser removido y reutilizado.

Se requiere realizar mayor investigación de campo para poder presentar el pastoreo mixto pastura-soya UCR-CIGRAS-06 como una alternativa viable, y no sólo prometedor, para mejorar las dietas de terneros en pastoreo de piso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Chile, las mejores alternativas propuestas (*Lotus uliginosus* con *Lolium perenne* en la zona mediterránea del país y *Bromus valdivianus* en la zona templada del país) presentaron un rendimiento entre un 16 a 96 % superior en relación con el control, en el periodo seco. Adicionalmente, en la zona templada del país, la inclusión de Bromo permitió reducir la fertilización nitrogenada aplicada en un 60 %, en relación con el tratamiento control. A partir del segundo año, la intensidad de emisión disminuyó hasta en un 20 % en los tratamientos, dada la mayor productividad de forraje que logran las alternativas propuestas en el periodo de verano y otoño. Las especies de mejor comportamiento presentaron la ventaja de poseer menores requerimientos en fertilidad de suelos e insumos durante el manejo, lo que facilitaría su adopción una vez resueltas las limitaciones al establecimiento.

En Argentina, la promoción de Lotus (*Lotus tenuis*) permitió incrementar la producción de forraje en el verano en un 14 %, con un potencial incremento de 100 % en la ganancia de peso de bovinos (ciclo completo), reduciendo la intensidad de emisión de GEI del ciclo productivo en un 37 %.

En Bolivia, la inclusión de tuna forrajera (*Spuntia leucotricha*) en suelos fuertemente degradados y con limitaciones climáticas (>3.000 msnm) permitió incrementar al doble la ganancia de peso de ovinos en cuatro semanas de evaluación, lo que se tradujo en una reducción de la intensidad de emisión de GEI en un 58 % para el ciclo productivo.

En Costa Rica, la inclusión de soya forrajera (*Neonotonia wightii*) permitió aumentar la producción de forraje en el periodo crítico en un 5 %. El mayor crecimiento y calidad proteica del forraje resultó en una ganancia diaria de peso en animales de doble propósito 2,4 veces más alta, en comparación a los sistemas con las pasturas tradicionales. Debido a esto, la intensidad de emisión de GEI se redujo en un 73 % en el periodo, lo que indicaría que la alternativa propuesta de pastoreo mixto pastura-soya podría disminuir la huella de carbono de la ganadería de doble propósito mediante la intensificación y mejora de la productividad de esta actividad.

El desarrollo de talleres participativos permitió detectar las barreras que potencialmente limitan su adopción tales como la no mantención del rendimiento y calidad productiva, además de los costos de implementación y mantención. En el sector público, la falta de conocimientos técnicos fue destacada como la mayor limitante. Cabe señalar que para los agricultores ganaderos contar con información generada en el extranjero sobre las tecnologías de interés no fue considerado suficiente al momento de tomar la decisión de adopción. Esto releva la significancia de los trabajos de evaluación y validación de tecnologías a nivel local, y del trabajo concertado aún en ecosistemas productivos muy distintos.

Adicionalmente, el trabajo realizado en cada país se enmarca en políticas nacionales relacionadas a incrementos productivos, protección del medio ambiente o de reporte ante compromisos internacionales, o NAMAs, lo que constituye un beneficio adicional de la ejecución de proyectos de este tipo.

Sería conveniente considerar meses adicionales a la ejecución de operación del proyecto para la tramitación de contratos de ejecución y buscar alternativas que permitieran subsanar problemas asociados al tipo de cambio.

LECCIONES APRENDIDAS

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, la adaptación al cambio climático es definida como la suma de todas las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de la sociedad y la susceptibilidad de los sistemas naturales, ante los efectos reales o esperados del cambio climático. De este concepto es posible derivar dos características claves de un proceso de adaptación, i) debe incluir tanto a la sociedad como a los sistemas naturales, y ii) requiere una evaluación y análisis de largo plazo.

Este proyecto, ha incorporado evaluaciones técnicas y económicas asociadas a la implementación de estrategias forrajeras destinadas a aumentar la producción primaria en sistemas ganaderos, en periodos críticos y ha demostrado que esta aproximación resulta en beneficios productivos y económicos a nivel predial. Sin embargo, debido al carácter complejo de la adaptación, un proyecto de este tipo pudiera considerar evaluaciones de tipo social, cultural u otro, con la finalidad de potenciar sus resultados. En particular los procesos de difusión y transferencia de tecnología, así como su adopción, probablemente se beneficiarían de la incorporación de otras disciplinas. Adicionalmente, proyectos de este tipo requieren periodos de evaluación más largos (al menos tres años de experimentación) con la finalidad de dar cuenta de ciclos productivos completos, bajo condiciones de variabilidad climática distinta.

En este sentido, observatorios regionales o proyectos de larga duración permitirían evaluar de mejor forma el impacto del clima en los ciclos productivos agropecuarios. Un ejemplo de trabajo colectivo de investigación con pequeños productores llevado a cabo con éxito en China fue publicado recientemente (Cui et al. 2018, Nature <http://dx.doi.org/10.1038/nature25785>; 2018). En este ejemplo, la colecta y análisis conjunto de datos de investigación local en complementación con el análisis de brechas y evaluación de la adopción de las tecnologías logró en un periodo de 10 años incrementar la productividad de los principales cultivos (11%, en promedio), al mismo tiempo que permitió disminuir las dosis de fertilización aplicadas (15 a 18% según el cultivo, en promedio), para un total de 37,7 mill de hectáreas y 21 mill de pequeños productores, con un resultado económico equivalente a US\$12.2 bill en el periodo. Este es un ejemplo concreto de la significancia de los trabajos de evaluación y validación de tecnologías a nivel local, y del trabajo concertado aún en ecosistemas productivos distintos. Un estudio de este tipo permitiría, además, complementar las evaluaciones técnicas con el manejo de otros aspectos relevantes para la calidad de vida de pequeños productores, tales como nutrición humana, contribuyendo a la disminución de problemas de desnutrición y/o hambre oculta.

Este proyecto también ha permitido demostrar la existencia de co-beneficios al implementar medidas de adaptación. La reducción de las emisiones de GEI por unidad de producto generado (Intensidad de emisión, IE) demuestra que la inversión en adaptación resulta en un beneficio directo de mitigación en el sector agropecuario. Así, proyectos que consideren evaluaciones integradas adaptación-mitigación reportarían una visión más completa de los beneficios de una inversión ambiental de este tipo. Adicionalmente, la contribución de algunos forrajes (tuna forrajera) a la mejora de la seguridad alimentaria en comunidades andinas es algo que debiera poder ampliarse con proyectos futuros complementarios, dada su contribución a la reducción de la inseguridad alimentaria en la región.

La participación de asociados (empresas privadas, asociaciones gremiales, asociaciones de productores, representantes del sector público, entidades de financiamiento) durante el proceso de investigación (selección de materiales genéticos, evaluación en campo)

fortalece la relación investigación-productor ayudando a la extensión de los resultados y favoreciendo la potencial adopción de las tecnologías propuestas. La inclusión de tomadores de decisiones (entidades de financiamiento, autoridades políticas locales) favoreció la adopción de los forrajes propuestos al presentar oportunidades concretas de financiamiento de capital para la inversión inicial requerida, en particular en países con menor margen económico o donde el periodo de recuperación del capital fue mayor a un año. Adicionalmente, su involucramiento permitiría un mayor escalamiento espacial (mayor superficie) y temporal (proyectos locales/nacionales de mayor duración). Esto, en conjunción con la generación de información técnico-económica validada localmente representaría una oportunidad para aumentar las tasas de adopción de las tecnologías propuestas.

Una aproximación integrada y de largo plazo beneficiaría no sólo la adopción de las tecnologías propuestas, sino que también la continuidad de las líneas de investigación y grupos de trabajo. En proyectos de corta duración (dos años) se inician colaboraciones formales y se generan resultados auspiciosos. Sin embargo, el fortalecimiento de las redes de investigación y la completación/validación de los resultados generados requieren mayor disponibilidad de recursos (tiempo y recursos financieros). Proyectos muy cortos tienen un alto riesgo de no lograr trascender en el tiempo, reduciendo el impacto de la inversión realizada. Adicionalmente, proyectos de mayor largo plazo permitirían incorporar conocimiento existente en los países (a nivel cultural o en instituciones de investigación) que no es posible sumar en periodos tan cortos, por desconocimiento o por limitaciones técnicas y logísticas.

En específico, debido a lo limitado de la duración de los experimentos de campo por razones logísticas y climáticas, en particular en Bolivia y Costa Rica, los resultados de producción animal obtenidos deben analizarse en forma conservadora. Adicionalmente, sería necesario complementar las evaluaciones realizadas con experimentos de mayor duración.

La estimación de la intensidad de emisión de la producción animal fue realizada en base a la estimación de escritorio de las emisiones de GEI por fermentación entérica (Argentina, Bolivia y Costa Rica), siguiendo la metodología del IPCC (IPCC, 2006), que pudiera no reflejar adecuadamente las emisiones reales, afectando con ello los valores de optimización reportados.

REFERENCIAS

- Acuña H, Inostroza L, Sánchez MAP, Tapia G. 2010. Drought-tolerant naturalized populations of *Lotus tenuis* for constrained environments. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*. 60: 174 - 181
- Alfaro, M., Vistoso, E., Salazar, F., Hube, S., Ramírez, L., Rosas, A. 2014. Emisiones de óxido nitroso en una pradera permanente fertilizada con distintas fuentes de nitrógeno en un suelo volcánico del sur de Chile. En: *Proceedings de la I Conferencia de Gases de Efecto Invernadero en Sistemas Agropecuarios de Latinoamérica (GALA)* (Alfaro et al., eds). Osorno 3 de octubre del 2014. Serie actas INIA n°54 pp: 65-66.
- Alfaro, M., Hube, S., Salazar, F., Ramírez, L., Vistoso, E. 2017a. Factores de emisión de óxido nitroso por aplicación de distintas fuentes de nitrógeno en suelos volcánicos bajo pradera del sur de Chile. En: *Proceedings de la 3a Conferencia de Gases de Efecto Invernadero en Sistemas Agropecuarios de Latinoamérica (GALA)*. Colonia del Sacramento-Uruguay, 4-6 de octubre. pp: 94.
- Alfaro, M., Hube, S., Salazar, F., Ramírez, L., Inostroza, L. 2017b. Opciones de praderas permanentes para el cambio climático. *Informativo n°181*, 4p.
- Bailleres, M. y Sarena, D. 2017. Promoción estival de *Lotus tenuis*. Informe de divulgación. Chacra Experimental Integrada Chascomús.
- Cardenas, L., Hatch, D., Scholefield, D., Jhurrea, D., Clark, I.M., Hirsch, P., Salazar, F., Rao-ravella, S., and Alfaro, M. 2013. Potential mineralisation and nitrification in volcanic grassland soils in Chile. *Soil Science and Plant Nutrition* 59(3): 380-391.
- Fonte, S., Vanek, S. 2012. Rutas de intensificación agroecológica para el manejo de la fertilidad del suelo dirigidas a los pequeños agricultores de las zonas alto-andinas. Informe y recomendaciones para la fundación Mcknight. 102 p.
- Fundación PROINPA. 2015. Informe Compendio 2011-2014. Cochabamba - Bolivia. pp 12 - 19.
- Hube, S., Alfaro, M.A., Scheer, C., Brunk, C., Ramírez, L., Rowlings, D., Grace, P. 2017. Effect of a nitrification and urease inhibitors on nitrous oxide and methane emissions from an oat crop in a volcanic ash soil. *Agriculture Ecosystems and Environment*, doi:10.1016/j.agee.2016.06.040
- Inostroza L, Acuña H. 2010. Water use efficiency and associated physiological traits of nine naturalized white clover populations in Chile. *Plant Breeding*. 129: 700-706.
- Inostroza L., Acuña H. and Mendez J. 2014. Multi-physiological trait selection indices to identify *Lotus tenuis* genotypes with high dry matter production under drought conditions. *Crop and Pasture Science*. In edition.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendía L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.
- Ministerio de Agroindustria. Bovinos. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín trimestral N°19. septiembre 2016.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. 2011. Estrategia Nacional de Cambio Climático, Costa Rica.

- Tobía, C., Villalobos, E., y Rico, E. 2006. Uso del forraje de Soya (*Glycine max* L. Merr.) variedad CIGRAS 06 en la nutrición de los rumiantes. X Seminario de Pastos y Forrajes, pp: 77-86.

– **ANEXOS**

1.1.1 Anexo 1.1.1 Actividad 1.1. Conformación del consorcio, Convenios financieros firmados.

Componente 1. Conformación e integración

Se firmó el contrato entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el INIA -Chile (líder del proyecto). Contrato # 92, suscrito por el Dr. Juio Kalazich, Director del INIA y Sonia Rivera como representante del BID, el 22 de mayo de 2015.

Se firmó el contrato entre el INTA-Argentina y el INIA -Chile el 26 de enero del 2016, entre el Dr. Juio Kalazich, Director del INIA y el Dr. Roberto Ortega, Director del INTA.

El contrato entre el INIA y PROINPA de Bolivia fue suscrito por el Dr Mario Gandarillas, Gerente de PROINPA y el Dr. Juio Kalazich, Director del INIA.

El contrato entre el INIA y el CICA de Costa Rica, se lo firmó el 30 de julio de 2015, entre el Dr. Kalazich y el Dr Henning Jensen Pennington, Rector de la Universidad de Costa Rica.

1.1.2 Anexo 1.2.1 Actividad 1.2. Integración del consorcio. Programas y actas de reuniones presenciales o remotas.

Componente 1. Conformación e integración

Acta reunión video conferencia 19 de marzo de 2015

Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica

Fecha: 19/03/2015-VC preparatoria

Medio: Skype

Asistentes: Laura Finster (Argentina); Cristina Chinchilla, Ana Gabriela Pérez, Ronny Barboza (C. Rica), Marta Alfaro, Sara Hube, Pilar Candia Jaime Jaramillo, y Luis Inostroza (Chile)

- 1. Ronda introductoria**
 - 2. Temáticas por país de países**
 - 2.1** Argentina, principal acción en pastizales naturales de la cuenca de Salado, que sufren stress por inundación y salinización. Sin avances técnicos. Requiere carta de invitación para cualquier actividad fuera con 4 meses de anticipación.
 - 2.2** Costa Rica, evaluación de soya forrajera. Sitio del ensayo seleccionado, reunión con contrapartes privadas realizada, reunión con CIGRAS por abastecimiento de semilla realizada. Requiere carta de invitación para cualquier actividad fuera con 3 meses de anticipación.
 - 2.3** Chile, evaluación de especies perennes tolerantes a la sequía. Sitios experimentales seleccionados.
 - 3. Aspectos administrativos**
 - 3.1 Gastos de administración**, no se cancelan. Costa Rica debe cancelar retención de la Universidad.
 - 3.2 Cambio de moneda**, no hay ajustes por este tema. Cada país debe absorber las diferencias que se generen por tipo de cambio.
 - 3.3 Contratos consultores**, no se pueden cambiar los establecidos en el contrato.
 - 4. Actividades futuras**
 - 4.1** Necesidad de acelerar firma de contratos INIA Chile enviará borrador de documentos para revisión de contrapartes en cada país.
 - 4.2** Potencial fecha de reunión presencial en septiembre 2015 o noviembre 2015 (con ALPA)
-

Acta reunión video conferencia 14 de julio de 2015

Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica

Fecha: 14/07/2015-VC1

Medio: Skype

Asistentes: Laura Finster (Argentina); Cristina Chinchilla, Ana Gabriela Pérez (C. Rica), Marta Alfaro, Sara Hube, Pilar Candia Jaime Jaramillo, Luis Inostroza y Francisco Salazar (Chile)

1. **Presentación del proyecto, de manera resumida** (objetivos, alcances principales compromisos, M. Alfaro)
 2. **Avances de firma de contratos**
 - 2.1 Argentina, aún en discusión quién actuará como representante (fundación ARGENINTA o INTA).
 - 2.2 Costa Rica, documento borrador revisado. Requiere revisar dos puntos (resolución de conflictos e indemnizaciones).
 - 2.3 Chile, ok.
 3. **Aspectos administrativos**
 - 3.1 Se discuten aspectos del proceso de rendición de gastos, incluyendo formatos y alcances. Manual de procedimientos. Primer informe incluye el periodo 30/11 al 11/12/15.
 - 3.2 **Cambio de moneda**, el de la fecha al momento de la compra.
 - 3.3 **Modificaciones presupuestarias**, caso a caso, con respaldos y respetando el máximo por categoría permitido para el proyecto.
 4. **Aspectos técnicos**
 - 4.1 **Argentina**, potencial integración con proyectos propios de INT en inicio de ejecución. Posibilidad de evaluar protocolo común de trabajo.
 - 4.2 **Costa Rica**, soya forrajera se sembró el 18/06/2015 y el primer muestreo se realizó el 08/08/15. Análisis de costo-efectividad, requiere protocolo.
 - 4.3 **Chile**, ensayo zona norte establecido en abril de 2015 y en evaluación. Se comenta diferencias en evaluaciones bajo corte o pastoreo, se sugiere escribir un documento con información de barreras a la adopción de medidas, una vez que los talleres nacionales hayan sido realizados en todos los países. Listado de materiales potencialmente transferibles a Bolivia revisado.
 5. **Actividades futuras**
 - 5.1 Se generará dropbox común
 - 5.2 Se hará registro de info de contacto de todos los involucrados
 - 5.3 Próxima VC 25/09/2015, 11:30 h de Chile.
-

Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica

Fecha: 160116-VC2

Medio: Skype

Asistentes: Laura Finster, Miguel Taboada (Argentina); Pablo Mamani (Bolivia); Ana Gabriela Pérez, Ronny Barboza (C. Rica), Marta Alfaro, Sara Hube, Pilar Candia Jaime Jaramillo, Luis Inostroza, Juan Pablo Belmar y Francisco Salazar (Chile)

1. **Update**, avances generales y dificultades enfrentadas (M. Alfaro)
2. **Avances de firma de contratos**
 - 2.1 Argentina, aún en trámite. Enormes dificultades. En fase final de revisión.
3. **Aspectos administrativos**
 - 3.1 Se revisa nuevamente el formato de rendición de gastos. Se resuelven dudas de los distintos países. Fecha próximo informe incluye corte de gastos al 31/03/2016 y el envío del informe es para el 20/04/2016.
4. **Aspectos técnicos**
 - 4.1 **Argentina (MT)**, potencial integración con proyectos propios de INTA en inicio de ejecución. Selección de sitios prevista para este mes. Una becaria lista para iniciar actividades en marzo. Realizarán taller de trabajo del 24-27/02/2016.
 - 4.2 **Bolivia (PM)**, fuerte sequía generó retraso en fechas de siembra (nov 2015). Ensayos establecidos en tres ecoregiones. Taller de barreras de adopción a desarrollar en febrero 2016.
 - 4.3 **Costa Rica (AGP)**, soya forrajera se sembró el 18/06/2015 culminó su ciclo de evaluación. Situación de exceso de lluvia a la segunda plantación, genera limitaciones a la evaluación con animales. Discusión con CORFOGA sobre potenciales alternativas.
 - 4.3 **Chile (MA)**, ambos ensayos establecidos y en evaluación. Taller de barreras pendiente de realización.
5. **Actividades futuras**
 - 5.1 Evaluación técnico-económica (JPB), se elaborará protocolo base de trabajo y planillas comunes de envío de información.
 - 5.2 Reunión presencial, 28-29/03/2016, Osorno, Chile. Se hará llegar invitaciones y programa, nombre de aeropuertos cercanos e info de hoteles.
 - 5.3 Falta que contrapartes envíen fotos para generación de pag web.

Acta del primer taller de trabajo del consorcio 28 y 29 de marzo de 2016

Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica

Fecha: 28-29/03/2016, INIA Remehue, Osorno, Chile

Fecha: 28-29/03/2016, INIA Remehue, Osorno, Chile

Medio: Presencial-skype

Asistentes: Laura Finster, Alejandro Costantini (Argentina-vía skype); Pablo Mamani (Bolivia); Ana Gabriela Pérez (C. Rica), Marta Alfaro, Sara Hube, Jaime Jaramillo, Luis Ramírez, José Oñate, Luis Opazo, Juan Pablo Belmar (Skype) y Francisco Salazar (Chile)

1. Bienvenida

2. Introducción, objetivos y alcances de la reunión

2.1 Se presenta resumen del proyecto, se confirma la consolidación del consorcio con la firma del contrato de Argentina en enero 2016, se presenta estado de ejecución según carta gantt, objetivos y alcances de la reunión.

3. Aspectos técnicos

3.1 **Argentina (LF)**, 7 meses de retraso por lo que hay una potencial integración con proyectos propios de INTA en inicio de ejecución. Selección de sitios prevista para este mes, junto con la conformación final del equipo de trabajo al que se integra además una becaria. Realizaron taller de trabajo del 24-27/02/2016. Se presenta propuesta experimental.

3.2 **Bolivia (PM)**, fuerte sequía generó retraso en fechas de siembra (nov 2015). Ensayos establecidos en tres eco regiones. En forma paralela se establece y evalúa persistencia de Nopal (Tuna Forrajera), como material genético alternativo resistente al estrés hídrico. Taller de barreras de adopción se desarrolla en febrero 2016.

3.3 **Costa Rica (AGP)**, soya forrajera se sembró el 18/06/2015 culminó su ciclo de evaluación, se presentan resultados preliminares. Situación de exceso de lluvia a la segunda plantación, genera limitaciones a la evaluación con animales. Discusión con CORFOGA sobre potenciales alternativas.

3.4 **Chile (MA)**, ambos ensayos establecidos y en evaluación. Dificultades de establecimiento en el sitio experimental región de Los Ríos, se presentan resultados preliminares. Taller de barreras se realizará en abril del 2016.

4. Aspectos administrativos

4.1 Financiero: Se revisa nuevamente el formato de rendición de gastos. Se resuelven dudas de los distintos países.

4.2 Técnico: Se revisa formato según manual de operaciones de FONTAGRO. Se discute formato común, material de anexos, etc.

Se revisa calendario de informes. Fecha próximo informe incluye corte de gastos y actividades técnicas al 31/03/2016, el envío del informe por parte de los integrantes del consorcio para preparar la compilación es para el 20/04/2016.

5. Visita laboratorio y trabajo en terreno

Se visita laboratorio de análisis y ensayos de campo. Se presentan tratamientos, evaluaciones realizadas, metodologías de muestreo y análisis, desafíos y limitaciones enfrentados a la fecha.

6. Revisión de protocolos

6.1 Protocolo de praderas

Se presenta y discute cuerpo del protocolo base de ejecución para establecimiento y evaluación de las especies forrajeras en cada país, con fin de dar cuenta a los compromisos del proyecto, esto incluye tratamientos, evaluaciones mínimas, periodicidad de muestreos y manejo agronómico.

6.2 Protocolo de gases

Se presenta y discute protocolo base de muestreo y análisis de gases de efecto invernadero, esto incluye tipo de muestreo y su periodicidad según manejo experimental, evaluaciones complementarias mínimas, conservación y envío de muestras (cuando corresponda) y metodología de análisis.

6.3 Protocolo de evaluación económica

Se presenta y discute protocolo base para la generación de la evaluación económica de la adopción de las especies y manejos evaluados en el proyecto, esto incluye la valoración a escala de tiempo, curva de aceleración, valoración ecológica, carga animal y superficie para cada país del consorcio.

7. Planificación año 2, énfasis en difusión

Acciones de difusión mínimas acordadas:

- 1 día de campo por país
- 2 seminarios con material del proyecto
- 1 material divulgativo por país
- 1 publicación divulgativa, boletín del proyecto
- 1 publicación científica del consorcio

Acta de reunión video conferencia 09 de agosto de 2016

Participantes: Laura Finster, Norka Camacho, Pablo Mamani, Juan Pablo Belmar, Sara Hube, Francisco Salazar, Jaime Carrillo, Ana Gabriela Pérez, Cristina Chinchilla, Rony Barbosa.

Administrativo:

Rendición financiera en Septiembre, cumplir con plazos.

Avances técnicos por país:

Argentina

Entre Junio y Julio se realizaron las mediciones de N₂O, corte de forraje (fueron seis semanas de ensayo), están a espera de los resultados para comenzar con los análisis, se tomaron también muestras para nitrógeno disponible.

Para el taller de brechas se hará una consulta a los profesionales vía email, y a los productores se hará presencial en primavera.

Para los datos económicos, hubo cambios en relación al valor, por lo que deben afinarse los datos, para la situación con pastizal naturalizado, deben venir datos más precisos y consensuados con los demás profesionales, pero en cuanto estén los datos se enviarán.

Se trabajarán los datos con la mayor rapidez posible para calendarizar con tiempo las actividades de difusión.

Bolivia

Se harán evaluaciones en el periodo seco, un estudio de consumo, ya se han escogido los agricultores.

Se implementará el trabajo de las tunas con las mujeres, al menos con 9 familias. Ya que la tuna forrajera ha presentado una oportunidad de forraje, lo que ha generado un gran interés de las autoridades para co-financiar.

Para los datos económicos se está colectando la información, hay alguna información pero requiere una discusión con Juan Pablo Belmar.

Chile

Hubo una respuesta positiva a la creación de un sitio web.

Los ensayos continúan en ambos sitios experimentales, se espera que obtener mejores resultados en la siguiente primavera. Respecto a los datos de la evaluación económica también estamos al debe con Juan Pablo Belmar, esperamos enviar los datos este mes.

Se solicita respetar las fechas para compilar el informe. En septiembre informe económico y técnico (solo Argentina).

Costa Rica

Han tenido problemas para la continuidad de la contrapartida de INTA- MAG, por lo que se está buscando apoyo para comprar cámaras con otra institución.

Se solicitará una carta a INTA MAG para que confirmen y aseguren su participación en el proyecto.

Se suma que el productor se encuentra con problemas de salud, se ha identificado un nuevo agricultor en el pacífico central, para replicar el ensayo. Ya se replicó la semilla para comenzar un nuevo ensayo en octubre. Se ve con buenas expectativas para el nuevo ensayo.

Asuntos Generales:

Se espera lograr un alto impacto con el taller de brechas y balance económico, por lo que se solicita poner un gran esfuerzo en esto.

Se consulta por interés del consorcio para continuar con la investigación del proyecto y comenzar a pensar en alguna nueva propuesta, a lo que Laura y Pablo Mamani manifiestan su interés, en Bolivia en especial sería una oportunidad para llegar con información más concluyente al productor.

Por otro lado, en Costa Rica tienen que reevaluar el compromiso de las demás instituciones para continuar, ya que son fundamentales en el apoyo a distintas etapas de técnicas y de difusión del proyecto.

Actividades por cumplir:

Completar las planillas de evaluación económica, enviar a la brevedad.

Caso de Bolivia, se envió planillas para análisis multidimensional.

Situación con proyecto para enero, es probable que se atrase Costa Rica debido a que partirán con un nuevo ensayo en octubre.

Se recuerda que el informe económico debe venir con el cambio al dólar al valor del día que se hizo la compra.

En el área de difusión se solicita una biografía de cada participante y foto.

Se recuerdan los compromisos de al menos 1 publicación por país y 1 presentación en Congreso científico.

Se preparan cápsulas para TV que den cuenta del proyecto, se solicita enviarlas en cuanto estén listas, pueden ser también videos sencillos, para difundir las actividades del proyecto.

Se conversa la posibilidad de sacar una publicación aparte de la información levantada de los talleres de brechas, se recomienda tener en todos los países la opinión del sector público, por lo que se enviara el cuestionario utilizado en Chile, homogenizando al menos 3 preguntas.

Respecto a temas de capacitación, se propone hacer un webinar en secuestro de carbono en forrajeras. Hasta el 30 de agosto se recibirán sugerencia de temas y expertos.

Próxima reunión en enero de 2017.

Enviar propuesta de lugar para la próxima reunión presencial.

Acta de reunión video conferencia 16 de enero de 2017

Resumen de avances técnicos por país:

Argentina

Fueron establecidos los ensayos de campo y realizados los muestreos de suelo según lo comprometido, resultados se encuentran en fase de análisis estadístico y comenzaran con los muestreos de gases. Se sumaron dos sitios experimentales para aumentar la robustez de los datos en calidad y rendimiento de forraje, con lo que se podría estimar emisiones de gases y producción de carne.

Respecto al análisis de Barreras, se ha logrado encuestar un total de aproximadamente 200 productores en dos jornadas de ganadería realizadas entre los meses de septiembre y noviembre, en Chascomus y cuenca del Salado, ambas jornadas corresponden a una organización distinta al proyecto, pero ha permitido cumplir con realización de la encuesta la cual fue ofrecida de forma voluntaria. Aún está pendiente el procesamiento final de los datos.

Respecto a divulgación se grabó una cápsula la cual será publicada en televisión, una vez definida la fecha de la publicación se informará a Fontagro para su respectiva divulgación en la página web de Fontagro. Se envió además un trabajo al congreso de Remedia, que siendo aceptado se informará debidamente.

Bolivia

Luego de haber descartado el material genético de la propuesta inicial, por sus problemas de establecimiento, la tuna forrajera se ha convertido en una gran alternativa para forrajeo en los meses de sequía, lo que ha creado una gran expectativa entre los productores y sector público. Generando distintas oportunidades de trabajo de apoyo para el cultivo de Tuno, comprometiendo inversiones de parte de las autoridades, lo que incluye además encontrar lugares aptos para su multiplicación.

Respecto a la divulgación han tenido diversos días de campos y talleres, donde se ha dado a conocer este material además de promoverlo. Se espera además hacer una cápsula para el mes de febrero, la que igualmente se informará a Fontagro.

Aún está pendiente alguna publicación, la cual debiera estar no más allá de marzo o abril.

Costa Rica

Se estableció el ensayo retrasado respecto a la fecha planteada inicialmente, debido a algunos problemas de establecimiento producto de fuertes eventos climáticos, lo que llevó a que el 3 de enero comenzó el pastoreo para evaluación de aumento de peso de los animales, el 5 de abril cesarían las mediciones del ensayo.

Respecto a los muestreos de gases que fueron realizados, tuvieron problemas técnicos con el equipamiento para las mediciones complementarias, como es el caso de la humedad de suelo, lo que generó algunos vacíos en los datos generados.

Se identifica la necesidad de un segundo proyecto para afinar la tecnología.

Queda pendiente generar materiales de divulgación, debido a que no han finalizado las labores de campo para obtener la información, además del alto requerimiento de tiempo para su ejecución.

Chile

A la fecha continúan los muestreos de los ensayos establecidos en Chile, según su cronograma, donde en septiembre del 2016 cumplió un año desde su establecimiento, igualmente se han presentado algunos problemas en el ensayo, como por ejemplo que

solo una de las dos variedades utilizadas como propuesta para adaptación, ha andado bien con buen establecimiento y rendimiento.

Para la jornada de difusión se estaba esperando la época seca para mostrar los resultados obtenidos a la fecha, pero se ha presentado un verano húmedo con altos rendimientos para las variedades tradicionales, por lo que la actividad se postergó para marzo esperando que las condiciones climáticas estén a favor. Hubo una presentación de resultados en el congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal SOCHIPA en octubre.

Aún está pendiente el taller de Barreras a los productores, el cual se espera realizar junto con la actividad de difusión en marzo.

Administración del proyecto:

Por solicitud de FONTAGRO se solicita que desde ahora todos los informes vengan en un formato editable (Word).

Se solicita que todas las imágenes que vengan anexas en los informes, se adjunten además en una carpeta aparte solo para las imágenes.

Próximo informe técnico, 22 de mayo de 2017, se solicita envío de informes por país para compilar hasta 28 de abril de 2017.

Se requiere compilar información económica con proyecto, para lo cual se solicita cumplir con los plazos y requerimientos solicitados por Juan Pablo Belmar.

Se recuerda informar todas las actividades de difusión, con las fechas correspondientes e imágenes.

Además, se acuerda enviar no más allá de viernes 20 de enero, la biografía con foto de todos los integrantes del proyecto para la página web del proyecto.

Se recuerda que está considerado entre mayo y noviembre para difusión de resultados, con financiamiento para materiales de difusión, si algún país considera alguna actividad de difusión que involucre viáticos de personal, transporte, etc. esto debe ser cubierto antes del informe de mayo.

Fecha tentativa para el Seminario y reunión presencial sería entre el 3 y 5 de abril, se enviará carta de invitación y programa tentativo para iniciar trámites de salida de los integrantes del consorcio.

Se solicita el cumplimiento de los plazos, para un correcto compilamiento del informe.

Para el próximo informe financiero del 22 de mayo, se recibirán los informes por país, hasta el 2 de mayo, con fecha de corte 31 de marzo.

Se solicita a los países enviar no más allá del 23 de mayo, una propuesta reitemización de sus presupuesto para rebajar en bienes y servicios y ver la posibilidad de que Bolivia pueda reajustar su presupuesto para rebajar la deuda que tiene en este ítem.

Se recuerda que Fontagro confirmó que si se puede rendir el impuesto asociado a las facturaciones, por lo que se recomienda revisar los informes enviados anteriormente e incluir el impuesto en el informe final.

Los países que hagan cambios en sus contrapartidas deben contabilizar en el presupuesto sus aportes al proyecto, como es el caso de Costa Rica y Argentina. Se recuerda que no hay problemas en hacer cambios en el aporte en la medida de que sea igual o mayor al aporte señalado en el presupuesto original del contrato.

Acta 2do taller de Consorcio 03 al 05 de abril de 2017

Avances y desafíos por país

Argentina Alejandro Costantini- Laura Finster

Este Proyecto Fontagro está relacionado con otros 2 proyectos, además de un proyecto Procisur, que está aprobado pero aun no llega financiamiento, que buscan fortalecer la información generada en el proyecto además de asegurar una continuidad a las líneas de investigación.

La información generada, basada en mediciones de gases de efecto invernadero (GEI) son muy escasas en Argentina, pese a que el sector agropecuario representa el 40 % de las emisiones totales de Argentina donde la ganadería en pastoreo representa el 58 % y el uso de fertilizante representa solo el 6%. Pero además se adicionó otro problema, una baja en la ganadería, debido a que esta se trasladó a zonas marginales, 6-7 millones de ha de suelos alcalinos, suelos que no se conocen mucho y que tienen escasa aptitud para la agricultura, por lo que se ha promovido las leguminosas forrajeras, ya que estas podrían mitigar los gases y secuestrar carbono

- Por lo que se planteó investigar la fito-estabilización de suelos sódicos , físico, químico, biológico,
- Potencial de emisión de GEI
- Determinar stock de carbono hasta 1 m de profundidad
- Determinar si la presencia de lotus cambia la estructura del suelo

El lotus no se resiembra, ya que este se ha naturalizado, lo que se hace es fomentar el crecimiento, se le quita la competencia con herbicidas

LA hipótesis respecto a las emisiones de GEI, es que pudiera haber un efecto compensatorio a las emisiones de CH₄ entérico por el secuestro de carbono, aunque por otro lado la fijación de nitrógeno puede afectar a una mayor emisión de N₂O desde el suelo, además del aporte que se introduce por las deposiciones de las excretas de los animales

Se ha planteado realizar las determinaciones de GEI por estaciones, hasta el momento se encuentran realizadas las de invierno 2016 y verano del 2017. Primavera 2016 y otoño 2017 no pudieron ser realizadas por escases de tiempo para preparar el sitio experimental, se espera poder realizar las mediciones en primavera. El sitio experimental está ubicado en una cuenca con problemas de desagüe, son suelos muy pesados y la técnica de medición de GEI es de cámaras estáticas.

Tratamientos con agregados de estiércol y orina, el invierno tuvo temperaturas muy bajas, y en verano temperaturas muy altas, cercanas a 50 °C. La toma de orina es el mismo día de la aplicación con animales de alimentación diferenciada (lottus y otra). Los resultados se encuentran en análisis, y CH₄ de suelo están todos listos. Además análisis de suelo complementarios.

La propuesta es pasar de un sistema de cría sola a ciclo completo de engorde y recria, se ha tratado de utilizar algunos resultados que se han ido obteniendo durante este tiempo.

Se está haciendo en las temporadas las mediciones de forraje, estacional (invierno, primavera, verano).

Evaluación de barreras a la adopción se llevó a cabo en dos jornadas, obteniendo alrededor de 200 resultados (se presentan datos).

Difusión y capacitación, 1 taller 2 sept. 2016 Miguel Toboada y Gabriela Pérez, Ganadería y Cambio Climático

21 de oct. 2016 presentación

29 y 30 de marzo workshop Remedia

Bolivia – Pablo Mamani y Juan Vallejos

Municipio de Ansaldo de la Provincia de Esteban Arce del departamento de Cochabamba

Suelos muy pobres, ácidos, baja MO, suelos muy delgados (20 -30 cm) bajo N y P.

Hay una disminución en la tendencia en la precipitación, ovino es el tipo de ganado que se adapta mejor al tipo del ambiente, aunque en escasa nutrición. La mujer es la responsable de la crianza de los animales. El cultivo de trigo (60%) es el cultivo más importante de la zona, ciclo diciembre- marzo. Papa y maíz en un menor % (20 y 11%)

La cantidad de tierras por familia ha ido disminuyendo. La tenencia de animales corresponde en su mayoría a ovinos (29 cabezas por familia en promedio con un peso vivo de 22 kg en promedio) Déficit alimentario en 63% de los animales, correspondiendo a rastrojo de trigo de Mayo a Septiembre (marmeo, lo que queda en el suelo)

Entre Septiembre a Noviembre, usan cascaras de arvejas y papas para suplir el déficit de alimentos o si no tienen más alternativas, los faenan. Lo que ha llevado a una disminución de las cabezas de ganado. Por lo que se ha llevado a cabo una investigación participativa, levantando las demandas de los productores, con el objetivo de hacer un levantamiento de información y diagnóstico por género y sobre la planificación de actividades.

El primer ensayo con material genético de Chile, el establecimiento fue bueno pero no superó la sequía, en forma paralela se seleccionó como segunda opción la tuna forrajera según el conocimiento que ha aportado Brasil, por lo que se hizo una colecta de tunas en 5 departamentos en Bolivia y se llevó a Ansaldo, se implantó en una parcela comunal en tránsito común de la población (lo que ha permitido además su promoción a la población), ya tiene brotes de segunda y tercera generación, y ahora hay parcelas bebes. Obteniendo resultados concluyentes respecto a su establecimiento y reproducción. Es un material que se adapta muy bien a las condiciones de suelo y clima, aportando una alta cantidad de agua y fibra pero baja proteína, pero es claramente una opción para los meses más críticos, entre Septiembre y Noviembre.

Para el déficit de proteína se aplica Urea no más del 3%, se mezcla con la penca picada (500 gr por animal, según su peso vivo) Incrementando su peso significativamente a las 4 semanas de iniciado el ensayo. La distribución de los animales se hizo por peso, dejando los grupos lo más homogéneo posible.

Se ha realizado una nueva evaluación de la tuna con los productores, más días de campo con autoridades, se ha generado una alta expectativa con este material.

Ha habido un intercambio de experiencias con pruebas en otros departamentos, ya hay algunos que están probando con bovinos, algunos intercambios de las experiencias, proporcionando información a las autoridades, no solo de su uso forrajero sino además de sus experiencias con la fruta, ahora con el municipio de Ansaldo han tenido reuniones para generar un proyecto de reproducción y distribución de la tuna de frutales y forrajeras. Y se ha hecho la distribución de alrededor de 3 paletas por agricultores, se han trazado los huertos para las familias según frutales y forrajeras, junto con la

distribución de los fertilizantes y capacitación para su correcto establecimiento y manejo. Luego de esto se hacen las reflexiones de las plantaciones familiares y se socializan a las autoridades, instituciones y sindicatos, se ha trabajado 5 comunidades con 60 agricultores con 12 ha para forraje, con una proyección de llegar a unas 30 comunidades de 65 ha con una proyección de unos 3 años.

Costa Rica – Ana Gabriela Pérez

Uso de la Soja como pastura complementaria en la alimentación de terneros, en la ganadería de doble propósito. La cual ha comenzado a ser más importantes en un 30% de las fincas. La Mayor parte de la leche se utiliza, el peso al destete tiene un déficit de 40 kg aprox. Por lo que se complementa su alimentación con una variedad de soja forrajera, en ciclos cortos de 90 días con una producción de 5 a 9 ton/ha, con altos niveles de PC, FDN y grasa

El primer año se observó un rendimiento de 2.5 ton/ha a los 30 días y con rebrote a los 45 días bajo pastoreo. Desafortunadamente el ensayo no pudo continuar en el mismo sitio experimental debido a problemas de salud del productor asociado.

El experimento se trasladó al pacífico central, sector que tiene bastante ganadería de doble propósito, área experimental de 6500 m². Raza de los terneros Brahman/Simmental. La pastura era un 75% de bermuda (*Cynodon dactylon*) y 25 % de pasto dulce (*Pastolum notatum*) carga animal 1,1 sin aplicación de fertilizante.

Se ha evaluado el desempeño agronómico de la soja, en potreros de 110 m² 20-25% de soja con 4 terneros por aparto.

Lo que se encontró fue 1.6 ton/ha a los 50 días, lo cual fue casi una tonelada menor al año anterior, pero su calidad nutricional se mantuvo, esto fue debido a diversos problemas en el establecimiento, debido a un Huracán que hubo el año pasado anegando los suelos con lo cual no hubo brote, además ataque de insectos cortadores nocturnos y luego un ataque severo de iguanas.

El pastoreo fue restringido por franjas a un día mediante uso de cerca eléctrica, se incrementó los días entre pastoreo a 58 (Por los ataques de insectos y iguanas) y con una preferencia a la soja de parte de los terneros. Aunque el rebrote se vio afectado, esto debido a que a los 60 días ya la soja aplica energía en la semilla y no en el rebrote, es por esto que se recomienda el pastoreo a los 45 días.

Pese a los inconvenientes mencionados las tasas de crecimiento de los terneros fue el doble, tanto la combinación del pasto y soja como el pastoreo en franjas, fueron muy superiores al uso convencional, con 3 mediciones de peso, la primera no se considera por adaptación a la dieta

Respecto a las emisiones de GEI, se realizaron parcelas de 4 bloques con 2 tratamientos pasto-soja, con un peak en ambos grupos antes de la siembra y luego a los 47 días posterior.

Se han realizado 2 días de campo uno en el campo del primer productor y el otro se está realizando paralelo a esta reunión.

Chile – Marta Alfaro

En Chile el trabajo que se está haciendo corresponde a establecer variedades de especies tolerantes a la sequía y además eficientes en el uso de nitrógeno.

Se cuenta para estas evaluaciones con 2 sitios experimentales, uno en la zona mediterránea y otro la zona templada, en ambos casos tanto el establecimiento como las evaluaciones se hicieron en secano, en Chillán (zona mediterránea) el sitio está ubicado en la pre cordillera, con 11 tratamientos, donde las mezclas forrajeras se han destacado respecto a la propuesta del productos, respecto a las mediciones raticulares, el lotus se destaca no solo como volumen total de raíces sino que también en longitud, siendo la variedad cuya raíz es más exploratoria en profundidad.

En Osorno son 4 tratamientos con análisis similares al sitio de Chillán, se adiciona análisis de gases, donde la propuesta del agricultor ha presentado un mayor rendimiento durante el primer año, pero con una eficiencia de uso de nitrógeno muy baja, en termino de amonio se ve un efecto del manejo o intervención por uso de nitrógeno, en el caso del nitrato no se ve un efecto de uso de nitrógeno, observándose un aporte de nitrato en el lotus, en término de emisiones de GEI no se observa un efecto significativo de los tratamientos, si en intensidad de emisión debido al rendimiento.

Jornada de evaluación económica Juan pablo Belmar

Se da a conocer el informe de la evaluación económica sin proyecto, levantamiento de vacío de la información, la cual es completada durante la jornada.

Se da a conocer los avances de la evaluación con proyecto por país, la cual requería mayor detalle de la información, se completa además curvas de adopción de la tecnología.

Se da un plazo de una semana para recopilar la información faltante en las fichas para completar la evaluación económica con y sin proyecto.

Revisión de aspectos financieros y administrativos del proyecto

Se hace una revisión del cumplimiento de metas según POA por país, donde se observó que en la mayoría de los países se ha cumplido con los 3 primeros componentes de la propuesta en las fechas planteadas, con algunos retrasos en el componente 2, correspondiente a las validaciones técnicas de las variedades por factores climáticos o administrativos, lo cual ha retrasado las actividades de difusión del componente 4 del proyecto.

Además se hace una revisión del estado financiero del proyecto por país, dando la oportunidad de exponer inquietudes respecto a las rendiciones de gastos, fechas límites, ítems pendientes y su relación al estado de avance del proyecto.

Se realizará un análisis global que incluya las curvas de adopción de la tecnología, inversión de costos tecnológicos, rentabilidad a nivel país y del consorcio y análisis de sensibilidad de las principales variables. Además se incluirá el costo por mitigación.

Se completa además ficha ambiental para análisis multidimensional.

Planificación Actividades de cierre y publicaciones conjuntas

- Los países que graben cápsulas o notas periodísticas, favor enviar para su respectiva difusión en la página del FONTAGRO.
- Se recuerda enviar informe en formato Word y en PDF, además de una carpeta aparte de las fotos de los anexos.
- Una vez recibido el link del micrositio de FONTAGRO, se enviará para subirlo a las páginas institucionales.
- Próxima reunión por Skype 03 de Julio a las 11:30 hrs de Chile.

- El Webinar será en Carbono en suelo por Jorge Etchers y Claudia Hidalgo (México) – Será a través de una plataforma de FAO de alrededor de 1 hora.
- Se espera hacer un Seminario Internacional, con una colega internacional (Adriana Andrés?) la fecha está por confirmar y dependerá de la disponibilidad de los demás colegas.
- Publicaciones – Estado del arte del proyecto, situación por país que aporte con:

Aspectos generales - Escenario - Importancia de ganadería, economía, Agropecuario.

- INGEI
- Cambio Climático - escenario
- Barreras- Políticas públicas

Avances I+D - Trabajado
- Necesidad

Casos de Estudio - Justificación
-Resultados Técnicos
-Brechas

Tablas- formatos (SH/MA), abril, levantamiento de información entre mayo y junio.

Acta de reunión video conferencia 01 de agosto de 2017

Participantes: Laura Finster, Alejandro Costantini, Oscar Gherzi, Pablo Mamani, Norka Camacho, Ana Gabriela Pérez, Rony Barbosa, Marta Alfaro, Jaime Carrillo, Francisco Salazar y Sara Hube.

Información General:

El proyecto participó de la reunión anual de FONTAGRO donde se presentó los resultados del proyecto. Pese a no haber mucho espacio para la discusión, en general se recibieron buenos comentarios.

Por otro lado los días 16 y 17 de Mayo se recibió la visita de Hugo Li Pun Secretario Ejecutivo de FONTAGRO y de Víctor Mares Consultor de FONTAGRO, con quienes se realizó una visita al sitio experimental del proyecto y una reunión técnica, la cual fue bastante positiva para la resolución de dudas, se destacó la necesidad de entregar mayor detalle de los resultados del proyecto. Luego se dirigieron a Bolivia donde se reunieron con Pablo Mamani para la discusión tanto de este proyecto como el de Lupinos que lidera, donde visitaron los sitios experimentales y tuvieron la oportunidad de conversar con productores. En esta ocasión se presentaron los datos agronómicos de las semillas forrajeras enviadas de Chile por el Centro de Investigación en Forrajeras (CIF) de la Universidad Mayor de San Simón, con muy buenos resultados, por lo que se solicita incluir estos resultados en el próximo informe.

Administrativo J.C.; O.G.; A.G.P. y N.C.

- Se cerrará el proyecto financieramente el 31 de octubre, se hace recuerdo que todos los países deben gastar la totalidad de los recursos del proyecto incluso lo comprometido de la última cuota, la cual se recibirá luego de la aprobación del informe técnico final, esto obligará a las instituciones a cubrir temporalmente los gastos para poder cumplir con este requerimiento.
- Argentina consulta por el pago de la cuota pendiente, se confirma la recepción de la factura, y que la transferencia se encuentra en trámite.
- Bolivia solicita la transferencia de una cuota que les permita cubrir parte de la deuda que tienen en este momento, a lo que se explicó que no era posible debido a que estamos todos los países en las mismas condiciones, se estima que la fecha probable de pago de la última cuota puede ser cerca de diciembre.

Actividades técnicas pendientes por País:

Argentina A.C. y L.F.

Hay un poco más de avances en el procesamiento de datos en especial de metano que ha sido un poco más complicado al ser algo nuevo a analizar para el equipo. Quedaría pendiente las mediciones de GEI de primavera.

La cartilla técnica está lista, en revisión de formato del INTA.

La actividad de campo se realizó con un par de semanas de postergación debido a las condiciones climáticas lo que generó una baja participación de los productores, donde asistieron cerca de 40 personas. Dado el interés se realizarán otras 3 presentaciones el 4 y 18 de agosto para productores y el 10 de agosto para profesionales y técnicos.

Bolivia P.M.

Se obtuvieron resultados de productividad y rendimiento de la tuna forrajera que estaba pendiente y la cual será informada en el próximo informe.

Con los datos obtenidos de los sitios experimentales se espera poder presentar un resumen al congreso SOCHIPA, el cual tiene fecha límite de entrega de resumen el 15 de agosto.

Se espera continuar con las evaluaciones de la Tuna posterior al cierre del proyecto.

Costa Rica A.G.P.

Solo está pendiente la cartilla de las actividades comprometidas. Pese a esto no se descarta otra presentación en congreso de los resultados finales del proyecto.

Chile M.A.

Las evaluaciones de campo han continuado, con la intención de completar los 2 años de evaluación.

La cartilla técnica al igual que Argentina se encuentra en manos del comité editor, se espera sacar una segunda cartilla antes de octubre.

Análisis Costo-Beneficio:

Se solicita la opinión del documento por parte de los integrantes del consorcio:

Argentina: en general encuentra bien interpretada la curva de adopción, con algunos detalles que deben ser revisados para precisar mejor la información, revisar algunas tablas que pareciera que no corresponden las cifras.

Bolivia: no se ha revisado detalladamente el informe, pero quisiera poder hablar con Juan Pablo para poder entender mejor la metodología utilizada de la curva de adopción. Pareciera que están un poco inflados los valores obtenidos, la idea es buscar que sean lo más representativo posible a las condiciones de cada país.

Costa Rica: Parece muy optimista el informe, al igual que Bolivia les gustaría poder tener una conversación con Juan Pablo y ver como la metodología puede dar una mirada más representativa de la realidad de país y el aporte del proyecto.

Se solicita enviar los comentarios detallados en el informe enviado antes del 7 de agosto, para revisión y edición final de Juan Pablo Belmar, y si es necesario se fijaran videoconferencias bilaterales con los países que tengan dudas específicas.

Actividades Pendientes:

- ✓ **Página web:** Se ha creado y completado el micro sitio del proyecto, por lo que se enviará a todos los integrantes del consorcio al link para su publicación en las páginas web institucionales, se solicita enviar la mayor cantidad de información para mantener actualizado el micro sitio, desde noticias (invitaciones a días de campo, actividades de difusión, notas de prensa, etc.) a material para alimentar la biblioteca virtual, que puede ser las cartillas de resultados, presentaciones en pdf, resúmenes/presentaciones de congreso, Posters, etc.
- ✓ **Webinar:** Se ha decidido utilizar una plataforma institucional disponible de INIA-Chile, que permite la participación abierta en una sala virtual. Se acuerda que después del 16 octubre sería una fecha donde todos pueden participar, y además daría tiempo suficiente para una adecuada difusión. En la invitación se debe especificar las limitaciones que se pueden presentar para los usuarios, como que se recomienda el uso del navegador Google Chrome, conexión a red de internet directa no Wi fi, y chequear que los Firewall institucionales no bloqueen el link.
- ✓ **Seminario Internacional:** Existe la posibilidad de traer 2 expertos internacionales, y se consulta disponibilidad de los colegas para participar en el seminario, la

mayoría tiene disponibilidad para la primera quincena de noviembre, Costa Rica solicita que se considere para comienzos de semana (lunes y martes), por parte de Chile se revisará presupuesto y se informará si se puede aportar con los pasajes para los colegas del consorcio.

- ✓ **Publicación Científica del Consorcio:** Se envió tablas para un primer levantamiento de información general de cada País, en el caso de Bolivia y Costa Rica creen que hay parte de la información que es difícil obtener de alguna institución estadística, pero se intentará dar una estimación por antecedentes bibliográficos. Se solicita enviar la información no más allá del 14 de agosto para poder comenzar a trabajar en la publicación.
- ✓ **Informa Final:** Se envió formato de informe final a todos los participantes del consorcio, están todos de acuerdo con el formato, se solicita a todos países entregar mayor detalle metodológico y de discusión de resultados en este informe, como por ejemplo las metodologías utilizadas por los países que han hecho la estimación de tasas de aumento de peso y emisión de metano.
- ✓ **Respecto a actividades técnicas pendientes,** se consultó a Argentina por las mediciones de C en suelo, comprometidas en el documento base de la propuesta, se comenta que estas no fueron comprometidas en los POAs además de tener limitaciones por tiempo y condiciones climáticas, se pide hacer una mención al respecto en el informe.

1.1.3 Anexo 1.2.2 Actividad 1.2. Integración del consorcio. Talleres de trabajo internos en cada país.
Componente 1. Conformación e integración

Talleres participativos para la determinación de barreras en Argentina



Talleres participativos para la determinación de barreras en Bolivia



1.1.4 Anexo 2.1.1 Actividad 2.1. Listado del material genético a evaluar por país.

Componente 2. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas técnicamente

Material Genético	País
<i>Lotus Tenuis</i>	Argentina
<i>Lotus Corniculatus</i>	Bolivia
<i>Trifolium Subterraneum</i>	Bolivia
<i>Trifolium Encarnatum</i>	Bolivia
<i>Spuntia ssp</i>	Bolivia
<i>Neonotonia wightii</i>	Costa Rica
<i>Lotus corniculatus</i> (cv. Quimey)	Chile
<i>Dactylis glomerata</i> (cv. Omea)	Chile
<i>Bromus valdivianus</i> (cv. Poker)	Chile
<i>Lolium perenne</i> (cv. Bealey)	Chile
<i>L. corniculatus/ D. glomerata</i>	Chile
<i>L. corniculatus/ B. valdivianus</i>	Chile
<i>L. corniculatus/ L. perenne</i>	Chile
<i>L. corniculatus/D. glomerta/ B. valdivianus</i>	Chile
<i>L. corniculatus/D. glomerata/ L. perenne</i>	Chile
<i>L. corniculatus/B. valdivianus/ Lolium perenne</i>	Chile

1.1.5 Anexo 2.2.1 Actividad 2.2. Instalación de unidades experimentales de campo para la evaluación, Protocolo de manejo.

Componente 2. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas técnicamente

Protocolo para evaluación y medición de rendimiento y N-N₂O proyecto adaptación-mitigación (Chile)

Versión: 1.0

Fecha: 16/08/15

Elaborado por: Marta Alfaro

Revisado por: MA/LR/SH/FS/JO/LI

El objetivo de este experimento es evaluar especies y mezclas de variedades tolerantes a la sequía y su efecto en rendimiento y calidad de la pradera, y eficiencia de uso aparente de N y emisiones de N-N₂O, en la zona sur del país.

Periodo: agosto 2015-marzo 2017

Diseño experimental:

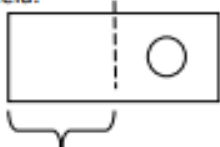
- Diseño de bloques completos al azar.

Tratamientos:

- 1) Práctica productor
- 2) Práctica propuesta 1
- 3) Práctica propuesta 2

- Ensayo se ubicará en el sector ...
- Siembra de primavera (fecha).
- Nº de réplicas: 5
- Parcelas de 3x3m (9m²), 5 tratamientos x 5 réplicas=25 parcelas
- Cámaras de gases por parcela: 1 por parcela, total=25
- Se empleará una jeringa+aguja por cámara
- Muestreo diferenciado en la parcela (sector para análisis destructivos, sector para determinación de gases) según diagrama

Parcela:



1. Evaluaciones de pradera

- Rendimiento MS y calidad del forraje: por parcela. Se manejará como praderas de pastoreo. El criterio de uso será en función de del desarrollo fenológico de las gramíneas. Cuando la más precoz emita la tercera hoja plenamente expandida (20 cm de altura). Se evaluará con maquina segadora rotativa a 5 cm sobre el nivel del suelo. En todos los cortes, una submuestra representativa será enviada al laboratorio para evaluación de contenido de N, EM.
- Composición botánica: Una vez por estación (primavera, verano, otoño e invierno) se colectarán muestras por tratamiento. La muestra será un cuadrante de 0,25 m² (50x50 cm) extraído de cada repetición de forma al azar. Se cuantificará la MS de la especie pura (leguminosas y gramíneas) y malezas.
- (Crecimiento de raíces: Durante la fase de establecimiento se instalarán 2 tubos de policarbonato por parcela en 3 repeticiones (sector de análisis destructivos). Los tubos se instalarán en la entre hilera. Al menos una vez por estación (primavera, verano, otoño e invierno) se colectarán imágenes con escaner CI-690. Los tubos se instalarán en la hilera central de cada parcela (apoyo Quilamapu)).
- (Índices espectrales: Previo a cada corte se cuantificará la firma espectral de cada parcela con un radiómetro FieldSpec. El equipo se configurará para coleccionar información en un transecto longitudinal de la parcela (apoyo Quilamapu)).
- (Temperatura de la canopia: Previo a cada corte se registrará la temperatura de la canopia con un termómetro infrarojo (apoyo Quilamapu)).
- Humedad de suelo: idealmente se instalarán sensores (0-10cm), de lo contrario ver a continuación.

2. Medición N-N₂O

- Muestreo 1 vez al día, 11-13 h
- Uso de viales al vacio
- Se colectarán muestras con sobre-presión (30 ml/22 ml).
- Las muestras se colectarán cada un minuto (tiempo de muestreo entre cámaras).
- Previo colecta de la muestra final, se deberá mezclar el aire en headspace (2 veces)
- Muestreo en tiempos: 0, 20, 40 min (se requieren dos personas para el trabajo)
- Las evaluaciones se iniciarán a la siembra del ensayo. Se realizará una medición de gases antes de aplicar la fertilización (siembra), e inmediatamente después, además de cuando corresponda según fertilización de mantención.
- Las muestras serán equilibrarlas a presión ambiente con una aguja en un vaso con agua, previo análisis.

3. Muestreo de N-N₂O en tratamientos

- Primera semana: el primero de estos muestreos se realizará el mismo día de aplicación de tratamientos (siembra o fertilización) e inmediatamente después, luego se realizarán 3 muestreos en la primera semana, en días 1, 2, y 3 post-aplicación.
 - Segunda a 4a semana: 2 veces por semana (lunes/jueves).
 - 5ª semana hasta nivel background o nueva intervención: 1 vez a la semana (martes). Al entrar en periodo de sequía (verano), este muestreo puede llevarse a periodos de 15 días.
 - Además se deberá contabilizar por los eventos de lluvia, de manera que se deberá muestrear por 2 ó 3 días, después de un evento mayor a 15 mm.
 - Muestras/viales: $(25 \text{ cámaras} \times 3 \text{ tiempos}) + 2 \text{ aires} = 77 \text{ viales}$
4. Otros muestreos
- Descripción del sitio experimental (latitud, longitud, tipo de suelo, textura, tipo de pradera, uso de suelo previo)
 - Aire, 2 por fecha de muestreo, para registro de nivel atmosférico.
 - Registro variables climáticas: precipitación y temperatura del aire/día (estación meteorológica)
 - Temperatura al interior de la cámara durante el muestreo.
 - Humedad y temperatura de suelo (0-10 cm) por día de muestreo. Humedad de suelo se expresará como WFPS.
 - Suelo para N mineral (0-10 cm). Antes de aplicar los tratamientos, por tratamiento. Muestreo continuo por fecha de muestreo en la semana 1, luego 1 vez por semana.
 - En caso de almacenaje de muestras previo análisis en GC, se tomará al menos una muestra de un estándar conocido que será almacenado y analizado bajo las mismas condiciones de las muestras recolectadas, como sistema interno de control de calidad.
5. Manejo
- Fertilización base, según análisis de suelo inicial (0-10 cm, una muestra por bloque). El objetivo es que no exista deficiencia de nutrientes en el ensayo.
 - Control de malezas de hoja ancha de ser necesario
6. Gases a analizar y reportar por GC
N₂O, CH₄
7. Almacenaje de muestras de gas

Ejemplo protocolo para evaluación de ganancia de peso en animales.

Protocolo para evaluación de una alternativa de alimentación de terneros sustentada en pastoreo mixto pasto - variedad soya UCR-CIGRAS-06

Versión: 2.0

Fecha: 15/05/16

Revisado por: Ana Gabriela Pérez C

Ronny Barboza Mora

El objetivo de este experimento es evaluar una alternativa de alimentación de terneros sustentada en pastoreo mixto pasto - variedad soya UCR-CIGRAS-06, en una finca de ganadería de doble propósito, durante la época seca y su efecto en rendimiento y calidad de la pradera, engorde de animales y emisiones de N-N₂O, en Pacífico Central del país.

Periodo: junio 2016-mayo 2017

Sitio experimental

Se llevará a cabo la caracterización sitio, donde se incluya:

1. Zona edafoclimática: latitud, longitud, altitud, temperatura media anual, precipitación promedio, número días de lluvia.
2. Manejo previo del suelo (fertilización, carga animal/ pradera (registro y costo)
3. Especies predominantes en pasto natural

Los ensayos se ubicarán en la zona del Pacífico Central de Costa Rica en una finca de ganadería de doble propósito, del Plan Piloto de Promoción del Pastoreo Racional, componente integrado al NAMA Ganadería de Costa Rica.

El sistema productivo se caracteriza por reservar no más de 1/4 de la leche al ternero, no aplicar fertilizante a las áreas de pastoreo y complementar la alimentación de los terneros con alimentos como yuca.

La siembra iniciará a finales del mes de octubre o principios de noviembre según los pronósticos de lluvia, para llevar a cabo el pastoreo en la estación seca. Se manejará una estancia máxima de un día y rotación por franjas con períodos de descanso de 44 o 45 días.

Caracterización del suelo

La caracterización inicial del suelo se llevará a cabo mediante un muestreo de 0 a 20 cm y cuatro repeticiones, e incluirá los siguientes aspectos:

1. Análisis químico: pH, porcentaje de materia orgánica, N disponible, P total (Olsen) (ppm); Ca, Mg, Na, K, Al (cmol/kg); Zn, Fe, Cu, Mn, B, S (ppm)
2. Análisis físico: densidad real, densidad aparente y textura

Ensayos

A.1. Diseño experimental: Ensayo a escala comercial

1. Desempeño agronómico variedad soya UCR-CIGRAS-06
2. **Aumento de peso de terneros destetados**

A.2. Tratamientos

1. Práctica productor
2. Práctica de pastoreo mixto pasto - soya UCR-CIGRAS-06

A.3. Evaluaciones de pradera

1. Rendimiento materia seca (MS) y calidad nutricional (CN) de la variedad soya UCR-CIGRAS-06 y del pasto:

Muestra compuesta a partir de tres franjas de pastoreo. Cada repetición se evaluará a partir de submuestras obtenidas al azar, con un cuadrante de 0,25 m² (50 cm x 50 cm) y un corte general sobre la altura de la primera hoja verdadera. A cada repetición se le determinará el rendimiento de materia seca y, una submuestra representativa se empleará para la evaluación de CN (proteína cruda y digestibilidad).

El muestreo se llevará a cabo previo al ingreso de los animales, bajo periodos de crecimiento de 45 días. Este seguimiento se repetirá en los dos ciclos de pastoreo previstos.

2. Persistencia de la soya y el pasto

Se evaluará el rebrote de la soya mediante el análisis del porcentaje de plantas que se cosechan en relación con el número de plantas que germinaron.

Para determinar la persistencia de la pastura original en las franjas sembradas con soya, al finalizar los dos ciclos de pastoreo, se evaluarán dos potreros del ensayo comercial previo al ingreso de los terneros mediante 4 estratos definidos por la cantidad de arvenses, con un cuadrante de 0,30 m², y un corte general a 10 cm de altura. A las muestras de materia fresca de cada potrero, una por cada estrato se determinó la materia seca del pasto contra arvenses.

Posteriormente, cada 2 m² aproximadamente se clasificó el volumen de pasto disponible en el potrero con un puntaje de 1 a 4, que hace referencia al aumento progresivo en la prevalencia de arvenses. Y finalmente, se suma para cada puntaje asignado su equivalente de materia seca.

A.4. Evaluación de las tasas de aumento de peso en terneros

El efecto de la alimentación alterna se calculará por comparación de la tasa de aumento de peso de los terneros mediante una prueba de T en 2 grupos: con y sin acceso al forraje de soya (n=4), luego de 45 días de pastoreo en cada tratamiento.

Se intentará en la medida de lo posible, seleccionar el grupo más homogéneo dentro del hato del productor. Total = 8 terneros.

El número de animales y la carga animal se ajustará según la biomasa disponible.

B.1. Diseño experimental: Diseño de bloques completos al azar.

	Soya		Pasto	
	Pasto		Soya	
2 m				2 m
	Pasto		Soya	
	Soya		Pasto	

B.2. Tratamientos

1. Siembra de soya UCR-CIGRAS-06, sin aplicación de fertilizante nitrogenado
2. Crecimiento de pasto, sin aplicación de fertilizante nitrogenado

B.3. Caracterización de área experimental

La caracterización del área experimental, incluida la fecha de siembra, se llevará a cabo de manera semejante a cómo se explicó en los apartados sitio experimental y caracterización del suelo.

B.4. Medición de N-N₂O:

- Nº de repeticiones: 4.
- Parcelas de 1,25 m x 1,25 m (1,56 m²). Total 8 parcelas.
- Cámaras de gases por parcela: 1. Total 8 cámaras.
- Se empleará una jeringa + aguja por cámara.
- Muestreo diferenciado en la parcela (sector para análisis destructivos, sector para determinación de gases) según diagrama.
- Hora muestreo: definida conforma a la hora asociada a la temperatura promedio de la zona.

- Uso de viales al vacío (80 mTorr).
- Se coleccionarán muestras con sobre-presión (40 ml/22 ml).
- Las muestras se coleccionarán cada dos minutos (tiempo de muestreo entre cámaras fijas).
- Previa colecta de la muestra final, se deberá mezclar el aire en headspace (3 veces).
- Muestreo a los siguientes tiempos de cierre de la cámara: 0, 20 y 40 min
- Las muestras serán equilibradas a presión ambiente con una aguja en un vaso con agua, previo análisis.

B.4. Muestreo de N-N₂O en tratamientos

- Las evaluaciones se iniciarán previo a la siembra del ensayo. Y luego inmediatamente después de siembra
- Primera semana: el primero de estos muestreos se realizará el mismo día de aplicación de tratamientos (siembra o corta de pastura), luego se realizarán dos muestreos en la primera semana, los días uno y tres post-tratamiento.
- Segunda a sexta semana: 2 veces por semana.
- Al entrar en periodo de sequía (verano), este muestreo puede llevarse una vez a la semana a cada 15 días.
- Número de muestras por día: (8 cámaras x 3 tiempos)+ 2 muestras de aire+ 2 patrones para el control de calidad + 1 blanco de muestreo. Total 29 viales.
- Las muestras de aire por fecha de muestreo se llevarán como registro de nivel atmosférico para determinar el límite de detección método.
- Las muestras de un estándar conocido se almacenarán y analizarán bajo las mismas condiciones de las muestras recolectadas, como sistema interno de control de calidad del proceso de transporte y almacenaje.

B.5. Otras mediciones

- Registro de variables climáticas: precipitación y temperatura del aire/día (estación meteorológica más cercana)
- Temperatura al interior de la cámara durante el muestreo. La diferencia entre interior y exterior de la cámara no debe aumentar más allá de 5 °C.
- Humedad y temperatura de suelo (0-10 cm) por día de muestreo. Humedad de suelo se expresará como WFPS.
- N mineral en suelo (0-10 cm) y N total. Se tomará una muestra por cada repetición antes de aplicar los tratamientos, a los 45 y 90 días de iniciado el ensayo.

5. Análisis de muestras por cromatografía de gases

- Gases a analizar y reportar: N₂O y CH₄
- Cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies modelo 7890A (GC) acoplado a automuestreador de cámara de aire (HS) marca Agilent Technologies modelo 7697A y configurado para la cuantificación de gases con efecto invernadero (GEI)
- El análisis de emisiones de N₂O del suelo está validado dentro del ámbito de flujo de (0,035 a 20) mg N-N₂O m² h⁻¹. (Documento del Sistema de Gestión de Calidad MACA-20-A01)

6. Almacenaje de muestras de gas

- De ser necesario el almacenaje de muestras de gas, éstas serán mantenidas a sobrepresión bajo temperatura ambiental, evitando fluctuaciones diurnas de temperatura o incidencia de luz directa.



7. Otras variables de interés

- Evaluación del número de nódulos radicales de *Bradyrhizobium japonicum*, cuatro plantas al azar

1.1.6 Anexo 2.3.1 Actividad 2.3. Evaluación del rendimiento de forraje. Ejemplo de planillas de registro de campo.

Componente 2. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas técnicamente

Hojas de rejustro de muestreos en campo

	Universidad de Costa Rica		
	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental		
Condiciones asociadas a muestreo discreto de emisiones del suelo		Código: MACA-20 R-01	Versión: 04
		Emisión: 16/01/2016	Páginas: 1/1

Fecha muestreo: _____ Código viales: MP-_____ Encargado del muestreo: _____
 Hora de inicio: _____ Hora de toma de muestra de aire 1: _____

Recuerde a la hora de inicio quitar teflón a blanco y patrones

Se utilizan extensiones en parcelas de Cultivo Sí No Pasto Sí No

Hora de finalización: _____ Hora de toma de muestra de aire 2: _____

Lluvia: Día antes Sí No Día muestreo Sí No Se tomaron muestras: N disponible Sí No Humedad Sí No

T suelo inicial (°C)	Parcela:	Parcela:	Parcela:					
T suelo final (°C)	Parcela:	Parcela:	Parcela:					
% Humedad	S-____	S-____	S-____	S-____	P-____	P-____	P-____	P-____

Tiempo (min)	Bloque / espacio para anotación (Ejemplo minutos transcurridos desde inicio, sonido fuga (F) (X))											
	1		F	2		F	3		F	4		F
0	Soya	7:30		7:34		7:38		7:42				
	Pasto	7:32		7:36		7:40		7:44				
20	Soya	7:50		7:54		7:58		8:02				
	Pasto	7:52		7:56		8:00		8:04				
40	Soya	8:10		8:14		8:18		8:22				
	Pasto	8:12		8:16		8:20		8:24				

Sensor: _____ Temperatura Mínima (°C): _____ Temperatura Máxima (°C): _____

Observaciones: _____

Antes de usar este documento verifique su vigencia en la lista maestra de documentos

1.1.7 Anexo 2.3.2 Actividad 2.3. Evaluación de rendimiento de forraje. Listado del personal contratado, estudiantes y tesistas.

Componente 2. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas técnicamente

Nombre	*Tipo	Detalle de la contratación	País
Ariel Perini	MONE	Junior Contratado	Argentina
Gabriela Perez	E	Ingeniero Agrónomo - Estudiante de Doctorado Tesis- Doctorado	Argentina
Franco Gonzalez	E	Estudiante de Licenciatura en Ciencias Ambientales - FAUBA Tesis- pregrado	Argentina
Mercedes Busto	E	Estudiante de Licenciatura en Ciencias Ambientales - FAUBA Tesis - pregrado	Argentina
Valentina Luberriaga	E	Estudiante de Agronomía - FAUBA Tesis - pregrado	Argentina
Javier Huiza	C	Consultor asociado a labores de campo	Bolivia
Fernando Patiño	C	Consultor asociado a labores de campo	Bolivia
Rony Barbosa	C	Consultor evaluación económica y labores asociadas al proyecto	Costa Rica
Oscar Morales Ramírez	MONE	Labores de campo	Costa Rica
Marvin Carpio Solano	MONE	Labores de campo	Costa Rica
Jeison Alberto Suárez	MONE	Labores de campo	Costa Rica
Ramón Antonio Arrieta Santamaría	MONE	Labores de campo	Costa Rica
Danny Jesús Méndez Blanco	MONE	Labores de campo	Costa Rica
Leonel Bustamante Carballo	E	5 de julio al 15 de diciembre de 2015 7 de marzo al 2 de julio de 2016 03 de julio al 7 de agosto 2016 8 de agosto al 26 de noviembre 2016 9 de enero al 4 de marzo 2017	Costa Rica
Juan Sebastián Hernández Cifuentes	E	1 de junio al 31 de julio de 2015 1 de agosto al 12 de diciembre de 2015 7 de marzo al 2 de julio de 2016	Costa Rica
Yeilin Castro Silvas	E	15 de julio 2016 al 05 de agosto 2016: 08 de agosto 2016 al 26 de noviembre 2016: 7589610 28 de noviembre al 15 de diciembre 2016: 7591150	Costa Rica

Nombre	*Tipo	Detalle de la contratación	País
José Roberto Ledezma	E	9 de enero 2017 al 4 de marzo 2017	Costa Rica
Juan Pablo Belmar	C	Evaluación Económica de los países del consorcio	Chile
Julio Cabezas	MONE	09/2015-01/2017	Chile
Catalina Vázquez	MONE	10 y 11/2016	Chile
Alejandra Jiménez	MONE	10/2017	Chile
Felipe Uribe	E	Estudiante de Bioquímica, Universidad Austral de Chile 10/01/2017 al 07/03/2017	Chile
Ignacio Monsalve	E	Estudiante Técnico experto Agrario, Instituto Profesional Adolfo Mattei.18/12/2017 al 08/02/2018	Chile

*Tipo: C: Consultor, MONE: Mano de obra no especializad, E: Estudiante de ciencias.

1.1.8 Anexo 2.5.1 Actividad 2.5 y 2.6 Análisis de resultados, informes técnicos finales por país.

Componente 2. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas técnicamente

INFORME TECNICO FINAL - ARGENTINA

RESUMEN

En Argentina, se propuso estudiar un modelo de producción de carne, conocido como “ciclo completo”, basado en el mejoramiento del pastizal natural de la zona Cuenca del Salado, mediante la técnica de promoción de la población natural de *Lotus tenuis*. Esta tecnología se comparó con la llamada “cría tradicional”, que es la adoptada, actualmente, por la mayoría de los productores.

Para ello, se llevaron a cabo ensayos de campo, en tres sitios experimentales, ubicados en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, a efectos de evaluar la producción de forraje a lo largo del año, tanto en cantidad como en calidad, así como las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) desde el suelo. Además, se estimó la intensidad de las emisiones de GEI, utilizando los parámetros de actividad específicos para los dos modelos comparados, y algunos factores de emisión por defecto.

Por otra parte, se evaluaron los conocimientos básicos y las percepciones de los productores, en relación a las tecnologías para la adaptación y la mitigación, y se realizaron diferentes tipos de actividades de divulgación.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que:

- La promoción de *Lotus tenuis*, en los pastizales naturales de los suelos más pobres de la Cuenca del Salado, conduce a una mayor disponibilidad energética y proteica del forraje, especialmente, en verano, época en la que varias categorías del rodeo tienen altos requerimientos nutricionales.
- Durante el invierno, la emisión de óxido nitroso (N₂O) del suelo es muy baja y parecería solamente dependiente de las temperaturas del suelo y del aire.
- El modelo de ciclo completo para la producción de carne, basado en la utilización de *Lotus tenuis*, como alternativa a los forrajes convencionales que se utilizan para suplementar la oferta del pastizal natural, ofrece importantes ventajas, con respecto a la tecnología habitual del productor, tanto por su mayor productividad física como por la menor intensidad de las emisiones de GEI.

- Sigue siendo necesario conocer, mediante el resultado de mediciones directas, si los factores de emisión de GEI por defecto representan adecuadamente las condiciones reales del país.
- Los productores ganaderos reconocen la necesidad de implementar medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climáticos, y demuestran interés en la recepción de conocimiento sobre las mismas.

Las principales limitantes que se presentaron, en el curso de este estudio, fueron:

- El exceso de precipitaciones, que dificultó el cumplimiento de los cronogramas establecidos para los ensayos a campo, generando demoras en su ejecución (mediciones de GEI) o la imposibilidad de llevarlos a cabo (determinaciones de stock de carbono hasta capas profundas del suelo).
- La demora en los análisis cromatográficos de las muestras de gas, para la determinación de las emisiones de GEI del suelo, razón por la cual se pudieron evaluar solamente las de una estación del año (invierno 2016).

INTRODUCCIÓN

El área agroecológica conocida como Cuenca del Salado, en la provincia de Buenos Aires, Argentina, abarca una extensión de aproximadamente 9 millones de hectáreas. Esta región es la principal zona ganadera y productora de terneros del país, con un stock de vacunos cercano a 8-9 millones de cabezas, 17-18% de las existencias nacionales, (SENASA, 2016) y donde se registra la más alta concentración de animales por hectárea. La actividad tradicional es la cría vacuna, basada en el aprovechamiento de los pastizales naturales.

El proceso de agriculturización que se dio en el país condujo a la reducción de la superficie destinada a la ganadería, aumentando la carga y desplazándose animales hacia zonas más frágiles y menos productivas. En la Cuenca del Salado, los suelos salinos-alcalinos presentan una oferta de forraje pobre en cantidad y calidad, sobre todo en verano, afectada, además, por las variaciones climáticas interanuales, ocasionando una gran inestabilidad en los índices productivos de los sistemas de cría.

Desde 2008, el INTA está evaluando la inclusión de *Lotus tenuis* en los pastizales naturales de la Cuenca del Salado, como alternativa para aumentar la productividad ganadera, mediante la capacidad de esta especie para adaptarse a condiciones de estrés

hídrico (tanto excesos como déficit), acentuados, en las últimas décadas, por el cambio climático. Este mejoramiento de la oferta y calidad forrajera se logra promoviendo la resiembra natural de las semillas de esta leguminosa, por medio de labores de limpieza, mecánicas y químicas, de bajo costo, realizadas durante el invierno, que permiten disminuir la competencia entre especies y favorecen su producción primavera-estival.

Sin embargo, aún no se habían estudiado las posibles sinergias que esta opción tecnológica ofrece, para la adaptación al cambio climático y la mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI), en los sistemas de producción de carne.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Evaluar la intensidad de las emisiones de GEI, en dos sistemas de producción de carne vacuna de la Cuenca del Salado: 1) un modelo de cría tradicional de la zona, con nivel tecnológico bajo, basado exclusivamente en un pastizal natural sin mejoramiento y bajo pastoreo continuo (tecnología actual del productor), y 2) un modelo de ciclo completo, en el que los terneros destetados se retienen, para su recría y terminación, y en el cual se mejora el pastizal natural, mediante la adopción de la práctica de promoción de *Lotus tenuis* en el 20-25 % de la superficie (tecnología propuesta en el proyecto).

Para ello, se establecieron dos ensayos de campo, a efectos de: 1) cuantificar la producción y analizar la calidad del forraje y 2) cuantificar las emisiones de GEI desde el suelo. Además, se llevó a cabo un análisis teórico, para estimar la intensidad de las emisiones de GEI, en base a los resultados de experiencias previas, en las que se había medido la ganancia de peso de animales de diferentes categorías, alimentados en pastizal natural con promoción de *Lotus tenuis*.

2. Evaluar los conocimientos básicos y las percepciones de los productores, en relación a las tecnologías para la adaptación y la mitigación, así como las eventuales barreras para la adopción de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación de la producción y calidad del forraje

Los ensayos de campo se llevaron a cabo en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, ubicado en la subregión denominada Depresión del Salado, caracterizada por la presencia dominante de suelos sódicos (principalmente de los subórdenes acuoles y acualfes), aunque también aparecen, con frecuencia, hapludoles thapto (árgicos y nátricos) y algunos otros molisoles, como acuoles y alboles. Son suelos poco profundos, con pH alto, bajos niveles de fósforo y altos contenidos de materia orgánica. La escasa pendiente (< 0,5 %), la presencia de un horizonte sub-superficial compactado (B2t) y la alta proporción de arcilla, determinan que el drenaje sea insuficiente y el terreno permanezca encharcado durante períodos prolongados, después de varios días de lluvia.

En el pastizal natural de esos ambientes, predominan las especies gramíneas, con ciclo de crecimiento otoño-inverno-primaveral y con un déficit de producción en el verano, tanto en cantidad como en calidad. En el verano, una de las principales especies presentes es el *Lotus tenuis*, leguminosa exótica, pero que se ha naturalizado en estos ambientes de la Cuenca del Salado. Sin embargo, aparece de manera aislada y sin importancia como aporte forrajero, si no se promueve su producción de semilla, germinación, establecimiento y mantenimiento de la población, mediante un manejo específico.

La evaluación de forraje se realizó en tres sitios experimentales:

- Chacra Experimental Chascomús, área de producción de carne.
- Chacra Experimental Chascomús, área de producción de leche.
- Establecimiento La Ballaca (cercano a la Chacra Experimental Chascomús).

Para la promoción del *Lotus tenuis*, se seleccionaron potreros que tenían antecedentes de buena producción de semilla de esta leguminosa, en los 3 o 4 veranos anteriores. A fines de junio, se realizó una limpieza de los lotes, primero, con una alta presión de pastoreo y, luego, con la aplicación de herbicidas selectivos. Posteriormente, se hizo el mantenimiento de la población establecida, mediante el control de malezas con herbicidas post-emergentes.

Los tratamientos evaluados fueron:

- CN: Pastizal natural, sin ningún tipo de mejoramiento (la práctica actual del productor)
- L: Promoción de *Lotus tenuis* en el pastizal natural

En cada uno de los sitios experimentales, se seleccionaron áreas para cada tratamiento, que se clausuraron al pastoreo. El corte del forraje se hizo manualmente, con tijeras. En cada área, se tomaron 3 muestras al azar, utilizando cuadrantes de 0,25 m² (0,50 m x 0,50 m).

A efectos de evaluar la totalidad del forraje acumulado, en cada estación del año y en cada tratamiento, se realizaron 4 muestreos: 1°) a fines del invierno, en septiembre 2016; 2°) a fines de la primavera, en diciembre 2016; 3°) a fines del verano, en marzo 2017 y 4°) a fines del otoño, en junio 2017.

En todas las fechas de cortes, se reservó una submuestra representativa de cada sitio y tratamiento, para el análisis de su composición nutricional y botánica. El análisis nutricional se realizó en el Laboratorio de nutrición y Evaluación de calidad de forrajes, de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del INTA.

Evaluación de las emisiones de gases con efecto invernadero del suelo

Este ensayo se estableció solamente en uno de los sitios experimentales, la Chacra Experimental Chascomús, área de producción de carne.

Se delimitaron dos áreas, las cuales fueron colocadas bajo clausura, sin permitir el ingreso de los animales durante toda la experimentación. Se las denominó LOTUS, a aquella donde se promocionó el establecimiento de la leguminosa, y CAMPO NATURAL, al área en la que no se realizó esta práctica.

En cada uno de los tratamientos se estudiaron 3 factores: 1) Agregado de heces, 2) Agregado de orina (en ambos casos, en cantidades cuantificadas y representativas de una deyección) y 3) Control (sin ningún agregado). Se realizaron 2 repeticiones para cada tratamiento.

Al día siguiente de la aplicación de las enmiendas, se comenzó a tomar muestras de aire para determinaciones de GEI. Al principio, durante 7 o 10 días, con una frecuencia diaria; luego, día por medio, durante 2 semanas; luego, 2 veces por semana, y así se disminuyó paulatinamente la frecuencia de muestreo, a no ser que algún evento meteorológico importante (como una lluvia intensa) indicara la conveniencia de realizar algún muestreo adicional.

Para la colecta de las muestras de gas, se utilizó el método de cámaras estáticas, descrito por Alves et al. (2012). Las muestras se tomaron a 0, 20 y 40 minutos,

comprobándose, en cada una, su linealidad. Los análisis cromatográficos se realizaron en los laboratorios de EMBRAPA, Agrobiología, en el Estado de Río de Janeiro, Brasil.

En cada situación, se tomaron muestras de suelo, para determinar el contenido de nitrógeno como nitratos, el carbono soluble en sulfato de potasio, la densidad aparente y la humedad, con lo que se calculó el espacio poroso saturado con agua.

A momento, se llevaron a cabo 3 muestreos, de aproximadamente 40 días de duración cada uno, coincidentes con las estaciones de invierno de 2016, verano de 2017 y primavera de 2017, pero se cuenta, solamente, con los resultados de los análisis de gases correspondientes al primer período de recolección.

Evaluación de la intensidad de las emisiones de gases con efecto invernadero

Se estimó y se comparó la intensidad de las emisiones de GEI, en dos sistemas de producción de carne vacuna de la Cuenca del Salado: 1) un modelo de cría tradicional de la zona, con nivel tecnológico bajo, basado exclusivamente en un pastizal natural sin mejoramiento y bajo pastoreo continuo (tecnología actual del productor), y 2) un modelo de ciclo completo, en el que los terneros destetados se retienen, para su recría y terminación, y en el cual se mejora el pastizal natural, mediante la adopción de la práctica de promoción de *Lotus tenuis* en el 20-25 % de la superficie (tecnología propuesta en el proyecto). Esta proporción de la superficie que se dedica a promocionar el *Lotus tenuis* representa aquélla en la que esta leguminosa aparece en forma natural.

Para ello, se identificaron las principales variables de los sistemas, que determinan la producción de carne y la emisión de GEI (metano y óxido nitroso), para cada uno de los modelos en estudio.

En estos planteos, no se consideró la producción de carne de los animales que se descartan, ni las terneras que se retienen para reposición.

- a) Planteo técnico y productividad – Sistema de cría tradicional sobre pastizal natural: Se consideró un planteo técnico representativo de la zona Cuenca del Salado, con nivel tecnológico bajo, y su correspondiente productividad (Ministerio de Agroindustria, 2016).

Tabla. Planteo técnico y productividad de un sistema de cría tradicional

Variable	Valor
Superficie	120 has
Recursos forrajeros:	
- Pastizal natural	100 %
Vacas	60
Toros	2
	70 % de las vacas
Destete	A los 7 meses de edad
	Peso promedio 165 kg ternero-1
Producción de carne	60 kg ha-1 año-1

- b) Planteo técnico y productividad – Sistema de ciclo completo sobre pastizal natural con *Lotus tenuis*: El planteo técnico para este sistema se elaboró en base a los resultados obtenidos en ensayos llevados a cabo en la Chacra Experimental Chascomús, durante años anteriores, utilizando *Lotus tenuis*, como alternativa a los recursos forrajeros tradicionales usados para suplementar la oferta del pastizal natural (Bailleres, M. y Sarena, D.). Se supuso que, en el 20-25 % de la superficie ganadera, se promocionaba el establecimiento de la población natural de *Lotus tenuis*, ajustándose la carga animal de las diferentes categorías, de acuerdo a la oferta forrajera en los distintos momentos del año:
- i. Destete anticipado de los terneros, a los 5 meses de edad, con 150 kg de peso vivo (PV) promedio. Esta práctica conduce a reducir los requerimientos nutricionales de las vacas, con respecto al planteo de cría tradicional, permitiendo liberar superficie del pastizal natural, que se destina a las categorías en crecimiento y terminación. Además, las vacas recuperan su estado corporal y se preñan antes, aumentando el porcentaje de terneros que se logran en el año.
 - ii. Recría 1 de los terneros destetados, sobre *Lotus tenuis*, durante 2 meses, febrero y marzo, con ganancia diaria de peso vivo (GDPV) promedio de ~ 0,8 kg, finalizando esta etapa con 200 kg de PV promedio.
 - iii. Recría 2, de los novillitos y vaquillonas, sobre pastizal natural, durante 7 meses, de abril a octubre, con GDPV promedio de ~ 0,5 kg, finalizando esta etapa con 300 kg de PV promedio.

- iv. Terminación de los novillitos y vaquillonas, sobre *Lotus tenuis*, durante 3 meses, de noviembre a enero, con GDPV promedio de ~ 0,7 kg, finalizando esta etapa con 360 kg de PV promedio.

Tabla. Planteo técnico y productividad de un sistema de ciclo completo

Variable	Valor
Superficie	120 has
Recursos forrajeros:	
- Pastizal natural	80%
- Lotus tenuis promocionado	20-25%
Vacas	50
Toros	2
	80% de las vacas
Destete	A los 5 meses de edad
	Peso promedio 150 kg ternero-1
Producción de carne	120 kg ha-1 año-1

- c) Estimación de la intensidad de las emisiones de GEI: Para estimar la intensidad de las emisiones de GEI, se relacionaron los valores de las emisiones totales de cada sistema con los correspondientes valores de producción de carne. Las emisiones de GEI se calcularon aplicando el método de Nivel 2 de las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2006).

3.4. Evaluación de barreras a la adopción de tecnología

Con el objetivo de evaluar las barreras a la adopción de tecnologías para la adaptación al cambio climático, se diseñó un cuestionario, destinado a productores, y se llevaron a cabo dos encuestas:

1. El viernes 16 de septiembre de 2016, en el marco de una Jornada de Campo en la Chacra Experimental Chascomús, organizada por la Agencia de Extensión Rural

Chascomús del INTA. Entre una concurrencia de más de 200 personas, se recolectaron 50 respuestas.

2. El viernes 18 de noviembre de 2016, en el predio de la Sociedad Rural de Azul, en el marco de la Jornada Ganadera de la Cuenca del Salado, organizada por la Agencia de Extensión Rural Azul del INTA. Entre una concurrencia de más de 150 personas, se recolectaron 80 respuestas.

El cuestionario utilizado fue el siguiente:

<p style="text-align: center;">Proyecto FONTAGRO</p> <p style="text-align: center;"><i>"Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación-mitigación para sistemas ganaderos de Latinoamérica"</i></p> <p>¿Cómo calificaría, según su percepción, el impacto que el cambio y la variabilidad climáticos están teniendo en los sistemas de producción ganadera?</p> <p>Nulo <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/></p> <p>¿Considera que sería necesario, a nivel del productor, adoptar medidas de adaptación al cambio y la variabilidad climáticos?</p> <p>No necesario <input type="checkbox"/> Poco necesario <input type="checkbox"/> Muy necesario <input type="checkbox"/></p> <p>¿Conoce alguna(as) tecnología(s) que permita(n) que los sistemas de producción ganadera se adapten al cambio y la variabilidad climáticos?</p> <p>Ninguna <input type="checkbox"/> Pocas <input type="checkbox"/> Varias <input type="checkbox"/></p> <p>Si le ofrecieran alguna práctica alternativa, que permitiera que los sistemas de producción ganadera se adaptaran al cambio y la variabilidad climáticos, ¿cuáles serían sus principales barreras o limitantes para la adopción?</p>

El aspecto tecnológico

El aspecto económico

Otro

¿Cuál?.....

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la producción y calidad del forraje

Resultados de producción – Invierno 2016

Tabla: Composición botánica de las muestras de forraje, en invierno 2016 (% de participación de cada componente, en el total de la muestra)

ESPECIE	L1	L2	L3	Promedio L	CN1	CN2	CN3	Promedio CN
Trébol blanco	45	20	30	32			2	1
Lotus tenuis	25	30	20	25	5	5	2	4
Malezas	10	10	5	8	5	3	5	4
Gramíneas anuales	15	30	40	28	15	10	4	10
Gramíneas perennes	0	0	0	0	55	57	70	61
Broza	5	10	5	7	20	25	17	21
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

3 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

Tabla: Cantidad y calidad del forraje producido, en invierno 2016

VARIABLE	L1	L2	L3	CN1	CN2	CN3
----------	----	----	----	-----	-----	-----

Materia verde (kg ha-1)	5070	1230	1618	1922	3586	2500
Materia seca (%)	20,28	35,45	51,79	25,91	23,37	28,08
Materia seca (kg ha-1)	1028	436	838	498	838	702
Producción promedio (kg MS ha-1)		767			679	
Digestibilidad promedio (%)		76,7			64,5	
PB Promedio (%)		20,6			12,0	

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

1 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

- Resultados de producción – Primavera 2016

Tabla: Composición botánica de las muestras de forraje, en primavera 2016 (% de participación de cada componente, en el total de la muestra).

ESPECIE	L1	L2	L3	Promedio L	CN1	CN2	CN3	Promedio CN
Trébol	2	2	3	2	0	0	1	0
Lotus tenuis	70	64	88	74	3	5	7	5
Malezas	6	8	5	6	5	6	5	5
Gramíneas	3	5	1	3	22	17	19	19
Gramíneas	19	19	3	14	69	68	63	67
Broza	0	2	0	1	1	4	5	3
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

3 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

Tabla: Cantidad y calidad del forraje producido, en primavera 2016

VARIABLE	L1	L2	L3	CN1	CN2	CN3
Materia verde (kg ha-1)	12000	6200	8600	9000	10067	9500
Materia seca (%)	21,00	20,00	18,00	19,00	24,00	25,00
Materia seca (kg ha-1)	2520	1240	1548	1710	2416	2375
Producción promedio (kg MS ha-1)		1769			2167	
Digestibilidad promedio (%)		75,20			62,30	
PB Promedio (%)		20,33			11,63	

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

3 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

- Resultados de producción – Verano 2017

Tabla: Composición botánica de las muestras de forraje, en verano 2017 (% de participación de cada componente, en el total de la muestra).

ESPECIES	L1	L2	L3	Promedio L	CN1	CN2	CN3	Promedio CN
Trébol blanco	0	0	0	0	0	1	0	0
Lotus tenuis	71	66	77	71	5	7	11	8
Malezas	15	10	5	10	8	6	11	8
Gramíneas anuales	12	16	12	13	9	12	5	9
Gramíneas perennes	0	6	3	3	58	57	70	62
Broza	2	2	3	2	20	17	3	13
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

3 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

Tabla: Cantidad y calidad del forraje producido, en verano 2017.

VARIABLE	L1	L2	L3	CN1	CN2	CN3
Materia verde (kg ha-1)	14400	13300	14700	10500	10200	8900
Materia seca (%)	21,50	20,20	19,80	24,00	26,50	27,00
Materia seca (kg ha-1)	3096	2687	2911	2520	2703	2403
Producción promedio (kg MS)		2898			2542	
Digestibilidad promedio (%)		71,8			60,5	
PB Promedio (%)		17,53			8,33	

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

3 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

- Resultados de producción - Otoño 2017

Tabla: Composición botánica de las muestras de forraje, en otoño 2017 (% de participación de cada componente, en el total de la muestra)

ESPECIES	L1	L2	L3	Promedio L	CN1	CN2	CN3	Promedio CN
Trébol blanco	12	5	17	11	12	10	2	8
Lotus tenuis	65	60	59	61	6	9	11	9
Malezas	7	10	12	10	4	3	5	4
Gramíneas anuales	2	6	4	4	11	16	10	12
Gramíneas perennes	11	15	3	10	53	50	61	55
Broza	3	4	5	4	14	12	11	12
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

3 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

Tabla: Cantidad y calidad del forraje producido, en otoño 2017.

VARIABLE	L1	L2	L3	CN1	CN2	CN3
Materia verde (kg ha-1)	8450	8180	7900	10400	9700	8600
Materia seca (%)	20,50	19,90	19,80	23,50	24,50	25,00
Materia seca (kg ha-1)	1732	1628	1564	2444	2377	2150
Producción promedio (kg MS ha-1)		1641			2324	
Digestibilidad promedio (%)		73,7			63,0	
PB Promedio (%)		18,2			12,7	

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural

1 = Sitio experimental seleccionado originalmente en la Chacra Chascomús

2 = Segundo sitio experimental seleccionado en la Chacra Chascomús, correspondiente al área de lechería

3 = Tercer sitio experimental seleccionado, en el establecimiento La Ballaca

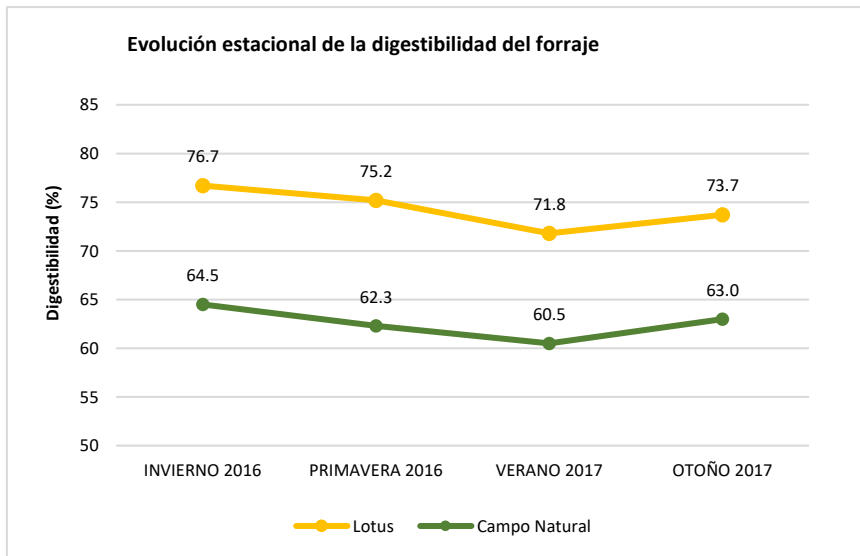


Figura: Evolución estacional de la digestibilidad del forraje

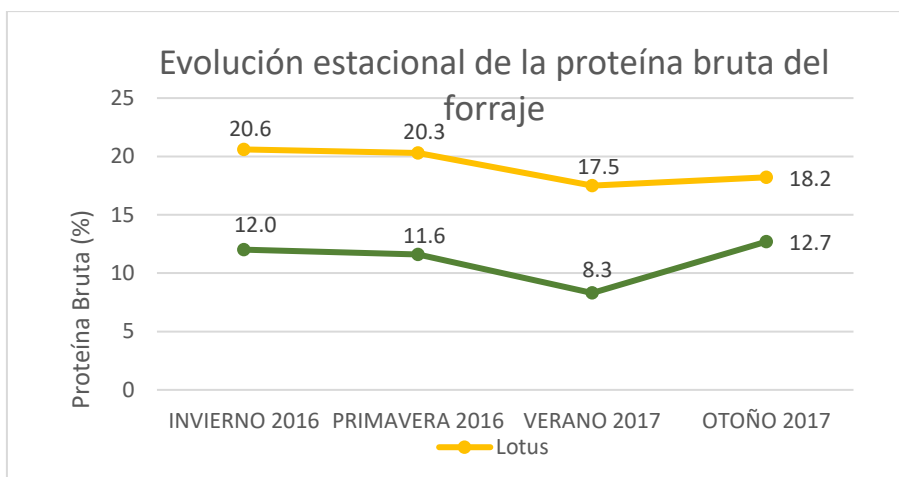
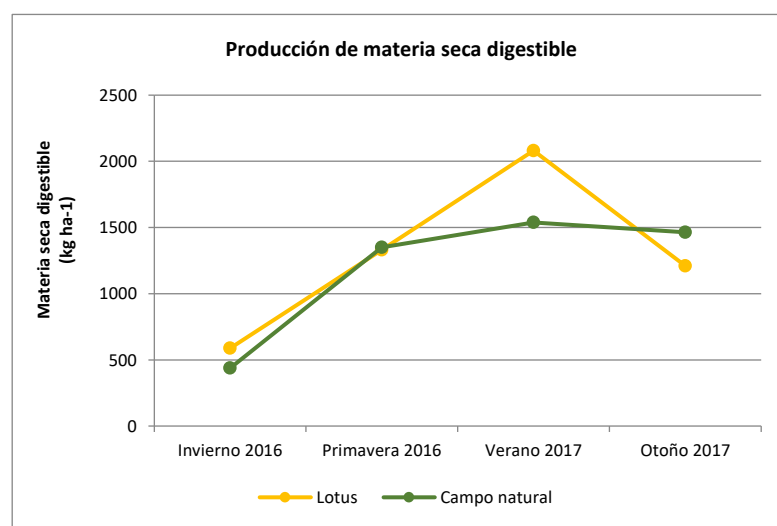


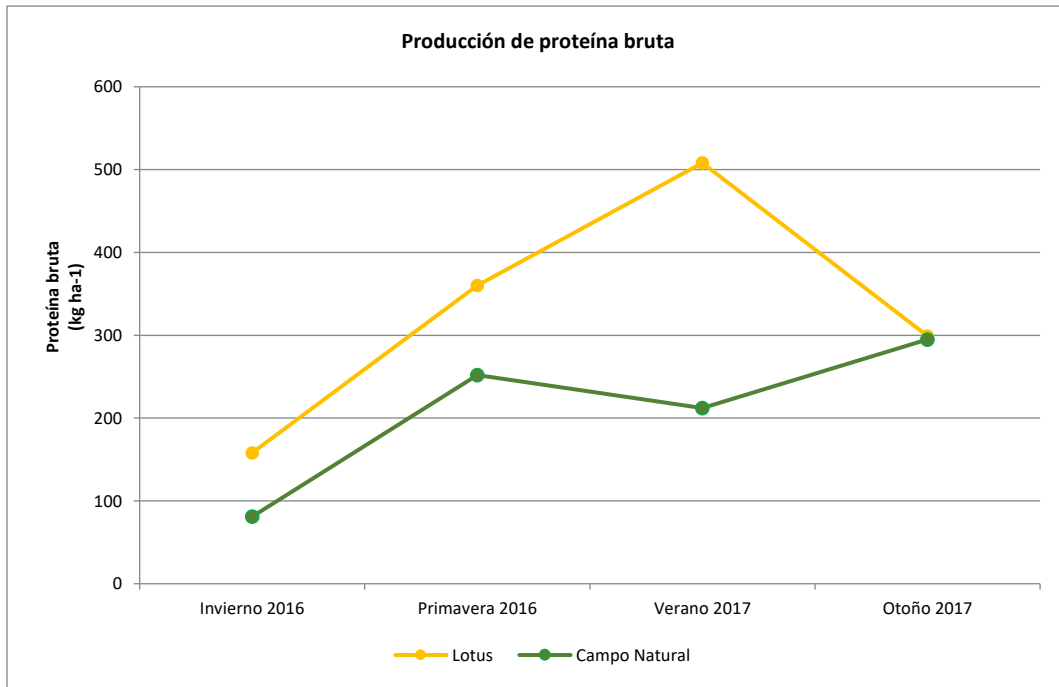
Figura: Evolución estacional de la proteína bruta del forraje

Tabla: Producción de materia seca digestible (MSD) y proteína bruta (PB) del forraje

VARIABLE DE CALIDAD	Producción MSD (kg ha-1)		Producción PB (kg ha-1)	
	L	CN	L	CN
Estación				
Invierno 2016	588	438	158	81
Primavera 2016	1330	1350	360	252
Verano 2017	2081	1538	508	212
Otoño 2017	1209	1464	299	295
Acumulado	5208	4790	1325	840
Diferencia	+9 % Lotus		+ 58 % Lotus	

L = Promoción de Lotus tenuis; CN = Campo natural





En el análisis de la composición botánica del forraje, se observa que, para el tratamiento Lotus, en las estaciones de otoño e invierno, aparece un elevado porcentaje de trébol blanco. Probablemente, a ello se deban los mayores e inesperados valores de producción de materia seca, digestibilidad y proteína bruta de este tratamiento, con respecto a los del pastizal natural, principalmente en el invierno.

Si bien el trébol blanco ofrece forraje de muy buena calidad, en este caso, estaría interfiriendo con el objetivo buscado de promover el establecimiento del *Lotus tenuis*.

La producción anual de materia seca digestible y de proteína bruta fue un 9 % y un 58 % superior, respectivamente, en los lotes con *Lotus tenuis*, en comparación con el pastizal natural sin manejo. Y la mayor ventaja del Lotus fue bien notoria en la época estival.

Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero del suelo

Los principales resultados se muestran en las siguientes figuras:

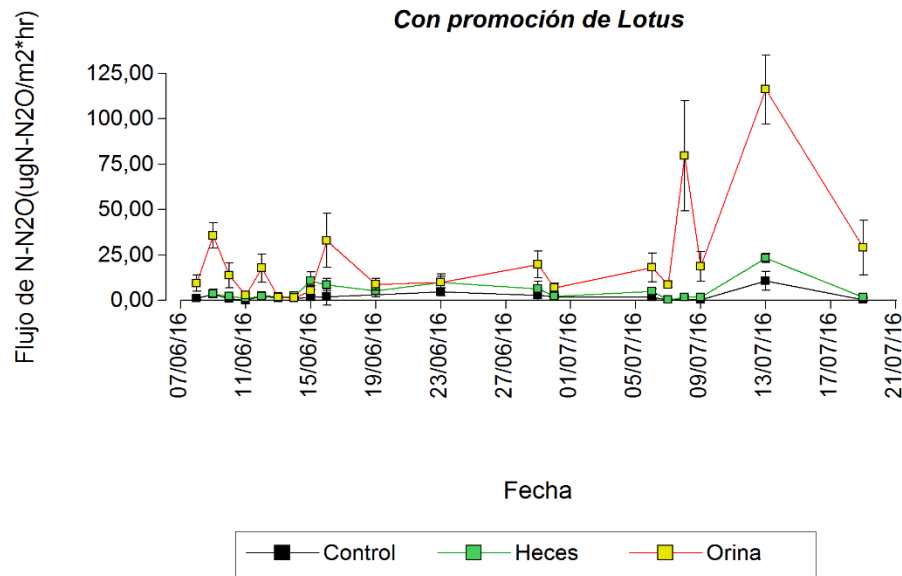


Figura. Flujo de N-N₂O, en pastizal natural con promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016

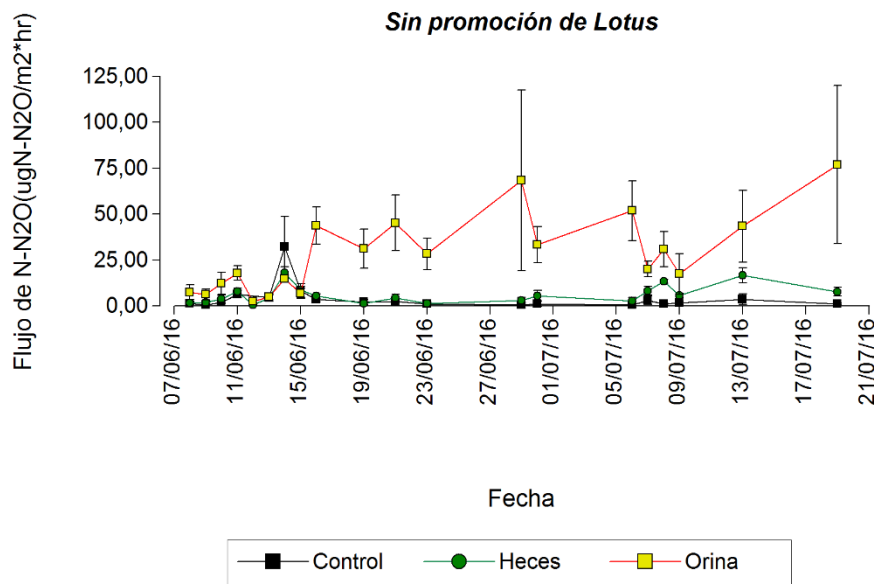


Figura. Flujo de N-N₂O, en pastizal natural sin promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016

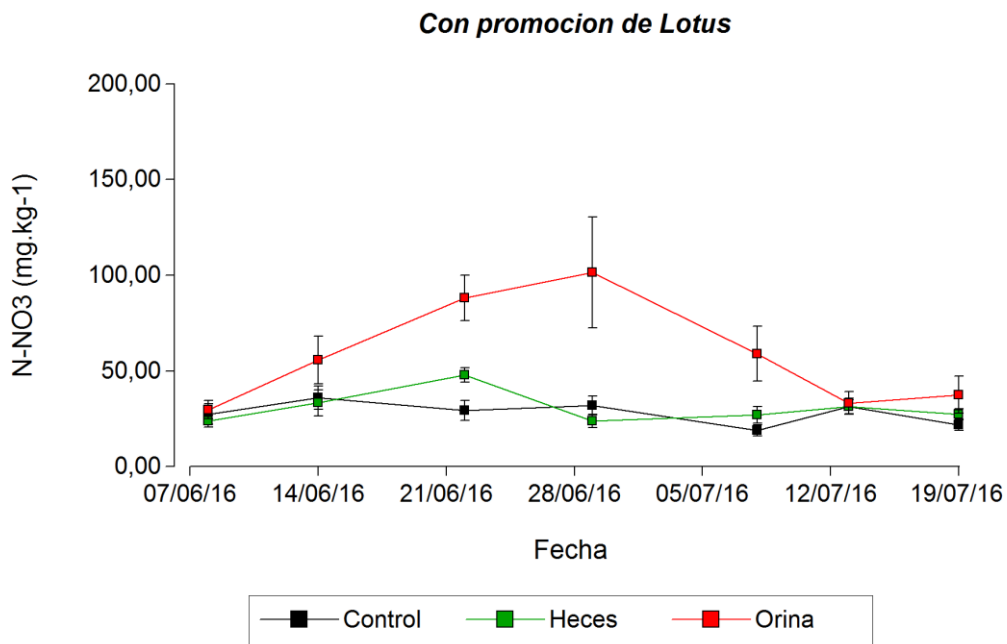


Figura. Contenido de N-NO₃, en suelo de pastizal natural con promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016.

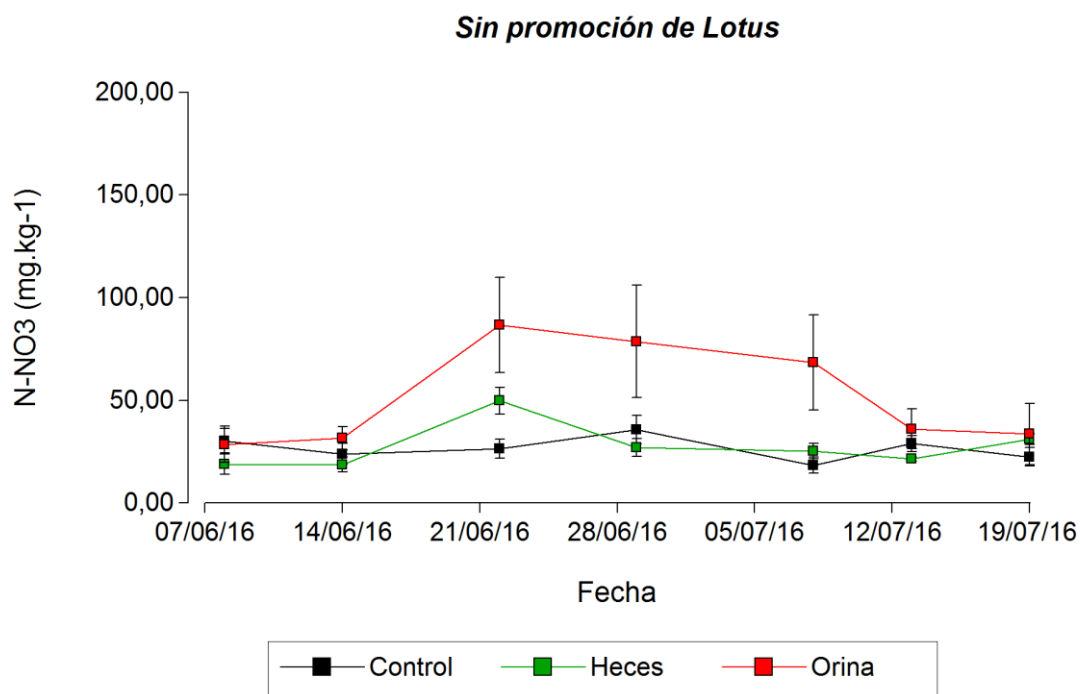


Figura. Contenido de N-NO₃, en suelo de pastizal natural sin promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016.

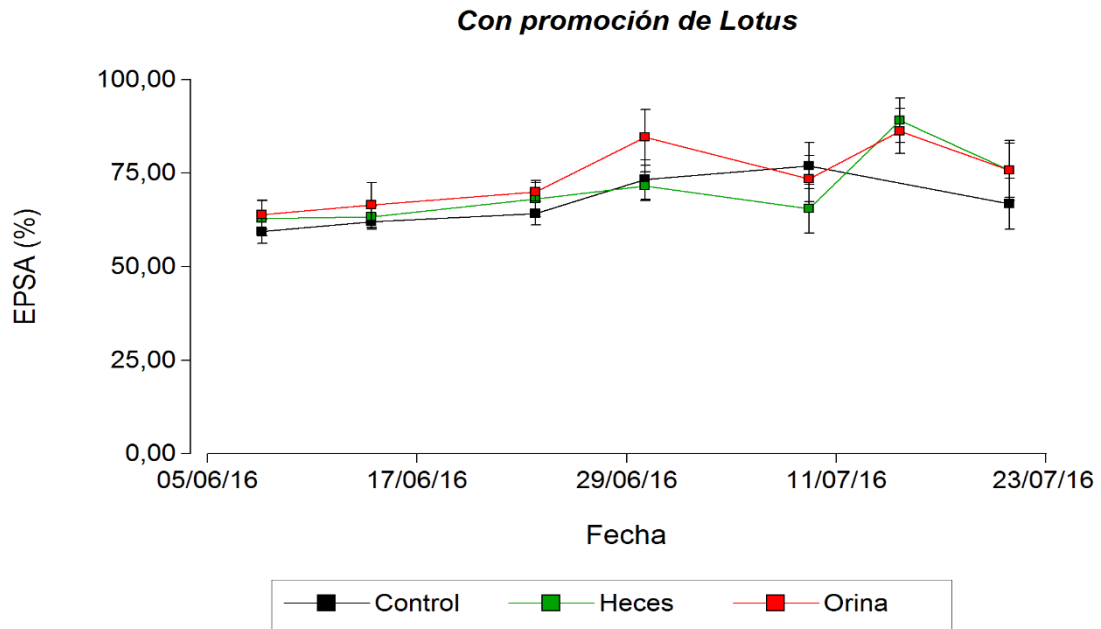


Figura. Espacio poroso saturado con agua (EPSA), en suelo de pastizal natural con promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016

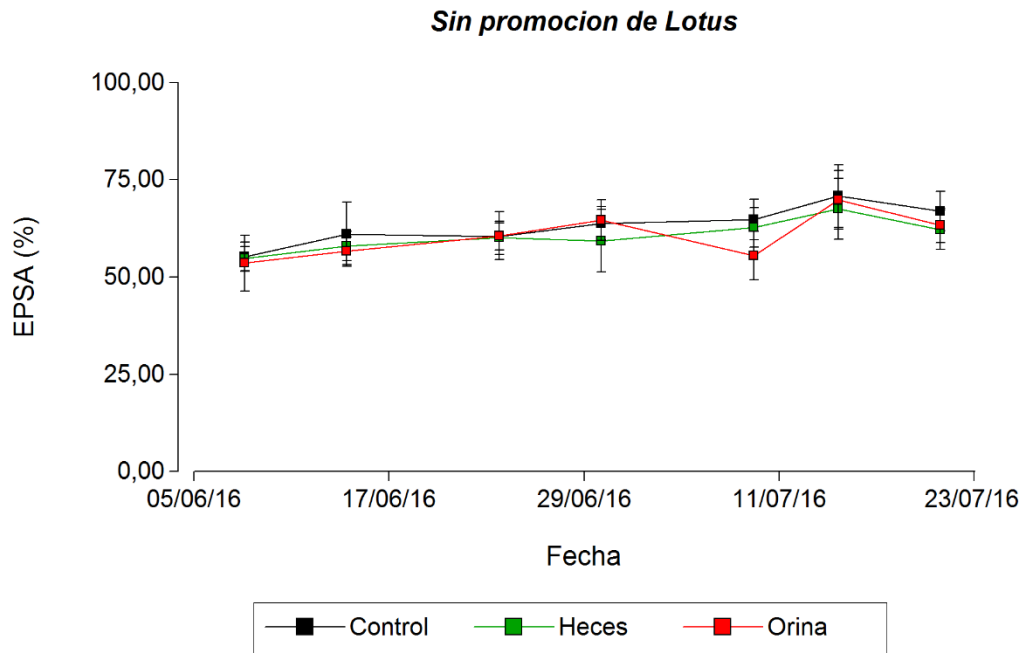


Figura. Espacio poroso saturado con agua (EPSA), en suelo de pastizal natural sin promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016.

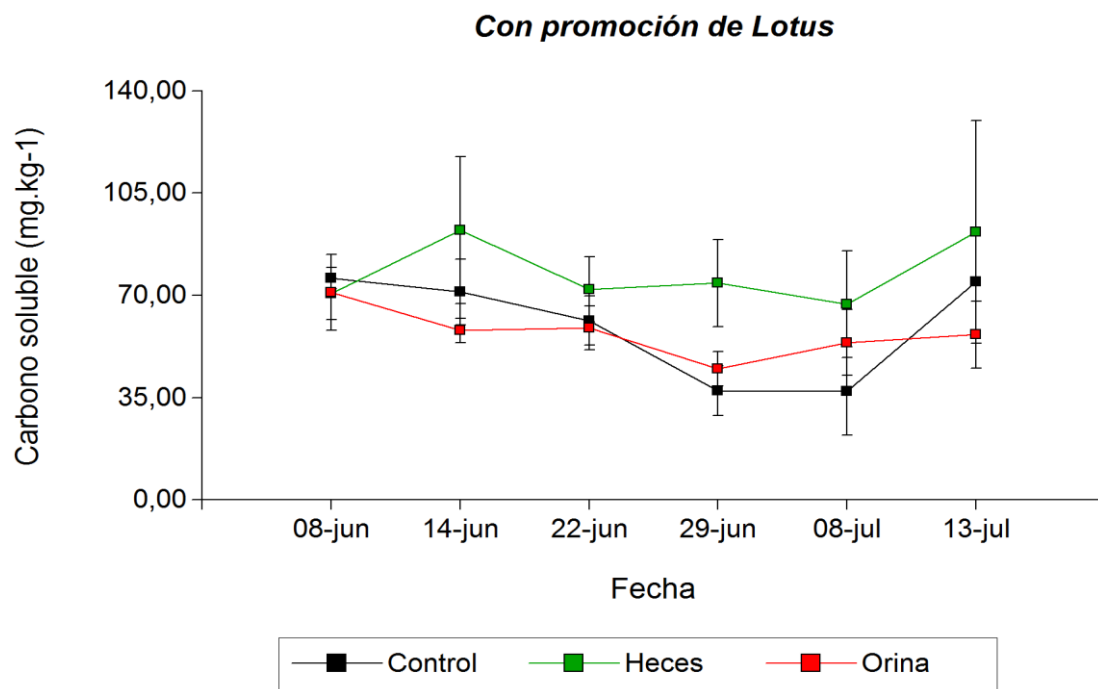


Figura. Carbono extraíble en sulfato de potasio (Carbono soluble), en suelo de pastizal natural con promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016

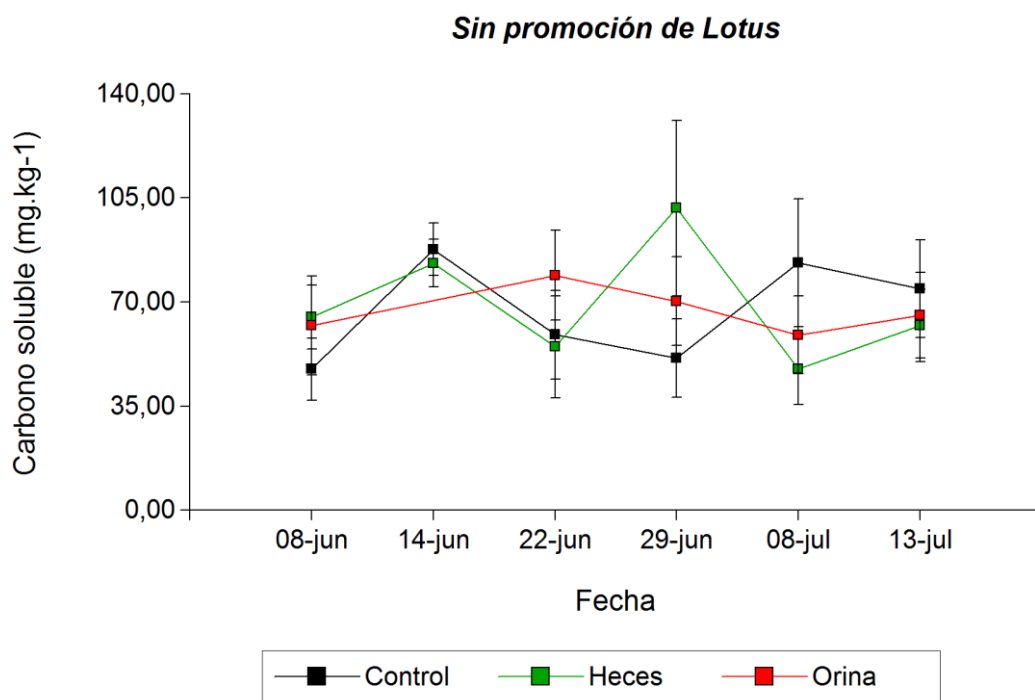


Figura. Carbono extraíble en sulfato de potasio (Carbono soluble), en suelo de pastizal natural sin promoción de *Lotus tenuis*, durante el período invernal de 2016.

Durante el primer período de muestreo, correspondiente al invierno de 2016, la temperatura del suelo varió entre 8,1°C y 10,2°C, mientras que la temperatura del aire estuvo entre 4,2°C y 12,2°C. En el mismo período, el espacio poroso saturado con agua, en el suelo, fluctuó entre 60% y 80%.

El análisis de componentes principales explicó el 50 % de la variabilidad de los datos, donde las temperaturas del aire y del suelo fueron las variables más explicativas.

No se pudieron detectar incrementos en los flujos de N₂O asociados a los eventos de precipitación y no hubo correlación entre la emisión de N₂O y los parámetros químicos del suelo medidos.

El agregado de orina incrementó la emisión de N₂O, pero la aplicación de heces no afectó el flujo de este gas. A pesar de este aumento, generado por la orina, los niveles de N₂O fueron bajos para todos los tratamientos, probablemente, debido a la predominancia de temperaturas ambientales muy bajas durante el período del experimento.

Dado que los nitratos, el carbono soluble y el espacio poroso saturado con agua no fueron factores limitantes, la temperatura del suelo parecería determinar la emisión de N₂O, en la estación invernal, en la que las temperaturas del aire fueron muy bajas.

Evaluación de la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados de la estimación de la intensidad de las emisiones de GEI:

Tabla: Intensidad de las emisiones de GEI, en un modelo de cría tradicional y en un modelo de ciclo completo.

SISTEMA	CRIA TRADICIONAL	CICLO COMPLETO
Emisión de metano total (kg CO ₂ eq. año ⁻¹)	92.000	119.500
Emisión de óxido nitroso total (kg CO ₂ eq. año ⁻¹)	42.500	58.300

Emisión de GEI total (kg CO2 eq. año-1)	134.500	177.800
Emisión de GEI (kg CO2 eq. ha-1 año-1)	1.120	1.482
Producción de carne (kg ha-1 año-1)	60	120
Intensidad de las emisiones (kg CO2 eq. kg carne-1)	19	12

La emisión de GEI, en términos absolutos, fue 32% superior en el sistema de ciclo completo, con respecto al de cría tradicional (177.800 kg CO2 eq. año-1 vs 134.500 kg CO2 eq. año-1).

Sin embargo, el aumento más que proporcional (100%) en la producción de carne, condujo a una disminución del 37% en la intensidad de las emisiones, medidas como kilogramos de CO2 equivalente por kilogramo de carne, a favor del sistema mejorado propuesto.

Evaluación de barreras a la adopción de tecnología

La mayoría de los productores encuestados consideró que el impacto de la variabilidad y el cambio climáticos, en los sistemas de producción ganadera, es moderado; sin embargo, opinan que sería muy necesario adoptar medidas de adaptación, pero reconocen tener poco conocimiento sobre ellas. Las limitantes económicas serían la principal barrera a la adopción de este tipo de tecnologías.

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados de las encuestas efectuadas:

Tabla: Respuestas al cuestionario realizado a productores ganaderos, en Chascomús, en Azul y promedio de ambos (%).

PREGUNTAS	RESPUESTAS	Chascomús	Azul	Promedio
¿Cómo calificaría, según su percepción, el impacto que el cambio y la variabilidad climáticos están teniendo en los sistemas de producción ganadera?	Alto	23 %	28 %	26 %
	Moderado	73 %	64 %	67 %
	Nulo	4 %	8 %	7 %
¿Considera que sería necesario, a nivel del productor, adoptar medidas de adaptación al cambio y la variabilidad climáticos?	No necesario	4 %	3 %	3 %
	Poco necesario	22 %	28 %	26 %
	Muy necesario	73 %	78 %	71 %
¿Conoce alguna(as) tecnología(s) que permita(n) que los sistemas de producción ganadera se adapten al cambio y la variabilidad climáticos?	Ninguna	24 %	31 %	28 %
	Pocas	65 %	55 %	59 %
	Varias	11 %	14 %	13 %
Si le ofrecieran alguna práctica alternativa, que permitiera que los sistemas de producción ganadera se adaptaran al cambio y la variabilidad climáticos, ¿cuáles serían sus principales barreras o limitantes para la adopción?	Tecnológicas	19 %	19 %	19 %
	Económicas	64 %	58 %	60 %
	Ambas	10 %	12 %	11 %
	Otras	7 %	11 %	10 %

Actividades de capacitación, intercambio y divulgación de conocimientos

Estas actividades incluyeron: la presentación de trabajos de investigación, en forma oral y escrita, tanto en eventos científicos nacionales como internacionales; la organización y participación en jornadas a campo, para productores; la capacitación ofrecida, en un curso; la capacitación recibida, en un webinar; la publicación de artículos de divulgación, en forma electrónica; la publicación impresa de una cartilla para productores; la participación en programas de televisión, para el medio rural; la participación en un taller científico - político.

Una descripción detallada de estas actividades se presenta en el Anexo: Informe de actividades de capacitación, intercambio y divulgación de conocimientos.

CONCLUSIONES

En base a los estudios y actividades de difusión realizados en el marco del proyecto FONTAGRO “Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación, para sistemas ganaderos de Latinoamérica”, se puede concluir que:

- La práctica propuesta para el mejoramiento del pastizal natural, en los suelos más pobres del partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, consistente en

promocionar la producción de semillas y el establecimiento del *Lotus tenuis*, a partir del banco natural de esta leguminosa, conduce a una mayor oferta anual de forraje, tanto en cantidad como en calidad.

- La mayor disponibilidad de energía y proteína del forraje, en los lotes con promoción del *Lotus tenuis*, en comparación con aquéllos sin manejo del pastizal natural, se da, principalmente, en la estación de verano, cuando las vacas en lactancia y los animales jóvenes tienen altos requerimientos nutricionales, especialmente, proteicos.
- La aparición de trébol blanco, en invierno, podría representar una competencia indeseable, en los lotes donde se promociona el establecimiento del *Lotus tenuis*.
- Durante el invierno, la emisión de N₂O del suelo, medida en Natracuoles típicos de la Cuenca del Salado, bajo pastizal natural, fue muy baja, y esto parecería estar mayormente explicado por las temperaturas (menores a la media, en el período de muestreo), independientemente de las lluvias y de la práctica de promoción del *Lotus tenuis*.
- El modelo de producción de carne propuesto, como alternativa al modelo de cría tradicional de la zona del estudio, demostró ser mucho más eficiente, tanto por su mayor productividad física, como por la menor intensidad de las emisiones de GEI estimadas.
- Se requieren mediciones de GEI más exhaustivas y regulares, tanto desde el suelo como de los animales, para poder validar las estimaciones realizadas utilizando factores de emisión por defecto.
- Los productores ganaderos reconocen la necesidad de implementar medidas de adaptación a la variabilidad y cambio climáticos, pero no poseen suficiente conocimiento sobre las mismas.
- El proyecto ha permitido llevar a cabo una vasta y diversa acción de difusión de conocimientos, con muy buena receptividad por parte de productores y técnicos.

REFERENCIAS

Alves, B.J.R., Smith, K.A., Flores, R.A., Cardoso, A.S., Oliveira, W.R.D., Jantalia, C.P., Urquiaga, S., & Boddey, R.M. 2012. Selection of the most suitable sampling time for static chambers for the estimation of daily mean N₂O flux from soils. *Soil Biology and Biochemistry* 46, 129–135.

Bailleres, M. y Sarena, D. Promoción estival de *Lotus tenuis*. Informe de divulgación. Chacra Experimental Integrada Chascomús.

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

Ministerio de Agroindustria. Bovinos. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín trimestral N°19. Septiembre 2016.

SENASA. 2016. Distribución de existencias bovinas por categoría - Abril 2016.

Informe técnico Bolivia:

EVALUACION DEL MANEJO Y USO FORRAJERO DE LA TUNA (*Spuntia ssp*) EN REGIONES ANDINAS SEMI ÁRIDAS DE BOLIVIA

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de regiones andinas semiáridas de Cochabamba, Bolivia se tornan cada vez más vulnerable a las presiones que ejercen los mismos productores sobre sus suelos, obligados a la sobrevivencia y los cambios en el clima que están alterando los patrones de manejo de los cultivos y del ganado. Estas alteraciones involucran: 1) la reducción de la diversificación de cultivos, dando prioridad a cultivos como el trigo por su importancia económica y de seguridad alimentaria, con poco aporte a la mejora de los suelos, 2) la reducción del periodo de descanso de los suelos a menos de 3 años (cuando antes era mayor a 5 años) esto a causa de la necesidad que tienen las familias de producir más en menos tiempo y en superficies cada vez más reducidas (3 ha/familia) de las cuales sólo el 50% es cultivada anualmente y 3) a la poca capacidad de reposición de materia orgánica al suelo, debido a la cada vez más baja población ganadera ovina que aporta muy poco estiércol al sistema y porque los residuos de cosecha son extraídos para alimentar a sus animales o son comercializados para otras necesidades y no son devueltos al suelo (Fundación PROINPA, 2015). Estas

causas junto al cambio climático están agudizando la disminución gradual de la capacidad productiva de los suelos, cuyos principales indicadores son su bajo contenido de materia orgánica (0,5 a 2%), pH ácido (4,5 a 6,5), bajo contenido de nitrógeno y fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico (3 a 10 meq/100 gr de suelo) y poca profundidad (15 a 25 cm) (Fonte y Vanek, 2012).

Los productores son conscientes de que si no se generan cambios en sus estrategias productivas su fin será la pobreza y consecuentemente el despoblamiento gradual de las áreas rurales. El cultivo de especies tolerantes a ambientes secos como las tunas (*Spuntia ssp*) se constituye en una oportunidad para recuperar los suelos marginales donde otros cultivos difícilmente pueden desarrollarse y producir. Las mujeres son las que más valoran el uso forrajero de la tuna porque son las responsables del cuidado del ganado y estiman que las ayudaría a simplificar su trabajo de pastoreo en épocas de escases que es cuando deben llevar a sus animales a lugares muy alejados de hasta 10 Km. Por otra parte, las familias también están interesadas en la producción del fruto de tuna para consumo propio y para comercializar sus excedentes. Por tanto, la inserción de la tuna (*Spuntia ssp*) en regiones andinas semiáridas favorecería a la seguridad alimentaria local, lograría recuperar parcelas marginales, podría aliviar el trabajo de las mujeres como responsables del pastoreo de los animales y ayudaría a mejorar los ingresos económicos de las familias a través de la ganancia de peso de los animales y la venta de los frutos de tuna. El presente estudio espera identificar ecotipos de tuna y evaluar su comportamiento agronómico bajo las condiciones semiaridas de Anzaldo, para su uso en la alimentación de la ganadería local y como una alternativa para mejorar la capacidad productiva de los suelos de estas regiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante las campañas agrícolas 2015 - 2016 y 2016 - 2017. Los ensayos se establecieron en comunidades del municipio de Anzaldo, Cochabamba, Bolivia, ubicada a 62 Km de la ciudad de Cochabamba, a una altitud de 3040 msnm y en las coordenadas 17° 46' 46" de latitud sud y 65° 55' 56" de longitud oeste. El clima durante el cultivo se caracteriza por una precipitación promedio de 450 mm/año y temperaturas que van de una mínima de 4oC a una máxima de 23oC. La predominancia de suelos de escasa profundidad y la presencia de una roca dura continúa (barrera física) y mucha pedregosidad, describe a un tipo de suelo predominantemente Leptosoles éutricos con algunos Cambisoles éutricos y dístricos en campos con suelos más profundos.

Evaluaciones previas de la región donde se llevó a cabo el estudio (Fundación PROINPA, 2012), muestran que sus suelos son semi-ácidos (5.7), de baja Conductividad Eléctrica (0.06 mmhos/cm) es decir no son salinos, muy baja CIC (6.22 me/100 g) atribuible a su bajo contenido de materia orgánica (0.93 %), consecuentemente un pobre contenido de N (0.06%). Su P también es bajo (4.92 ppm) y su K moderado (0.91 me/100 g). En general son suelos Franco Arenosos a Franco Limosos y su densidad aparente es alta (1.51 gr/cc) como producto de su compactación.

El primer año 2015 - 2016, con la participación del CIF (Centro de Investigación en Forrajes de la UMSS), se colectó material genético de tuna (115 ecotipos o accesiones) de regiones áridas y semiáridas de 6 departamentos de Bolivia (La Paz, Potosí, Cochabamba, Chuquisaca, Santa Cruz, Tarija), con el propósito de establecer un primer banco de esta especie en Anzaldo como zona de estudio. Paralelamente, esta misma campaña se implantó dos ensayos en dos comunidades de Anzaldo, para evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en la tuna bajo el diseño de BCA. Los tratamientos utilizados fueron: T1 = Testigo sin aplicación, T2 = Gallinaza, T3 = Fertilizante químico más gallinaza y T4 = Fertilizante químico. Las variables de cultivo evaluadas fueron Numero de brotes (de primera, segunda y tercera generación) y biomasa fresca de tuna en tres momentos de corte.

En el segundo año (2016 - 2017), se continuó con las evaluaciones agronómicas a la tuna y se complementó con la Evaluación del efecto de la tuna en la ganancia de peso de ovinos. Para este efecto se utilizó el diseño BCA donde los bloques fueron 6 familias, el número de ovinos/familia fue de 12 agrupados por peso, el número de unidades de muestreo por tratamiento fue de 4 ovinos haciendo un total de 12 unidades experimentales (12 ovinos = 4 ovinos x 4 tratamientos) y un total de 72 ovinos por el estudio (3 tratamientos x 4 ovinos x 6 repeticiones). Los tratamientos fueron: T1 = Solo pastoreo (Testigo), T2 = Penca de tuna + pastoreo y T3 = Penca de tuna con urea + pastoreo. Antes del consumo de la tuna por los animales, esta fue picada en trozos pequeños en una cantidad de 1 kg/animal. La aplicación de urea para el tratamiento 3 se realizó durante el picado de la tuna en una concentración del 3% como lo indica la literatura. El segundo año también se inició el proceso de difusión de la tuna. Las etapas fueron; evaluación participativa de la tuna por productores y productoras, días de campo con la participación de diferentes actores locales (autoridades, técnicos de instituciones, productores y otros) y gestión con autoridades locales para apalancar recursos financieros para la implantación de huertos de tuna a nivel familiar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento del banco de tuna

La Figura 1 muestra la variación del número de brotes (pencas o cladodios) entre las diferentes accesiones o ecotipos de tuna colectados de 6 departamentos de Bolivia en un total de 115 ecotipos. Después de 19 meses de su plantación, el 4% (5 ecotipos) tienen un número de brotes mayor a 7, el 16% (18 ecotipos) entre 5 a 7 brotes, el 36% (41 ecotipos) entre 3 a 5 brotes, el 40% (46 ecotipos) entre 1 a 3 brotes y 4% (5 ecotipos) tienen menor a 1 brote. El número de brotes es una característica importante en la tuna forrajera porque muestra su capacidad productiva y de multiplicación.

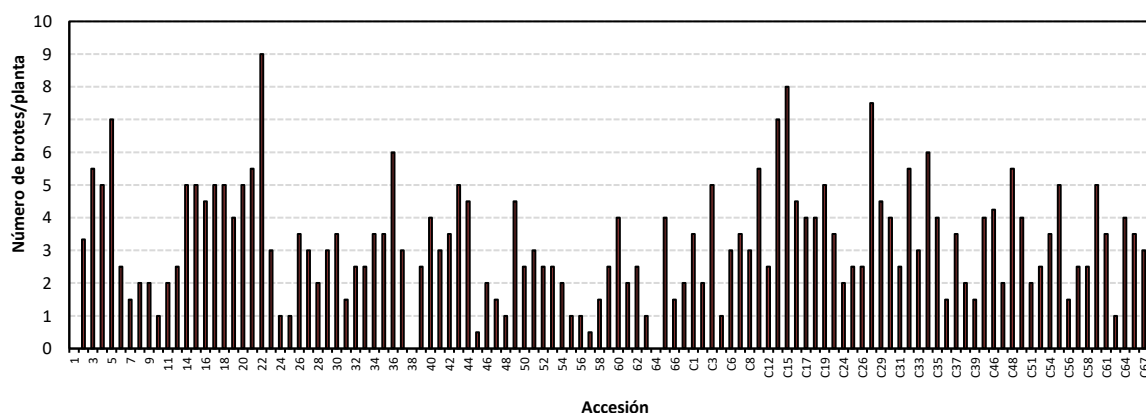


Fig. 1. Variación del número de brotes en diferentes accesiones de tuna colectados de regiones áridas y semiáridas de 6 departamentos de Bolivia y evaluados 19 meses después de su plantación en la comunidad Tijraska del municipio de Anzaldo, Cochabamba.

La Figura 2 muestra la variación del rendimiento en pencas (cladodios) entre las diferentes accesiones o ecotipos de tuna colectados de 6 departamentos de Bolivia en un total de 115 ecotipos. Después de 19 meses de su plantación, el 3.5% (4 ecotipos) tienen un rendimiento en pencas mayor a 5 Kg/pl, el 6% (7 ecotipos) entre 4 a 5 Kg/pl, el 15% (17 ecotipos) entre 3 a 4 Kg/pl, el 33% (38 ecotipos) entre 2 a 3 Kg/pl y 42.5% (49 ecotipos) tienen un rendimiento menor a 2 Kg/pl. El rendimiento en pencas es una característica importante en la tuna forrajera porque junto al número de pencas (brotes) descrito anteriormente, muestran la capacidad productiva de la tuna. El análisis de correlación entre estas dos variables muestra un $r = 0.72$, lo que significa que están muy asociadas. De 10 ecotipos que presentaron un rendimiento mayor a 4 Kg/pl, 5 tienen una

brotación mayor a 5, por lo tanto, estos podrían sugerirse para su multiplicación y difusión en función de los criterios utilizados por los productores (as).

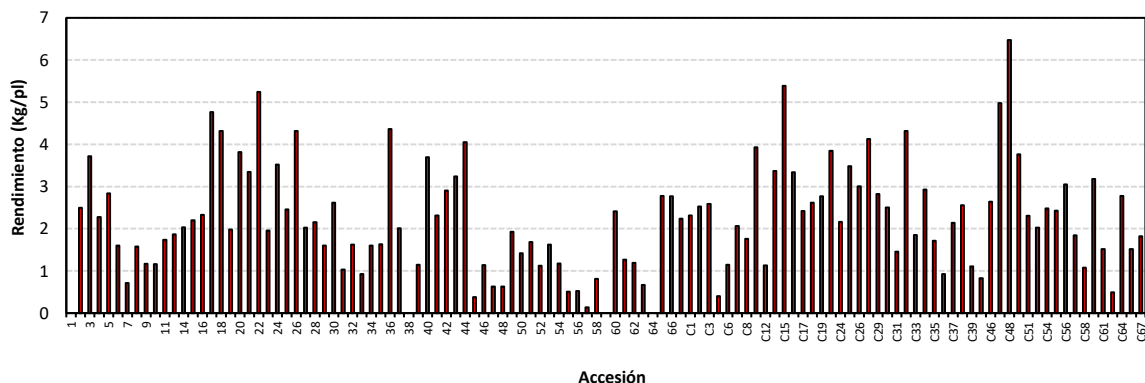


Fig. 2. Variación del rendimiento en pencas (cladodios) de diferentes accesiones de tuna colectados de regiones áridas y semiáridas de 6 departamentos de Bolivia y evaluados 19 meses después de su plantación en la comunidad Tijraska del municipio de Anzaldo, Cochabamba.

Evaluación agronómica de la tuna forrajera

La Figura 3 muestra el efecto de la fertilización mineral y/o orgánica en el número de brotes (pencas o cladodios) de tres generaciones de brotes de la tuna (*Spuntia ssp*), en dos ensayos conducidos en dos comunidades de Anzaldo y evaluado a los 25 meses después de su plantación. En ambos ensayos se aprecia que la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) juntas o independientes, logran incrementar el número de brotes de primera generación en relación al testigo sin aplicación, siendo su efecto más significativo cuando se combinan ambos. En la segunda generación de brotes, se observa que el efecto de la gallinaza se va perdiendo y solo destaca la fertilización mineral. En la tercera generación de brotes no se percibe claramente este efecto de la fertilización debido al poco desarrollo de los mismos. El bajo efecto de la gallinaza en la segunda generación de brotes posiblemente se deba a que este producto haya sufrido una acelerada descomposición bajo las condiciones de suelo de Anzaldo, habiendo perdido así rápidamente su efecto fertilizante.

La Figura 4 muestra el efecto de la fertilización mineral y/o orgánica en el rendimiento de tres generaciones de pencas (cladodios) de la tuna (*Spuntia ssp*), en dos ensayos conducidos en dos comunidades de Anzaldo y evaluado a los 25 meses después de su

plantación. En ambos ensayos se aprecia que la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) juntas o independientes, logran incrementar el rendimiento en pencas de primera generación en relación al testigo sin aplicación, siendo el efecto del fertilizante mineral más significativo cuando se aplica solo o combinado con gallinaza. En la segunda generación de brotes, el efecto de la gallinaza aplicada sola se va perdiendo y destaca la fertilización mineral aplicada sola o en combinación con la gallinaza. En la tercera generación de brotes no se percibe claramente este efecto debido al poco desarrollo de los mismos. Así como en el número de brotes, la acelerada descomposición de la gallinaza bajo las condiciones de suelo de Anzaldo pudiera ser la causa. La interacción favorable de la gallinaza con el fertilizante mineral hace pensar que este último compensa el desgaste natural de la gallinaza y activa otras de sus propiedades.

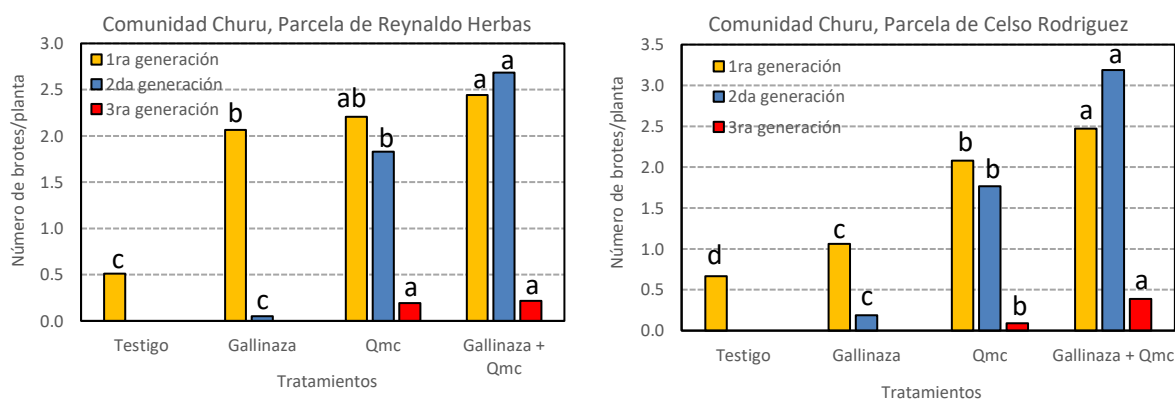


Fig. 3. Efecto de la gallinaza y la fertilización química en el número de brotes de tres generaciones de brotes de tuna, evaluados a 25 meses después de su plantación en dos comunidades del municipio de Anzaldo, Cochabamba. Las letras hacen la comparación estadística ($p=0.05$) dentro de cada generación de brotación y no entre todas.

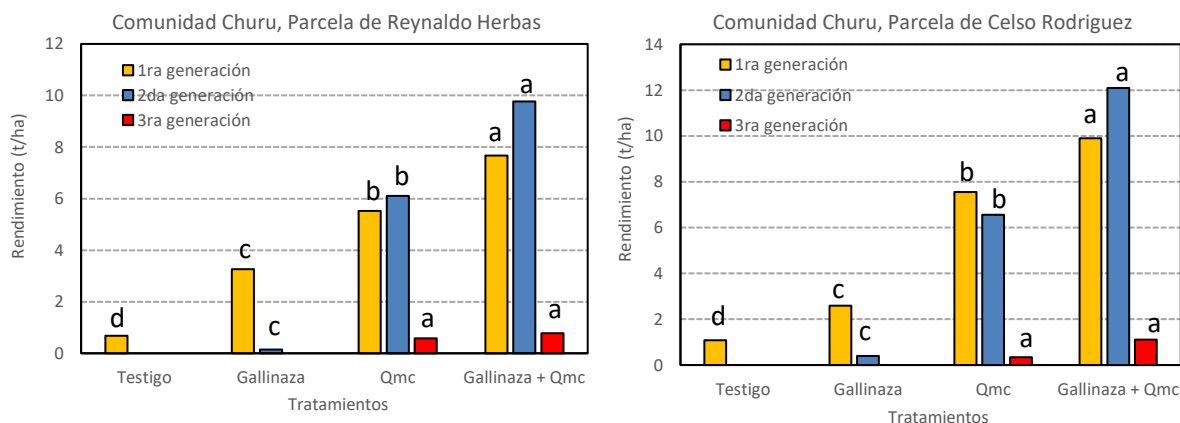


Fig. 4. Efecto de la gallinaza y la fertilización química en el rendimiento de tres generaciones de brotes de tuna, evaluados a 25 meses después de su plantación en dos comunidades del municipio de Anzaldo, Cochabamba. Las letras hacen la comparación estadística ($p=0.05$) dentro de cada generación de brotación y no entre todas.

Evaluación del uso forrajero de la tuna

La Figura 5 muestra el efecto de la tuna forrajera sola y en combinación con urea (3%) como suplemento de nitrógeno, en el incremento de peso de ovinos y evaluado en el mes de septiembre, considerado uno de los tres meses (sep, oct y nov) con más escases de forraje. A las dos semanas de la alimentación con tuna ya se aprecia su efecto favorable en la ganancia de peso pero no así del suplemento urea como fuente de N. A las cuatro semanas de la alimentación con tuna, el efecto es más marcado en la ganancia de peso (700 gr) respecto al testigo (300 gr con solo pastoreo). No se aprecia el efecto de la urea en la ganancia de peso.

Avances en la difusión de la tuna forrajera

a) Evaluación participativa de la tuna

Los Cuadros 1 y 2 muestran los comentarios de hombres y mujeres de diferentes comunidades de Anzaldo, sobre la producción y uso de la tuna. En general tanto hombres como mujeres valoran favorablemente el uso de la tuna como forraje, pero también sugieren usarlo como fruta para el consumo humano. Sobre el desarrollo de la tuna, asocian el número de brotes con el incremento de biomasa, y perciben que en el banco existe variabilidad y destacan algún material promisorio según sus criterios.

Muestran también que ya tienen experiencia en el consumo por los animales y hacen sugerencias para su producción. Está claro que para su producción aprovecharían sus suelos marginales porque creen que la tuna se adapta a esas condiciones.

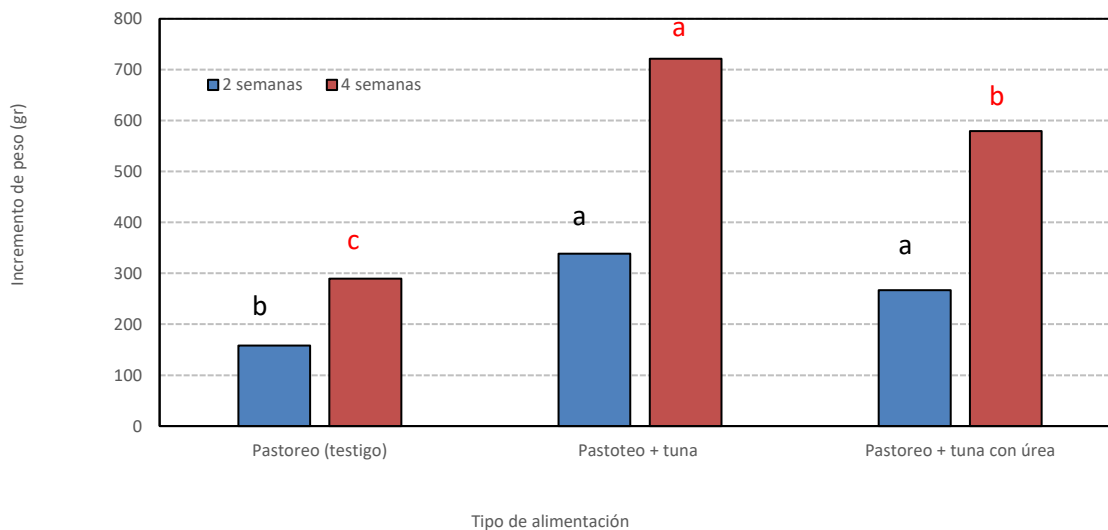


Figura 5. Efecto de la tuna forrajera en el incremento de peso de ovinos en el municipio de Anzaldo, Bolivia evaluado en dos momentos de su alimentación (2 y 4 semanas). Las letras hacen la comparación estadística ($p=0.05$) dentro de cada momento de alimentación.

b) Días de campo de la tuna

Se realizaron “Días de campo” realizados en comunidades de Anzaldo y en dos momentos diferentes. En ambos casos fue importante la participación de productores (as), autoridades locales, autoridades comunales y de técnicos de instituciones. Llamó la atención el Banco de germoplasma instalado colindante al cementerio y sobre el camino principal que une a las comunidades. Esta parcela fue elegida por decisión del sindicato ya que estaba descartada para uso agrícola por la alta degradación del suelo. Los “Días de campo”, además de permitir mostrar los avances en la producción de tuna, también permitió analizar y discutir su pertinencia bajo el contexto de Anzaldo, destacando su potencial uso forrajero pero también como una opción alimentaria para las familias y una oportunidad de generación de ingresos económicos por la comercialización de su fruto. La interacción entre productores y autoridades permitió establecer la demanda de parte de los primeros para contar con huertos familiares de tuna con aporte del municipio, aporte propio y con financiamiento internacional.

Cuadro 1. Evaluación de la tuna por productores y productoras de las comunidades de Tijraska y Pinquina del municipio de Anzaldo. Marzo 2016.

CRITERIO	HOMBRES			MUJERES		
	BUENO	REGULAR	MALO	BUENO	REGULAR	MALO
Desarrollo de la tuna	Mayor número de brotes Las pencas son gruesas Guarda agua No tienen espinas		Algunos tienen pocos brotes	Algunas tienen buen número de pencas El número 175 es más grueso		La mayoría de las tunas están bien.
Manejo de la tuna	La distancia entre plantas en buena Se puede usar ceniza para enfermedades Se debe plantar en terreno de pastoreo		Se puede enfermar con cochinilla Siembra muy estrecha dificulta su corte Necesita cerco	El 175 tiene poca espina y es más grande Pueden crecer en terreno descartado		
Alimento para ganado	Son alimento para el ganado Tienen agua para el ganado Al ganado se debe dar las hojas tiernas En época de lluvia no comen los animales	No se debe dar caliente Es un alimento para tiempo seco	La tuna caliente hace hinchar el estomago	Queremos producir tuna para dar a los animales Hay época seca donde no hay alimento.	Se puede cortar en invierno (agosto a octubre) para dar a los animales	No solo se debe producir para dar a los animales.
Alimento para la gente	Su fruto se come Solo las hojas viejas producen frutos			Su fruta es rica y alimento para los niños		

Cuadro 2. Evaluación de la tuna por productores y productoras de la comunidad de Pajcha Pata del municipio de Anzaldo. Marzo 2017.

CRITERIO	HOMBRES			MUJERES		
	BUENO	REGULAR	MALO	BUENO	REGULAR	MALO
Desarrollo de la tuna	Algunos tienen buena cantidad de hojas		No crece en suelo pedregoso	Algunos producen pencas grandes		
	Crecen muy bien en los bordes del río					
Manejo de la tuna	Las pencas se pueden dar a los animales	Necesita cerco	Le entra la cochinilla	Echar ceniza A veces también se debe regar		Hay que cercar para proteger de los animales
	Se puede usar ceniza para mejorar					
Alimento para ganado	La tuna da mayor cantidad de forrajes		Se debe dar frío porque caliente hace hinchar el estómago de los animales	La vaca y la cabra lo comen bien.		Si está caliente los animales se mueren
	Es un alimento para invierno					
Alimento para la gente	Su fruto se puede comer			Los hijos comen su fruto		
	Se puede hacer lejía de las pencas			Cuando se pone al agua lo limpia		
				Se debe sembrar encima de río		

c) Gestión para la difusión de la tuna

Producto de reuniones entre productores y autoridades se definió que la Fundación PROINPA se responsabilice de gestionar recursos de entidades internacionales para apoyar el financiamiento de huertos familiares de tuna para su uso como forraje y la producción de fruta. El 2016 se iniciaron las gestiones con la Fundación SHARE de Canadá para apoyar esta iniciativa. Se establecieron visitas y reuniones entre personeros de SHARE y la alcaldía para definir la modalidad de apoyo. Tanto SHARE como la alcaldía comprometieron apoyo económico para una primera fase del proyecto que beneficiaría a 50 familias. Gestiones posteriores con los productores establecieron una contraparte de parte de ellos en términos de bolillos para cerco y mano de obra para la plantación del huerto. El costo total del proyecto fue de \$ 45.000 USD de los cuales el 56 % lo cubrió SHARE, el 18 % la alcaldía, PROINPA el 16 % y los productores el 10 %.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En dos años y medio del proyecto se logró despertar el interés en los productores (as) de Anzaldo en un cultivo poco conocido como es la tuna. Más allá de la investigación y los resultados encontrados, la sola presencia de esta especie con ecotipos procedente de diferentes lugares del país y que se desarrolló en condiciones de sequedad y en una parcela marginal asignada por el mismo sindicato y que la denominamos “Banco de tuna”, llamó la atención de propios y extraños. Este banco fue la detonante para que

muchos productores (as) hagan preguntas sobre su procedencia, sobre el propósito del mismo y sobre su interés en contar con una plantación de tuna en sus predios. Las evaluaciones participativas y técnicas del banco evidenciaron la variabilidad entre los ecotipos en cuanto a brotación y biomasa. Esta variabilidad permitió identificar 5 ecotipos con la característica deseada para uso forrajero.

Los suelos marginales donde se implantó los ensayos de fertilización mineral y orgánica (gallinaza), permitieron demostrar que este cultivo por mas rustico que pueda ser, responde a la fertilización o abonamiento de manera contundente, especialmente a la combinación de ambos (mineral y orgánico). También se pudo evidenciar que la durabilidad de la gallinaza en el suelo bajo las condiciones de Anzaldo, si bien tuvo un efecto importante el primer año, no logra mantener este su efecto hasta el segundo año, debido a la alta tasa de mineralización de los suelos atribuido al incremento de la temperatura por causa del cambio climático.

Por otra parte, también se pudo demostrar que la tuna permite incrementar la ganancia de peso de los ovinos de una manera significativa, aspecto que despertó aún más el interés por parte de las mujeres quienes son las responsables del mantenimiento del ganado.

Las evaluaciones participativas, los días de campo y la interacción entre los diferentes actores del municipio, lograron acortar los procesos de difusión de la tuna en Anzaldo. Hasta noviembre del 2017 se implantaron 50 huertos familiares de tuna con apoyo local e internacional y se espera continuar con el proceso para que más familias puedan beneficiarse.

BIBLIOGRAFIA

Fonte, S., Vanek, S. (2012). Rutas de intensificación agroecológica para el manejo de la fertilidad del suelo dirigidas a los pequeños agricultores de las zonas alto-andinas. Informe y recomendaciones para la fundación Mcknight. 102 p.

Fundación PROINPA (2015). Informe Compendio 2011-2014. Cochabamba - Bolivia. pp 12 - 19.

Reporte del INIA de Chile

ANTECEDENTES

A partir de un acuerdo de cooperación entre la Fundación PROINPA, la empresa universitaria de Semillas Forrajeras SEFO y el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", a fines del año 2015 se decide realizar evaluaciones forrajeras de leguminosas procedentes del INIA de Chile, en condiciones del Valle Central de Cochabamba y en el Altiplano Central de Oruro.

Este acuerdo se concretiza el 6 de mayo de 2016, mediante carta oficial de SEFO, en el marco general de trabajo del Proyecto: "Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación-mitigación para sistemas ganaderos de Latinoamérica".

Figura 1. Carta oficial de apoyo y participación del CIF y SEFO en el Proyecto: Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación-mitigación para sistemas ganaderos de Latinoamérica



SEFO - SEMILLAS FORRAJERAS
UMMS - COFESU

EMPRESA DE SEMILLAS FORRAJERAS "SEFO - SAM"

E - mail: info@sefosam.com

Cochabamba, Bolivia
6 de mayo de 2016

**Señores
FONTAGRO
EE.UU.-**

Ref: Apoyo a evaluación de cultivares forrajeros tolerantes a sequía

La empresa de Semillas Forrajeras (SEFO - SAM) cuyo objetivo es producir semilla de diferentes especies forrajeras para atender demandas nacionales e internacionales bajo normas de calidad, junto al Centro de Investigación en Forrajes (CIF) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), informan sobre su participación junto a la Fundación PROINPA, en el proyecto "Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación-mitigación para sistemas ganaderos de Latinoamérica", presentado por el INIA Chile en respuesta a la convocatoria extraordinaria 2014 de FONTAGRO.

El apoyo en la campaña 2015 - 2016 consistió en evaluar tres especies forrajeras procedentes del INIA-Chil: Trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*), Trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) y Lotera de hoja ancha (*Lotus corniculatus*). Este material fue evaluado en ambientes contrastantes: valles de Cochabamba (zona "La Violeta" a 2614 msnm) y en el Altiplano Central de Oruro (Centro Agropecuario Condoriri, a 3830 msnm).

Observaciones preliminares a 90 días de la siembra, muestran un desarrollo regular de lotera y buen desarrollo de trébol encarnado y trébol subterráneo. La evaluación técnica continuará y se espera contar con los primeros resultados hasta el 30 de mayo de 2016.

El aporte de SEFO como contraparte a este emprendimiento consistió en:

Item	Costo (\$us)
Personal técnico	1100
Personal obrero	500
Alquiler vehículo	400
Combustible	200
Material de campo	200
Total	2400

En base a estos resultados, SEFO y CIF se comprometen a continuar con el apoyo durante la campaña 2016-2017, hasta contar con información suficiente como para promover la producción masiva de semilla -si es el caso- de este material y difundirlo en comunidades donde haya problemas de sequía.

Agradeciendo a FONTAGRO por el apoyo a este proyecto que -estimamos- será de gran impacto para la agricultura familiar, me despido de ustedes con un cordial saludo.

Atentamente,



Ing. Gastón Saumá Romero
Gerente SEFO - SAM



Actividades realizadas

Las siembras, seguimiento y correspondientes evaluaciones, se realizaron en el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" de la Universidad Mayor de San Simón -CIF- (valle central de Cochabamba, ubicado a 2614 msnm) y en el Centro Agropecuario Condoriri de la Universidad Técnica de Oruro -CEAC- (altiplano central a 3830 msnm). Las siembras se realizaron en el mes de enero de 2016 en el CIF y en el CEAC y otra siembra de solamente una de las tres especies, en el CIF, en enero de 2017.

Las tres especies de leguminosas forrajeras consideradas fueron:

- Lotera (*Lotus corniculatus*)
- Trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*)
- Trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*)

La semilla de las tres especies fueron por PROINPA al CIF, a través de SEFO.

El objetivo central del trabajo por parte de CIF y SEFO, fue evaluar las tres leguminosas forrajeras indicadas, en dos ambientes contrastantes en Bolivia.

El presente reporte considera por separado los dos ensayos exploratorios realizados, a partir de parcelas demostrativas:

- Siembra del año 2016 en el CIF y CEAC con las tres especies.
- Siembra del año 2017 solo en el CIF con solamente la lotera.

Resultados, siembra del año 2016

Las parcelas se sembraron el 27 de enero en el CIF y en el CEAC el 14 de enero, en ambos casos en el año 2016.

Para las tres especies, la siembra se realizó por chorro continuo, a razón de 10 kg/ha. En el caso del CIF se sembró 32 surcos de trébol subterráneo; 40 de trébol encarnado y 39 surcos de lotera; todos de 5 m de largo y con 20 cm de espacio entre surcos. En el caso del CEAC se sembró 5 surcos de cada especie, de 5 m de largo a 30 cm de espacio entre surcos.

Hasta la fecha, en el CIF, la especie que se mantiene con el mejor establecimiento y producción es la LOTERA, la cual tuvo -además de los cortes de limpieza- tres cortes productivos (a inicio de floración), el 1 de noviembre de 2016, el 10 de enero de 2017 y el 15 de mayo de 2017.

En el caso del TRÉBOL ENCARNADO, en el CIF se tuvo solamente un corte, en noviembre de 2016, con un rendimiento medio de 2907 kg/ha en base seca (con 27% de materia seca).

El TRÉBOL SUBTERRÁNEO no llegó a establecerse de manera satisfactoria y al 13 de mayo de 2017, se anuló la parcela de esta especie.

En el CEAC, si bien se tiene las tres especies en campo, su establecimiento es muy pobre y hasta la fecha no se pudo realizar ningún corte de evaluación. Se espera que en el nuevo ciclo agrícola 2017- 2018 (para fines del año 2017) se tenga alguna evaluación de estos materiales.

Las siguientes figuras detallan los resultados encontrados. Para la Figura 2 se debe considerar que el % de materia seca promedio fue:

Para el trebol encarnado:	22%
Para la lotera:	20%

En el caso de la Figura 3, el porcentaje de materia seca promedio fue de 22%, 22% y 23% para los cortes del 01/11/2016, 10/01/2017 y 15/05/2017, respectivamente.

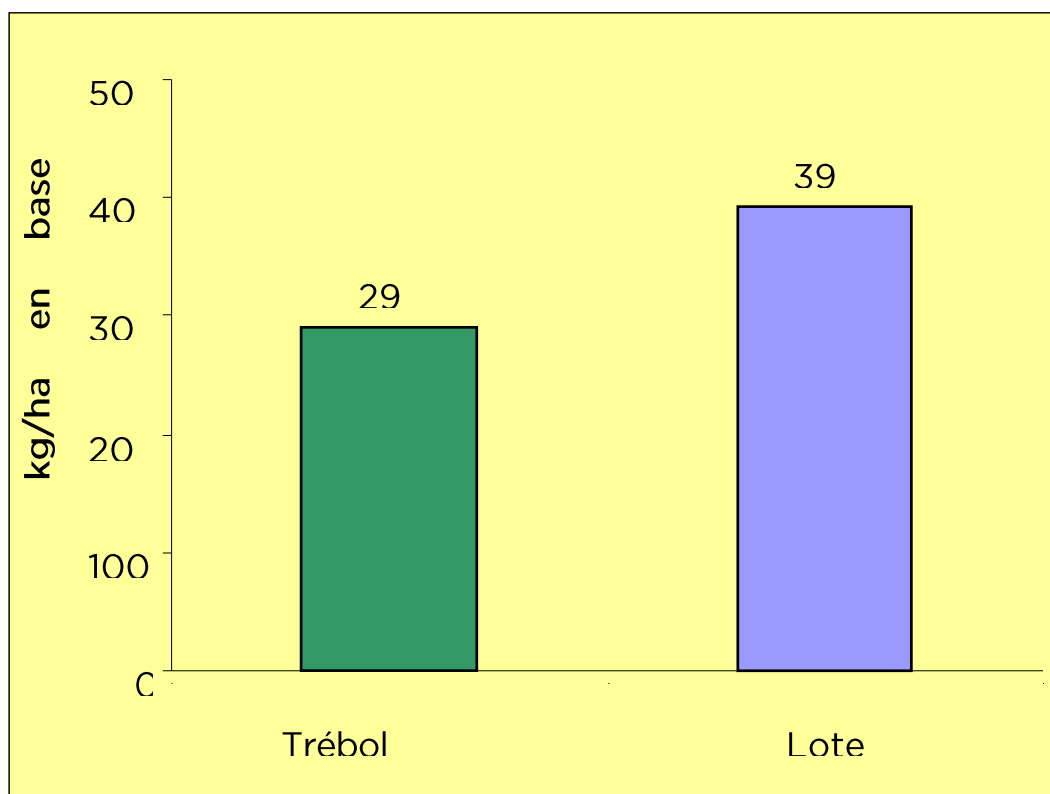


Figura 2. Rendimiento de forraje en base seca, para dos leguminosas forrajeras procedentes del INIA Chile, en condiciones del CIF al primer corte productivo (siembra: enero de 2016 / evaluación: 01 noviembre 2016)

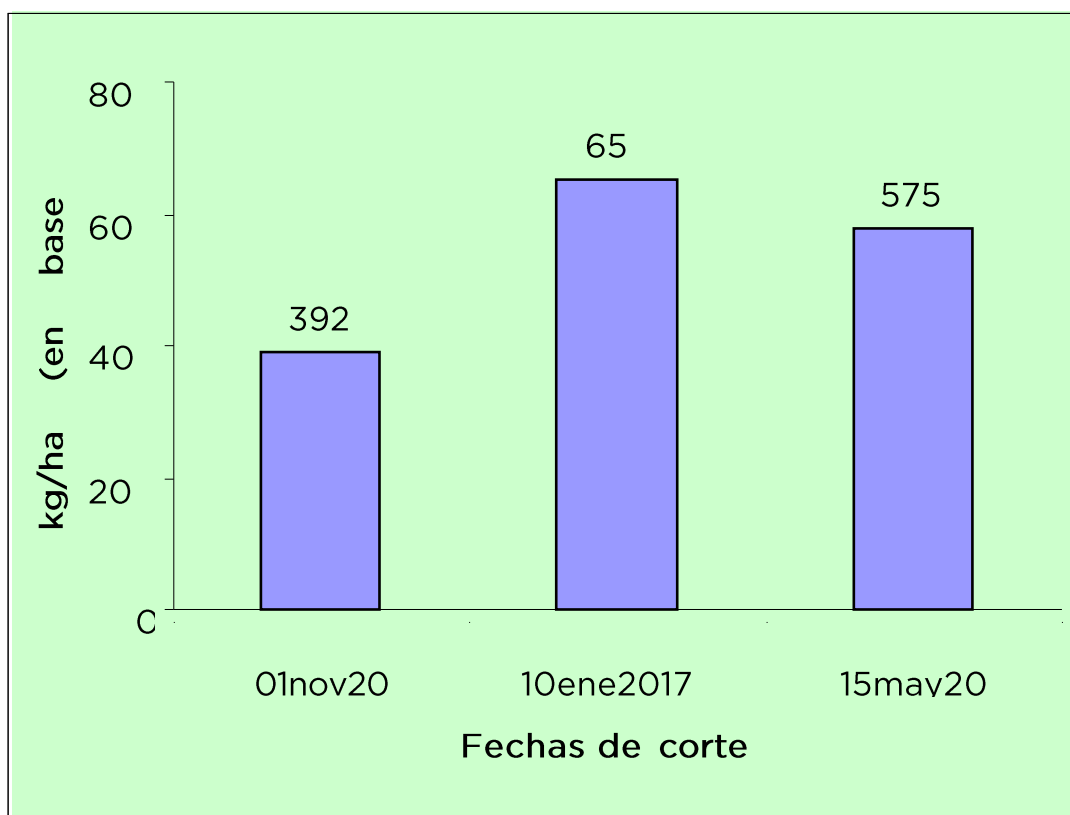


Figura 3. Rendimiento de forraje en base seca, para *Lotus corniculatus* (Lotera) procedente del INIA Chile, en condiciones del CIF, en tres cortes productivos continuos (siembra: enero de 2016).

SIEMBRA DEL AÑO 2017

En virtud a los resultados de las parcelas sembradas el año 2016, para el año 2017 se definió trabajar solamente con la LOTERA y solo en terrenos del CIF. Así, las parcelas se sembraron el 6 de enero de 2017 con la especie *Lotus corniculatus*.

La siembra se realizó por chorro continuo, a razón de 10 kg ha^{-1} , en surcos separados a 20 cm, teniendo tres parcelas, cada una de 16 surcos, de 5 m de largo.

Hasta septiembre de 2017 se han realizado dos cortes de evaluación, además de uno de limpieza.

A la fecha se tiene un excelente establecimiento de las parcelas de LOTERA, donde además de su rendimiento en materia seca, destaca su excelente combate contra malezas y sanidad de la biomasa producida.

La Figura 4 detalla los resultados encontrados para las parcelas sembradas el año 2017. Se debe considerar que el porcentaje de materia seca promedio fue de 20% y 21% para los cortes del 15/05/2017 y 20/09/2017, respectivamente.

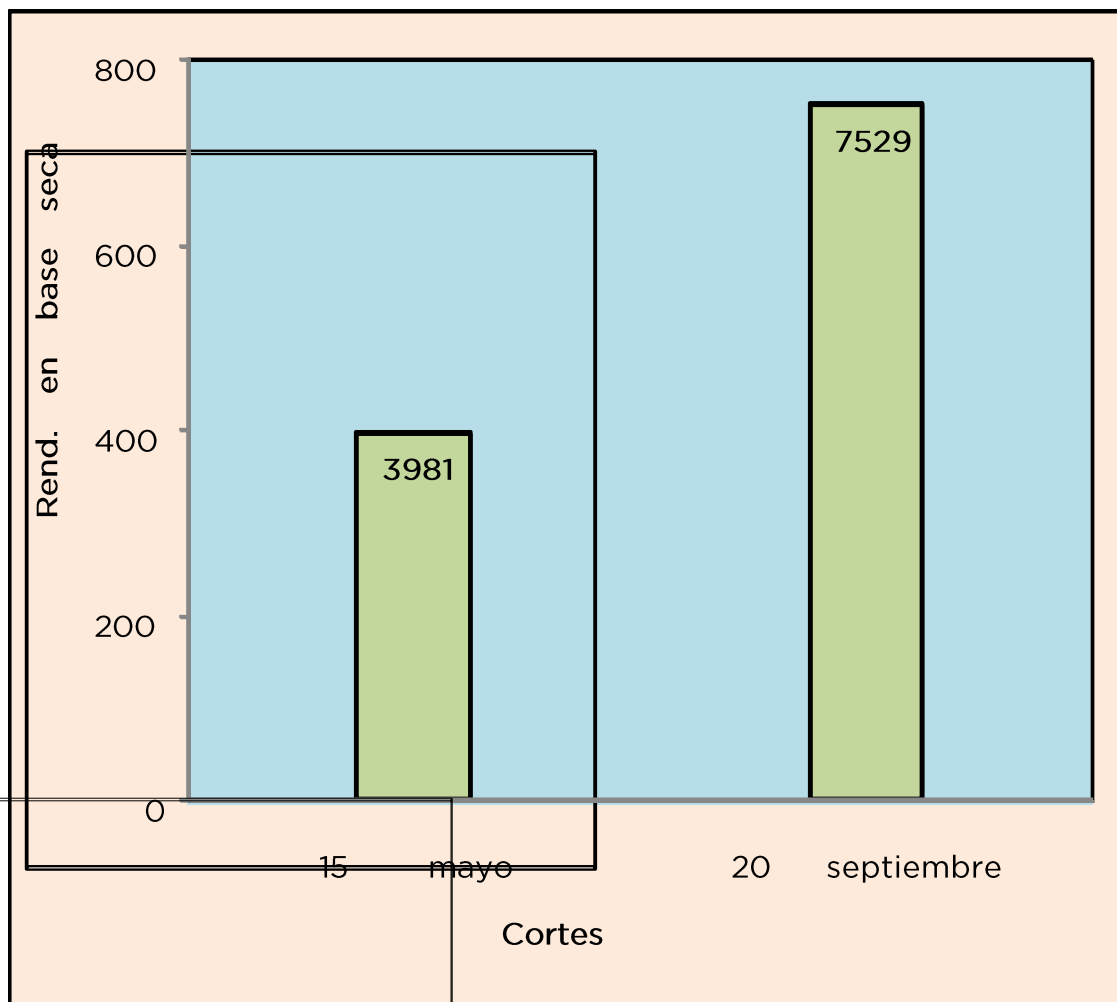


Figura 4. Rendimiento de forraje en base seca, para *Lotus corniculatus* (Lotera) procedente del INIA Chile, en condiciones del CIF, en dos cortes productivos continuos (siembra: enero de 2017)

CONCLUSIONES

- Son evidentes las ventajas de la lotera sobre las otras dos especies, en especial para zonas de valle; destaca su rendimiento en forraje y la sanidad que muestra el follaje.
- Los rendimientos por corte de la lotera son superiores a los de la alfalfa, claro está, con menor número de cortes por ciclo agrícola, ya que en las condiciones del CIF, se tiene una media de 7 a 8 cortes por año con alfalfa, mientras que en el caso de la lotera, respetando la fisiología de la especie (cortes a inicio de floración), se llega a un máximo de 3 a 4 cortes/año.

- Una limitante para la lotera en condiciones de valle, es la producción de semilla, ya que la especie muestra una floración indeterminada.
- Se sugiere realizar ensayos de selección de variedades de *Lotus corniculatus*, tanto en producción de forraje como de semilla.
- El *Lotus corniculatus* muestra promisorias aptitudes para constituirse en una opción forrajera para zonas de valle, siendo una alternativa a la producción de alfalfa, con la ventaja de no causar meteorismo en el ganado que consume esta forrajera.
- Las otras dos especies leguminosas forrajeras: trébol encarnado y trébol subterráneo no mostraron condiciones de adaptación en valles y altiplano de Bolivia.

Informe técnico Costa Rica:

INFORME TÉCNICO FINAL. COSTA RICA

RESUMEN

En Costa Rica se realizó un ensayo semi comercial donde se probó la alternativa de utilizar potreros con 75 % de pasto (75 % de *Cynodon dactylon* y 25 % de *Paspalum notatum*) y 25 % de la variedad de soya UCR-CIGRAS-06, para la alimentación de terneros, bajo un pastoreo rotacional. El ensayo se llevó a cabo en una finca dedicada a la ganadería de doble propósito, en el Pacífico Central costarricense, en la estación seca de diciembre de 2016 a marzo de 2017, seguimiento que ha permitido:

1. La identificación de oportunidades para el uso de la soya UCR- CIGRAS-06 en ciclos cortos de pastoreo. Se encontró que la calidad nutricional de la soya es superior al de las pasturas usuales en ganadería de doble propósito y que después de su pastoreo a los 45 días es posible obtener un rebrote igual a (70 ± 7) % de las plantas, lo que hace viable un segundo ciclo de pastoreo.
2. Establecer en 48 a 50 días después de sembrada la soya el límite de cosecha, porque el follaje no rebrota y el desarrollo se limita al llenado de vainas si el pastoreo se da después. Además, por su desempeño agronómico en las dos estaciones secas

estudiadas, (meses de diciembre a inicios de mayo) se considera viable que aporte forraje en los primeros meses de la época seca (diciembre a febrero).

3. Corroborar las siguientes prácticas de manejo como claves para el desarrollo exitoso de la soya UCR-CIGRAS 06 en potreros dedicados a la ganadería: evitar terrenos susceptibles de anegamiento, aplicar un insecticida granular al momento de la siembra para prevenir el ataque de insectos cuando emerja la plántula y en zonas con población de iguanas, instalar un trasmallo en la colindancia como forma más efectiva y económica para su control.
4. La comparación de la tasa de aumento de peso en terneros alimentados con sólo pasto (*Cynodon dactylon* 75 % y *Paspalum notatum* 25 %) con respecto a aquellos alimentados en potreros de forraje mixto pasto (75%) y soya UCR- CIGRAS-06 (25%). En el ensayo semi comercial, que se limitó al seguimiento de dos períodos de 30 días, se obtuvo como resultado preliminar una tasa aumento de peso de 420 g/día y 650 g/día, cuando la alimentación fue de sólo pasto y de forraje mixto pasto-soya, respectivamente.
5. Conocer que las emisiones de metano y óxido nitroso entre la soya UCR-CIGRAS 06 y una pastura permanente (*Cynodon dactylon* (pasto Bermuda) y *Paspalum notatum* (pasto Dulce)) no son significativamente diferentes, durante el período comprendido entre el final de la época lluviosa y la estación seca. Por lo tanto, es de esperar que la estrategia sugerida de pastoreo mixto pasto-soya frente a la alimentación en potreros con pastos permanentes no aumente la huella carbono de la producción ganadera de doble propósito.

En particular el ensayo semi comercial llevado a cabo en el Pacífico Central fue afectado por:

1. La anegación del terreno a raíz de lluvias intensas fuera de temporada, que limitó el desarrollo de la soya
2. El ataque de insectos cortadores nocturnos (presumiblemente *Spodoptera frugiperda*) sobre las plántulas, que eliminó la soya germinada en potreros completos. Aún cuando se hicieron aplicaciones de insecticidas para el control de la plaga, hubo que resembrar 30% de los potreros y posponer el inicio del pastoreo en las primeras áreas de siembra debido a la interrupción causada en la continuidad del establecimiento de los potreros
3. Un ataque severo de iguanas después del ingreso de la época seca
4. Un aumento muy reducido del peso por parte del subgrupo experimental que inició con la dieta de sólo pasto. Lo anterior, por problemas en la disponibilidad de biomasa en los potreros destinados a terneros en la finca seleccionada para el

ensayo. Este factor obligó a descartar este subgrupo como punto de comparación, para no sobreestimar el beneficio de la alimentación mixta pasto-soya.

Producto de los factores mencionados el seguimiento del aumento de peso del ensayo semi comercial tuvo que limitarse al subgrupo con 30 días de alimentación mixta pasto-soya y luego 30 días con sólo pasto y, el análisis del costo beneficio de la estrategia de adaptación asociada al pastoreo mixto pasto-soya debió fundamentarse en esta información.

INTRODUCCIÓN

La ganadería de doble propósito costarricense fundamenta su producción en praderas de pastoreo, cuyo rendimiento y calidad es fuertemente afectada por periodos de déficit hídrico. Situación que puede agravarse en regiones como la Zona Norte y el Pacífico Central de Costa Rica donde según las predicciones obtenidas por el modelo PRECIS, se tendrán meses deficitarios en precipitación de noviembre a marzo (Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio de Ambiente y Energía, 2011).

Las limitaciones en la alimentación particularmente de los terneros, se ve reflejada en el peso del animal al destete, que según la información registrada por el Departamento de Proyectos de la Corporación Ganadera (CORFOGA), ronda 141 kg en el Pacífico Central, muy por debajo del peso ideal de 180 kg a 200 kg. Al ser la calidad de las pasturas y la degradación de las tierras una limitante en la ganadería de doble propósito costarricense, una oportunidad de mejorar su eficiencia es el empleo de la soya UCR-CIGRAS-06, forraje que se caracteriza por tener una buena calidad nutricional con mayor contenido energético que los forrajes tradicionales a los 90 días de sembrada (Tobía, Villalobos, & Rico, 2006; Llano, 2011), si bien, se desconoce su valor nutricional en etapas más tempranas.

El comportamiento de la soya ante el déficit hídrico dependerá de la variedad en uso, siendo los períodos críticos la germinación y el llenado de las vainas. La sequía en el período reproductivo afecta el llenado de los granos, que se refleja en un aumento del número de semillas poco desarrolladas, entre 15% y 85% según el cultivar (Salinas et al. 1996). En particular, para la soya UCR- CIGRAS 06, desarrollada bajo las condiciones climáticas del país, se reporta una productividad al cosecharse como forraje a los 90 días, de 5 ton/ha, en zonas desfavorables, de 9 ton/ha en Guanacaste y de 8 ton/ha en San Carlos, donde las condiciones de clima y suelo favorecen la producción de esta especie, cuyo desarrollo óptimo se da entre los 20 °C y 30 °C (Tobía & Villalobos, 2004).

Se desconoce si el pastoreo rotativo en potreros con franjas soya, mejoraría la tasa de crecimiento de los terneros y la rentabilidad del sistema. Además, los estudios agronómicos de esta variedad no han contemplado el análisis de su resistencia al pastoreo racional en etapas tempranas de desarrollo.

El sistema alternativo sustentado en el uso de la soya UCR-CIGRAS-06, tampoco se ha evaluado desde el punto de vista de sus emisiones de gases con efecto invernadero (GEI). Sin embargo, por su alta productividad en términos de materia seca, su buena digestibilidad, sus altos rendimientos en zonas donde se prevé un déficit de lluvias a raíz

del cambio climático y su posible incorporación de nitrógeno en suelos degradados, es de esperar que brinde un modelo productivo alternativo bajo en emisiones de carbono y económicamente más rentable, situación que permitiría, si el costo-beneficio fuese positivo, pensar en una estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático.

Por otro lado, la visión estratégica del sector liderada desde la CORFOGA, de incorporar la sostenibilidad ambiental en el proceso productivo y el Plan Piloto de Promoción del Pastoreo Racional inmerso en el NAMA (Acciones de Mitigación Nacionalmente Aceptadas, por sus siglas en inglés) de ganadería, que procura disminuir la huella de carbono de dicha actividad mediante la intensificación y mejora de la productividad de este sector, serían un marco propicio para la promoción de la estrategia.

En síntesis, aunque los estudios realizados hasta el momento señalaron bondades y expectativas favorables, aún se requiere investigar el desempeño agronómico de la soya en un sistema de pastoreo de piso para lograr su implementación en el país. Por lo expuesto, se implementó un ensayo semi comercial de pastoreo dirigido a reducir la vulnerabilidad de la actividad de ganadería de doble propósito al cambio climático en zonas críticas y de alta vulnerabilidad por medio del uso de la soya UCR-CIGRAS-06 para pastoreo de piso en etapas tempranas de su desarrollo, que integró el seguimiento de las emisiones de GEI para evaluar su efecto sobre la huella de carbono.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Reproducción de la semilla de soya UCR-CIGRAS -06

En vista de que el CIGRAS no contaba con suficiente semilla, se reprodujo la soya UCR-CIGRAS-06 en la Estación Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica. En un lote de 2000 m² se sembró la soya a una separación de siembra 10 cm entre plantas y 60 cm entre hileras. La soya se sembró el 28 de Abril del 2016, se impregnó la semilla con inóculo *Bradyrhizobium japonicum* y se aplicó Lorsban a la siembra. La soya se cosechó entre el 4 y el 18 de Octubre de 2016.

Ensayo preliminar

El ensayo se realizó en una finca del Plan Piloto de Promoción del Pastoreo Racional, en Pataste de Guatuso (zona Norte de Costa Rica), de junio a agosto de 2015 (estación lluviosa).

Se delimitó un terreno de 33 m x 17 m con poca pendiente y se le aplicó herbicida (Glifosato), para el establecimiento de seis bloques de pasto Toledo y soya UCR-

CIGRAS-06. La siembra se llevó a cabo 21 días después de la aplicación del herbicida, se inoculó la semilla de soya con *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando almidón de yuca como adherente y se plantó bajo mínima labranza, en franjas de 33 m x 80 cm y una separación entre hileras de 40 cm. La densidad de siembra fue de dos a tres semillas cada 40 cm de distancia en promedio. Ese mismo día se sembró de manera intercalada, franjas de pasto Toledo de 33 m x 2 m.

Ensayo semi comercial

El ensayo se realizó en una finca del Plan Piloto de Promoción del Pastoreo Racional, componente integrado al NAMA Ganadería de Costa Rica, de diciembre de 2016 a febrero de 2017 (estación seca).

La finca dedicada a la ganadería de doble propósito se ubica en el Pacífico Central de Costa Rica (Coordenadas 9.591697 y -84.508648) y su sistema productivo se caracterizaba por reservar no más de 1/4 de la leche al ternero, no aplicar fertilizante a las áreas de pastoreo y complementar la alimentación de los terneros con alimentos como yuca.

Se delimitó un área de 6500 m², con aproximadamente 75% de *Cynodon dactylon* (pasto Bermuda) y 25% de *Paspalum notatum* (pasto Dulce) dedicada al pastoreo extensivo, que se subdividió en 47 potreros mediante la instalación de cerca eléctrica.

La preparación del área experimental de pastoreo se inició con el marcado de franjas y la aplicación de herbicida en un potrero dedicado originalmente al pastoreo de las vacas. Se establecieron franjas de 60 cm de ancho para la soya, dejando hileras de 1,8 m de ancho para el pasto. Lo que representó una proporción en área de 25% soya : 75% pasto.

A partir de la segunda semana de noviembre de 2016, dos a cuatro semanas después de aplicar el herbicida, se comenzó la siembra por espeque de la soya (cultivar UCR-CIGRAS-06), colocando una semilla a una separación de 30 cm entre hileras (tres hileras) y de 10 a 15 cm entre plantas. La semilla fue inoculada según se indicó previamente.

A fin de lograr un pastoreo a los 45±5 días de crecimiento, se planeó sembrar la soya en bloques de 7 a 8 potreros por semana, lo cual no fue posible por la resiembra de potreros, según se detalla en la sección de resultados.

Durante la etapa de pastoreo se manejó una carga animal de 1,8 UA bajo una estancia máxima de un día y una rotación por franjas mediante el uso de cerca eléctrica.

Parcelas para el seguimiento de las emisiones de óxido nitroso y metano

Se establecieron 4 bloques al azar con los siguientes dos tratamientos: pastura ensayo comercial (mezcla de pasto Bermuda y Dulce) y soya UCR-CIGRAS-06, en total ocho parcelas de 1,25 m x 1,25 m, subdivididas en un sector para muestreo de suelo y otro sector para la determinación de la emisión de gases.

El muestreo de los flujos de emisión de GEI, se realizó en paralelo con el pastoreo del ensayo semi-comercial y a la hora más cercana a la asociada a la temperatura promedio de la zona (7:30 am o 4:30 pm).

Aumento de peso de los terneros

Fueron seleccionados ocho terneros Brahman/Simmental, ya destetados, que se subdividieron en dos grupos (n=4), lo más homogéneos posible entre sí, a los cuales se les midió el peso al iniciar con los tratamientos y luego cada 10 a 15 días.

El grupo control bajo el manejo usual de la finca, pastoreó en potreros con forraje natural (pastos y otros), en estancias de 2 días, en tanto, que el grupo bajo alimentación alternativa tuvo acceso a potreros con follaje mixto de 25% soya, 56 % pasto Bermuda y 19% pasto dulce, en estancias de un día. En ambos casos la dieta se complementó con 2 kg Manihot esculenta (yuca).

La disponibilidad de forraje para el grupo control fue inferior a la demanda requerida durante la toma de datos realizada en paralelo con el grupo con acceso a la soya, razón por lo que la comparación del peso entre estos grupos no se consideró válida para la cuantificación del costo-beneficio de la nueva tecnología; y se optó por continuar con el seguimiento del aumento de peso del segundo grupo, que de manera secuencial estuvo con y sin acceso a la soya.

Métodos, Caracterización del suelo

La caracterización inicial del suelo se llevó a cabo mediante dos repeticiones obtenidas de muestras compuestas de 0 a 20 cm.

Cuadro 1. Análisis físico-químicos de los suelos. 0-20 cm de profundidad. Solución Extractora KCl-Olsen Modificado. Promedio de dos repeticiones (\pm desviación estándar de la media).

Variable	Zona Norte	Finca en el Pacífico Central			Valor crítico de referencia
	Previo inicio ensayo	Previo inicio ensayo	Pasto. Final ensayo	Soya. Final ensayo	
pH (H ₂ O)	6.20 \pm 0.00	6.95 \pm 0.07	6.80 \pm 0.42	6.60 \pm 0.14	5.5
Acidez (cmol(+)/L)	0.13 \pm 0.01	0.10 \pm 0.00	0.16 \pm 0.01	0.17 \pm 0.03	0.5
Ca (cmol(+)/L)	9.0 \pm 0.5	34.00 \pm 0.04	35.2 \pm 0.7	34.9 \pm 1.4	4
Mg (cmol(+)/L)	5.7 \pm 0.7	8.0 \pm 2.3	5.4 \pm 0.1	5.4 \pm 0.9	1
K (cmol(+)/L)	2.0 \pm 0.3	0.23 \pm 0.13	0.20 \pm 0.02	0.21 \pm 0.07	0,2
CICE (cmol(+)/L)	16.8 \pm 0.5	42.6 \pm 2.7	40.9 \pm 0.6	40.6 \pm 2.2	5
P (ppm)	16.5 \pm 3.5	12 \pm 8	10.0 \pm 0.0	10.5 \pm 3.5	10
Zn (ppm)	27 \pm 7	1.5 \pm 0.1	2.8 \pm 0.3	2.65 \pm 0.07	3
Cu (ppm)	18 \pm 1	34 \pm 4	20 \pm 2	22 \pm 2	1
Fe (ppm)	436 \pm 49	65 \pm 11	43 \pm 11	47 \pm 3	10
Mn (ppm)	40 \pm 6	19 \pm 1	29 \pm 6	34 \pm 6	5
% C total	4.60 \pm 0.01	2.1 \pm 0.5	2.2 \pm 0.3	2.2 \pm 0.3	
% N total	0.51 \pm 0.01	0.21 \pm 0.02	0.20 \pm 0.02	0.21 \pm 0.02	

CICE: Capacidad de intercambio de cationes efectiva = Acidez+Ca+Mg+K

Los análisis físico-químicos del suelo, que se resumen en el Cuadro 1, se contrataron al Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, al igual que los análisis de textura (n=4). En el sitio experimental el suelo presentó áreas con suelo franco arcilloso y otras con suelo franco arcillo arenoso.

La densidad aparente se obtuvo a partir de muestras no disturbadas tomadas al insertar un cilindro de metal en el suelo. El valor promedio fue de $1,07 \pm 0.05$, para un total de 16 repeticiones, dos por cada parcela de medición de GEI.

Rendimiento y calidad nutricional

En la zona Norte se evaluó durante el ensayo preliminar la producción de biomasa de la soya UCR-CIGRAS-06 a los 50, 60 y 70 días de sembrada, mediante corte manual sobre la altura de la primera hoja verdadera y sin considerar el tallo lignificado. Para cada repetición, se obtuvo una muestra compuesta con un cuadrante de 0,25 m² (50 cm x 50 cm), lanzado al azar, en tres de las franjas de soya y se le determinó el rendimiento de materia seca.

Para el análisis nutricional a los 50, 60 y 70 días después de sembrada la soya UCR-CIGRAS-06, se tomó al azar una muestra compuesta conformada a partir de material vegetativo tomado con el puño a unos 30 a 40 cm desde la parte superior, a lo largo de dos de las 6 franjas de la soya. En todos los casos se consideró el bloque 1 como borde, por estar a la orilla del área de paso de ganado y, por lo tanto, se excluyó del muestreo. Además, de manera similar se tomaron muestras para el análisis nutricional del pasto Toledo.

En el Pacífico Central el rendimiento de la soya y el pasto fue evaluado previo al ingreso de los terneros, en cinco ocasiones con un marco de 0,30 m² y 0,25 m², respectivamente, y un corte general sobre la altura de la primera hoja verdadera para la soya y de 10 cm para la pastura. Para ello se tomaron tres muestras de materia fresca por potrero, una por cada uno de tres niveles de disponibilidad de biomasa a las cuales se les determinó la materia seca a 65°C. Posteriormente, cada 2 m² aproximadamente se clasificó el volumen de soya o pasto disponible en el potrero, esta vez con un puntaje de 1 a 5, que hace referencia al aumento progresivo en la cantidad de biomasa en relación con los tres niveles de materia seca cuantificados. Y finalmente, se suman los equivalentes de materia seca para cada puntaje asignado.

Del material al que se le determinó la materia seca se tomó una muestra compuesta representativa tanto de soya como de pasto y se envió a analizar su calidad nutricional.

Persistencia de la soya y el pasto

La persistencia de la soya UCR-CIGRAS-06 fue evaluada a partir del porcentaje de rebrote del follaje, bajo las dos condiciones que se detallan a continuación.

En la zona Norte se evaluó el rebrote de la soya 15 días después del pastoreo de la parcela 11 a los 45 días de sembrada como parte del ensayo semi-comercial que debió interrumpirse. Esto mediante el conteo del número de plantas con follaje en crecimiento en tres franjas de soya respecto al número de plantas existentes previo al ingreso del ganado. En el ensayo semi comercial en el Pacífico Central, la capacidad de la soya para sustentar un segundo ciclo de pastoreo se midió mediante el seguimiento del rebrote en tres potreros, que fueron cosechados entre los 40 y 49 días de sembrada. Para ello, se contó el total de plantas presentes antes de pastoreo y luego del pastoreo, el número de plantas arrancadas, volcadas y en buen estado con follaje en crecimiento a los 30 días en promedio después del pastoreo.

Para determinar la persistencia de la pastura original en las franjas sembradas con soya, al finalizar los dos ciclos de pastoreo, se evaluaron dos potreros del ensayo comercial previo al ingreso de los terneros mediante 4 estratos definidos por la cantidad de arvenses, con un cuadrante de 0,30 m², y un corte general a 10 cm de altura. A las muestras de materia fresca de cada potrero, una por cada estrato se determinó la materia seca del pasto contra arvenses. Posteriormente, cada 2 m² aproximadamente se clasificó el volumen de pasto disponible en el potrero con un puntaje de 1 a 4, que hace referencia al aumento progresivo en la prevalencia de arvenses. Y finalmente, se suma para cada puntaje asignado su equivalente de materia seca.

Análisis bromatológicos y cálculo de emisiones de metano entérico

Los análisis bromatológicos y de digestibilidad de las muestras compuestas obtenidas del ensayo semi comercial fueron contratados al Centro de Investigación en Nutrición Animal de la Universidad de Costa Rica.

Las emisiones de metano entérico fueron estimadas a partir de los análisis bromatológicos de la pastura a los 30 días después de corte (mezcla pasto Bermuda y Dulce, tratamiento considerado como la práctica usual) y de la mezcla pastura - soya a los 50 días después de sembrada, mediante el empleo del modelo Ruminant V 1. El cálculo se hizo considerando los pesos de cada ternero del grupo experimental (n=4). Finalmente, las emisiones en litros de metano se transformaron a kilogramos de CH₄ a temperatura y presión normales (TPN) y finalmente, se normalizaron por kilogramo de aumento de peso estimado.

Muestreo y análisis de emisiones de N₂O y CH₄

Se muestrearon las emisiones de N₂O y CH₄, antes e inmediatamente después de la siembra de la soya y posteriormente, con la siguiente frecuencia:

1. Primera semana: los días uno y tres post-tratamiento.
2. Segunda a sexta semana: 2 veces por semana.
3. Al entrar en periodo de sequía (estación seca), cada 7 a 15 días.

Junto con el muestreo de cada parcela, se tomaron dos muestras de aire para conocer la línea base, se prepararon dos muestras de un estándar conocido, que se almacenaron y analizaron bajo las mismas condiciones de las muestras recolectadas, como sistema interno de control de calidad del proceso de transporte y almacenaje y finalmente, se preparó un blanco de muestreo con nitrógeno de alta pureza.

A las emisiones de los gases se les dio seguimiento usando la técnica de cámara estática. Se emplearon cámaras de policarbonato cubiertas con estereofón como aislante térmico, un sello de agua para evitar fugas de gas entre la cámara y un collar o anclaje insertado 10 cm en el suelo. Además, un medidor meteorológico Kestrel 4000 (Loftopia LLC., Birmingham, MI, EE. UU.) se dejó dentro de una cámara para registrar la temperatura y la presión atmosférica del aire muestreado.

A los 0 min, 20 min y 40 min del cierre de la cámara, se extrajo una muestra de 40 mL del gas interior y se inyectó en un vial de 20 mL, que se había evacuado a menos de 13,3 Pa. Durante el muestreo, cada jeringa se llenó y evacuó tres veces para lograr una muestra representativa.

El análisis de las muestras se llevó a cabo con un cromatógrafo de gases Agilent 7890A (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EE. UU.) equipado con un detector de captura de electrones y un metanizador conectado a un detector de ionización de llama; y un automuestreador de espacio de cabeza Agilent 7697A (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EE. UU.). Las concentraciones se determinaron mediante una curva de calibración de cuatro puntos en el ámbito de 0,3 ppm a 3 ppm. Para ello se emplearon estándares de calidad analítica certificada de mezclas de N₂O, CH₄ y CO₂, con nitrógeno como gas de equilibrio y una incertidumbre de 5%. El tercer estándar se preparó por dilución de un volumen específico del estándar más concentrado disponible que se inyectó en un vial lleno de nitrógeno a presión atmosférica. Antes de inyectar las muestras en el cromatógrafo, se les eliminó la sobrepresión inyectando los viales con una aguja debajo del agua.

El flujo de N₂O (μg N-N₂O h⁻¹m⁻²) fue calculado a partir del cambio en la concentración de N₂O en la capa de aire contra el tiempo de cierre de la cámara, bajo un ajuste lineal de los datos y la ecuación 1:

$$N_2O \text{ flux} = \frac{\Delta C_{N_2O} / \Delta t \times P}{8.314 * (273.15 + T)} \times \frac{V}{A} \times 28 \quad (1)$$

donde $\Delta C_{N_2O} / \Delta t$ es el cambio en la concentración del gas (en μmolN₂O molair⁻¹) en el tiempo de cierre de la cámara (en h), V es el volumen total de la capa de aire (en m³), A es el área de la cámara (en m²), T es la temperatura (en °C) y P es la presión (en Pa). El cálculo también incluye la constante de los gases ideales (8.314 J mol⁻¹ K⁻¹), el factor de conversión de la temperatura a Kelvin (273,15) y la masa molar del N₂ (28 g mol⁻¹).

Las emisiones acumuladas se calcularon por método trapezoidal, promediando las tasas diarias entre dos mediciones consecutivas y multiplicando la tasa de emisión promedio por el número de días transcurridos entre las mediciones (Cai et al., 2013).

Otros estudios relacionados con este experimento

Asociado al experimento semi comercial de soya, se generó el proyecto 802-B6-604 “Estimación de la Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) de una estrategia de mitigación-adaptación al cambio climático, para alimentación de ganado de doble propósito en el Pacífico Central de Costa Rica”, financiado con el fondo de estímulo a la investigación de la Universidad de Costa Rica.

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la eficiencia en el uso del agua al nivel de especie, agroecosistema y mediante modelaje de la combinación pasto-soya planteada en el contrato 092. Para esto se establecieron parcelas de 4 x 4 m² en 4 bloques (dentro de las cuales se establecieron las micro parcelas para la medición de emisiones de N₂O y CH₄, mencionadas en el punto 3.1.4). Se estableció un seguimiento semanal de la producción de biomasa y del cambio en el índice de área foliar (IAF, determinado con un ceptómetro ACU-PAR 1800). Además se realizó una caracterización de las propiedades físicas del perfil (conductividad hidráulica, textura, densidad aparente entre otros).

Los datos generados se utilizarán como entrada en el modelo AQUACROP de la FAO; un modelo descriptivo que simula la biomasa y el rendimiento potencial cosechable de un cultivo en respuesta a la disponibilidad de agua. Por otro lado, cada 15 días se realizaron mediciones de fotosíntesis de la hoja más joven completamente expandida en plantas de soya, con el objetivo de determinar la eficiencia en el uso del agua instantánea (EUA), las hojas medidas fueron además colectadas para el análisis de isótopos de carbono (¹³C) y determinar el uso intrínseco del agua. Se espera tener resultados de este modelo al finalizar el 2017.

Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (dos tratamientos con cuatro repeticiones). Para el análisis de los datos se utilizó el Análisis de varianza (α 0.05) y para la separación de medias la diferencia mínima significativa (DMS). Para calcular los parámetros se empleó el InfoStat versión 2016 (Rienzo et al. 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Al comparar el rendimiento de materia seca en el ensayo preliminar llevado a cabo en la zona Norte y en la prueba semi comercial ejecutada en el Pacífico Central (Cuadro 2) se observa una merma de la productividad en la estación seca, disminución que puede estar acentuada por la menor fertilidad del suelo en la finca de la región Pacífico Central (Cuadro 1).

Cuadro 2. Comparación de la materia seca (M.S) producida por la soya CIGRAS-UCR-06 según los días desde la siembra, en diferentes estaciones del año y sitios experimentales.

Lugar	Zona Norte	Pacífico Central
	(ton M.S/ha)	(ton M.S/ha)
Días de sembrada	Estación	
	Lluviosa	Seca
45		1,2
50	2,5	1,6
60	3,8	2,1
70	5,4	

Estos valores de productividad pueden contrastarse con el rendimiento reportado para la soya CIGRAS-UCR-06 a los 90 días después de la siembra de 4,8 ton M.S/ha, rendimiento obtenido en condiciones de suelo ácido (pH 4,78), con baja fertilidad, en condiciones de alta precipitación y temperatura (Tobía y Villalobos, 2004).

La productividad de la soya en el ensayo semi comercial en el Pacífico Central se vio afectada por varios factores que se comentan a continuación. En primer lugar, aunque se esperaba que después de la primera semana de noviembre, el peligro de inundación de los terrenos hubiera pasado, un cambio en los patrones de lluvia produjo un temporal de dos semanas que interrumpió la continuidad de la siembra y obligó a resembrar varios potreros por la pérdida de plantas.

Luego, al retomar la siembra después del temporal, ocurrió el ataque de insectos cortadores nocturnos a las plántulas, plaga que eliminó potreros completos. Si bien no se pudo encontrar la plaga, se presume que era *Spodoptera frugiperda*. Este ataque, que se controló con la aplicación de un insecticida organofosforado en presentación

granular, obligó a resembrar las franjas de soya y prolongar la siembra hasta finales del mes de diciembre de 2016. Finalmente, la soya fue atacada por iguanas ya ingresada la época seca, factor que detuvo la alimentación mixta pasto-soya de los terneros.

En cuanto a la productividad de la pastura compuesta por 75% pasto bermuda y 25% pasto dulce, el rendimiento obtenido fue de $3,6 \pm 0,8$ ton M.S/ha, a los 60 días después de pastorearse, período promedio de descanso del ensayo semi-comercial que se llevó a cabo en Mata Plátano de Turrubares. Este valor es normal para un crecimiento en la época seca sin aplicación de fertilizantes durante el año. Sin embargo, una pastura tropical bien manejada podría alcanzar este rendimiento a los 25 o 30 días después del corte.

Cabe resaltar que la edad de corta (60 días) no es la óptima para tener una buena calidad nutricional en el forraje, pero por los objetivos de la investigación y el modo en que suelen ser manejados los forrajes en la ganadería de doble propósito, una edad de corta mayor a los 30 35 días, resulta adecuada para tener una buena acumulación de reservas y recuperación de las plantas.

Calidad nutricional

La comparación de la calidad nutricional de la soya CIGRAS-UCR-06 a los 50, 60, 70 y 90 días de sembrada (Figura) con la materia seca obtenida (Cuadro 2) muestra el compromiso esperado entre calidad y rendimiento. En tanto que la Figura y Figura, muestra el potencial de la soya para mejorar la calidad de la dieta de los terneros bajo la propuesta de introducir un pastoreo de mixto pasto -soya.

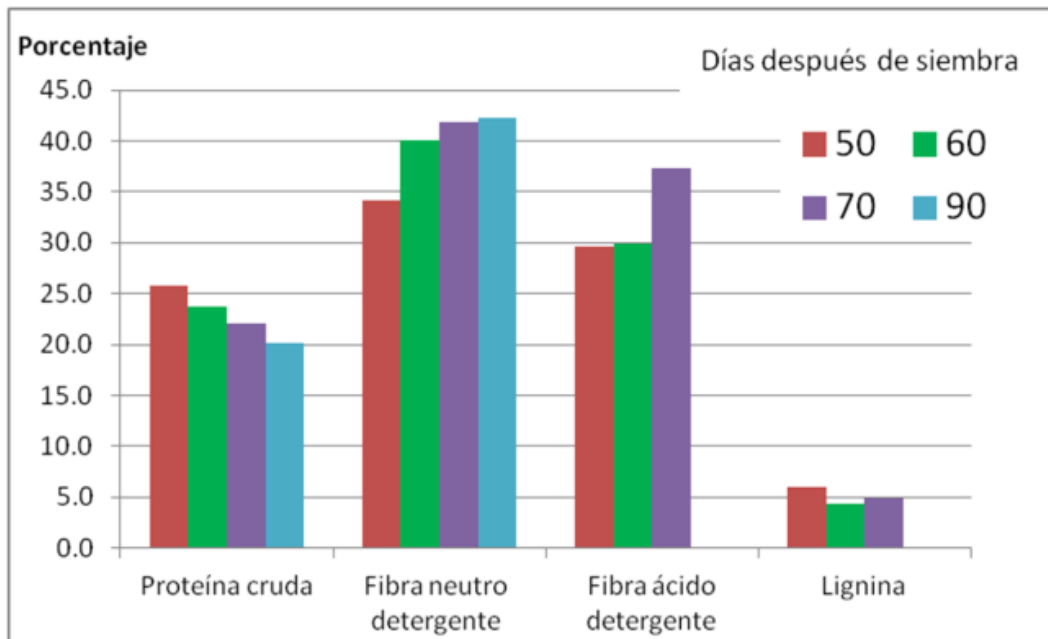
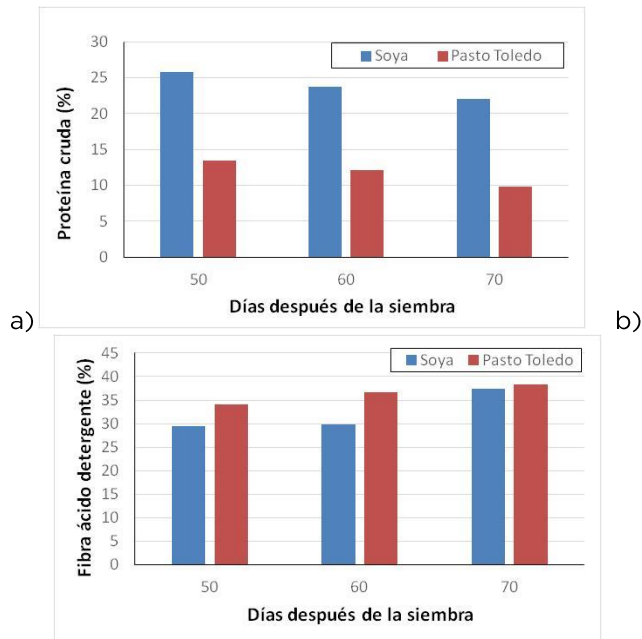
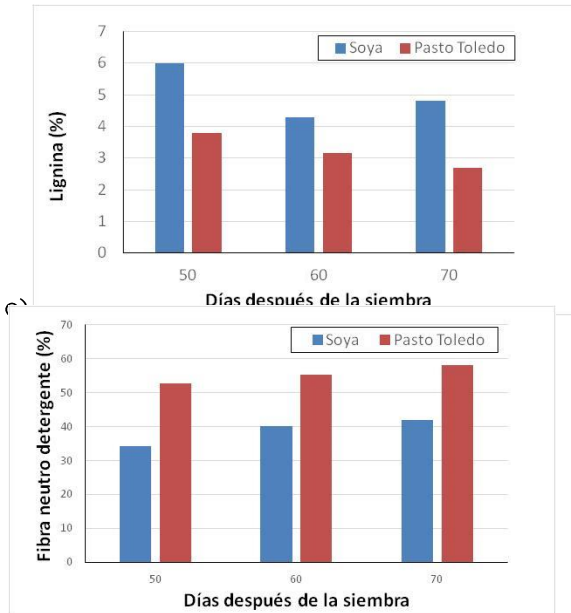


Figura 1. Comparación de la calidad nutricional de la soya CIGRAS-UCR-06 a los 50, 60, 70 y 90 días de sembrada. La información a los 90 días fue publicada por Tobía y Villalobos (2004), en tanto que en las fechas restantes, se obtuvo del ensayo preliminar realizado en el cantón de Guatuso (Zona Norte de Costa Rica) durante la estación lluviosa de 2015.

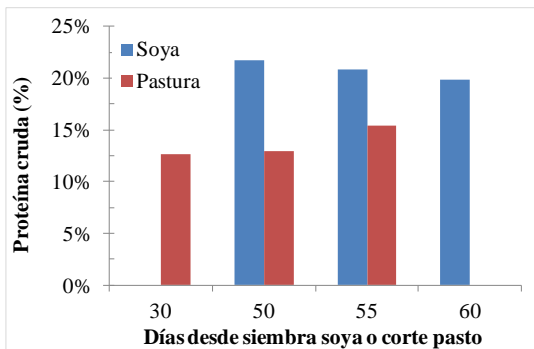




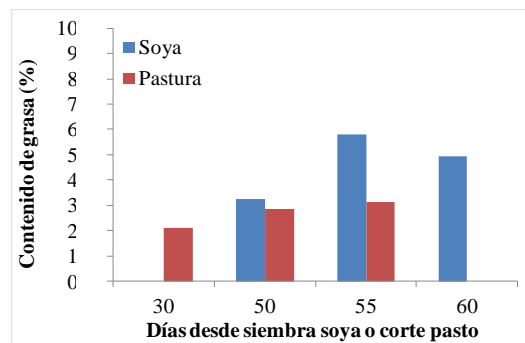
d)

Figura 2. Comparación de la calidad nutricional de la soya CIGRAS-UCR-06 y el pasto *Brachiaria brizantha* (Toledo) a los 50, 60 y 70 días de sembrados. Guatuso, Zona Norte. Estación lluviosa 2015.

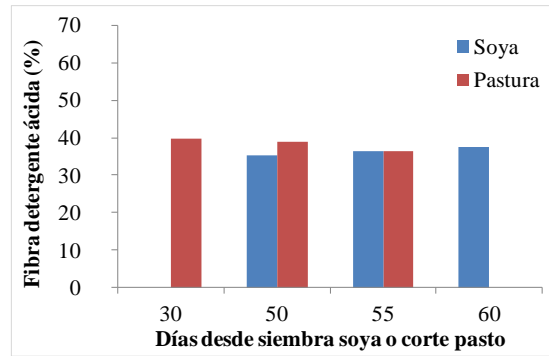
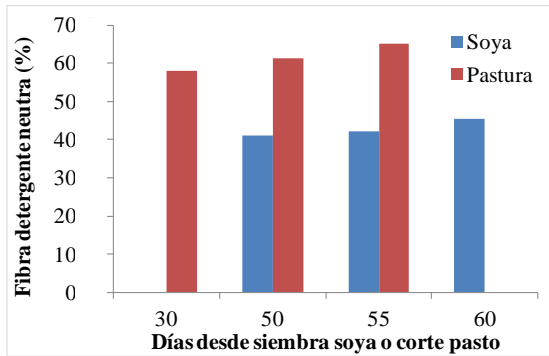
Cabe hacer notar que la información disponible para el pasto corresponde a su etapa inicial de siembra y por lo tanto, puede no ser representativa de su desempeño nutricional normal.



a)



b)



c)

d)

Figura 3. Comparación de la calidad nutricional de la soya CIGRAS-UCR-06 y la pastura compuesta por aproximadamente 75% de pasto *Cynodon dactylon* (Bermuda) y 25% de pasto *Paspalum notatum* (pasto Dulce) a diferentes días de sembrada la soya o bien de pastoreado el pasto. Mata de Plátano de Turubares, Pacífico Central, Costa Rica. Noviembre 2016-Febrero 2017.

El valor proteico de la mezcla de pasto Bermuda y Dulce resultó alto (mayor a 12%) teniendo en cuenta que los muestreos fueron en época seca, sin fertilización y que la edad estaba entre los 30 días y 50 días (Figura 1a). No obstante, la soya se posicionó como un forraje de mayor calidad porque presentó valores de proteína cruda superiores a 20% (Figura 1a), valor esperado según los datos reportados por Tobía y Villalobos (2004) y menores valores de fibra detergente neutra (Figura 1c).

Los valores de grasa (Figura 3b) de la pastura a los 30 y 55 días de edad, son similares a los de otros forrajes como *Cynodon nlemfuensis* (Villalobos y Arce 2014). La soya por su parte presenta valores de grasa similares al pasto a los 50 días, pero que aumentan de 2 a 3 % a los 55-60 días de edad, posiblemente por el inicio de la formación de las vainas.

Persistencia del forraje

La persistencia de la soya CIGRAS-UCR-06 evaluada mediante su capacidad de rebrote luego de ser pastoreada fue de $(71 \pm 7) \%$ en el Pacífico Central y de $(68 \pm 7) \%$ en la zona Norte. El rebrote de alrededor de 70% permite concluir que es posible llevar a cabo una segunda cosecha de la soya después de sembrada, aspecto fundamental para el análisis de costo beneficio de la estrategia propuesta de alimentación mixta pasto-soya.

Es digno de resaltarse que el rebrote del follaje de la soya sólo es viable si el pastoreo se lleva a cabo entre los 42 y 48 días de sembrada la soya, según se deduce de las

observaciones obtenidas de los ensayos de campo. Además, no es recomendable combinar Pasto *Brachiaria brizantha* (Toledo) y soya UCR-CIGRAS-06 porque la diferencia en palatabilidad entre ambos genera una presión de pastoreo más alta sobre la soya, factor que restringe su rebrote.

De acuerdo con la experiencia acumulada durante las dos estaciones secas (de diciembre a abril), el estrés hídrico origina el marchitamiento de la soya UCR-CIGRAS-06 a partir de finales de febrero inicios de marzo y por lo tanto, la soya sólo podría servir como complemento de la alimentación en los primeros meses de la época seca. Tampoco la introducción de la soya en potreros con pasto *Ischaemum indicum* (Ratana) es deseable porque a pesar de permitir el rebrote de la soya, en condiciones de restricción hídrica este pasto se seca antes que la leguminosa.

Por otra parte, la persistencia de la pastura en la zona de las franjas donde se sembró soya en el ensayo semi comercial fue de 78 %, según se presenta en el

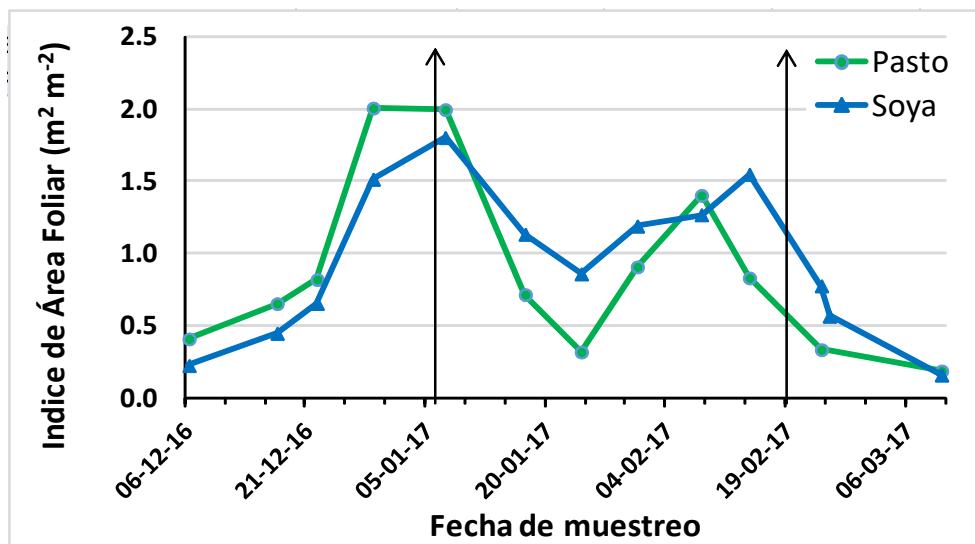
Cuadro.

Cuadro 3. Persistencia del pasto en las franjas donde se sembró soya. Pacífico Central. Noviembre a Marzo 2017

Área muestreada (m ²)	Pasto (kg M.S)	Arvenses (kg M.S)	Persistencia del pasto (%)
36	6,83	2,05	77
30	5,28	1,43	79
Promedio	6.06	1.74	78

Es importante hacer notar que la mayor o menor presencia de arvenses estuvo directamente relacionada con la densidad final de las plantas de soya. El control de arvenses se logró con la aplicación inicial de herbicida y la cobertura de la soya generada con una densidad de siembra de 1 a 2 semillas cada 15 cm y tres hileras separadas entre sí por 30 cm. Control que no se alcanzó cuando la densidad de siembra fue de dos semillas cada 40 cm de distancia y una separación entre hileras de 40 cm o en las zonas del ensayo semi comercial afectadas negativamente por la inundación del terreno y el ataque de insectos.

Índice de Área Foliar



El IAF (m² de área foliar por m² de área) es un parámetro que afecta el clima en el microclima, y determina y controla la interceptación de agua en el dosel, la extinción de la radiación y el intercambio gaseoso (Breda, 2003). Este parámetro es necesario en la mayoría de los estudios que involucren modelaje, pues es la combinación del IAF y la tasa de intercambio gaseoso la que determina la productividad potencial del cultivo. En este estudio se encontró un IAF máximo de 1.8 a los 45 días (Figura 4) muy inferior al reportado en otros estudios (Ritcher et al. 2014) porque utilizan una mayor densidad de siembra (i.e. 30 plantas/m²) a la empleada acá (24 plantas/m²) y los datos probablemente corresponden a una evaluación al final del ciclo del cultivo. El IAF óptimo no se ha determinado para la variedad CIGRAS-06. En general se observó que el IAF de la soya fue inferior al del pasto, el cual mostró una mayor producción de biomasa en el periodo (datos no incluidos acá). Figura 1. Comparación del índice de área foliar de la pastura respecto a la soya UCR-CIGRAS-06. Las flechas señalan cuando se llevó a cabo el pastoreo simulado. Mata Plátano, Turrubares.

Aumento de peso de los terneros

El aumento de peso registrado en los terneros se presenta en el Cuadro 4. Aunque el ensayo se inició con dos grupos de terneros, no fue factible llevar a cabo una prueba de T en dos grupos: con y sin acceso a la soya. Lo anterior, por no contar el grupo control con una disponibilidad de pasto que satisficiera su demanda durante la primera etapa

del experimento y por el agotamiento temprano de la disponibilidad de la soya a raíz del ataque de las iguanas.

La discontinuidad en el establecimiento de los potreros obligó a posponer el pastoreo en varios casos hasta los 60 días de sembrada la soya, momento en el cual ya había empezado a formar vainas.

Cuadro 4. Descripción del grupo experimental y la ganancia de peso registrada en promedio con y sin acceso a la soya UCR-CIGRAS-06.

Tipo de alimentación	Arete	Sexo	Edad (meses)	Peso al nacer (kg)	Peso inicio ensayo (kg)	Ganancia de peso (kg/día)
Pastoreo soya /pasto	45570	H	11.8	34	79	0.65 ± 0.12
	45558	M	11.4	34	90	
	45569	M	12.1	36	90	
	44871	H	13.4	36	92	
Pastoreo pasto Bermuda + Dulce	45570				93	0.42 ± 0.16
	45558				111	
	45569				106	
	44871				111	

De acuerdo con los resultados obtenidos la mayor calidad nutricional de la soya UCR-CIGRAS-06, podría mejorar la tasa de aumento de peso de los terneros. Sin embargo, por las limitaciones metodológicas de la comparación es importante realizar un segundo ensayo semi comercial para dar certeza a los productores de los beneficios de la alternativa propuesta.

Emisiones de óxido nitroso y metano

La comparación de los flujos de N₂O y CH₄ originados en la pastura permanente y la soya UCR-CIGRAS-06 desde el momento de su siembra hasta obtener una segunda cosecha, se presenta en la Figura 2. Se observa un pico de emisión de N₂O en la fecha de siembra y luego de la primera simulación de pastoreo, que contrasta con el comportamiento luego de la segunda cosecha de forraje, momento en que no se genera un aumento en el flujo de N₂O. Esta diferencia se debería a la baja humedad del terreno producto de la época seca, condición que además permite tener un flujo negativo para el CH₄.

De especial interés es la no diferencia significativa ($p < 0,05$), entre la soya manejada como forraje de piso y la pastura permanente, en las emisiones acumuladas de N_2O (en g $N-N_2O$ ha⁻¹, soya 234 ± 41 y pasto 276 ± 76 , $n=4$) y en el balance neto del flujo de CH_4 (en g C- CH_4 ha⁻¹, soya 147 ± 166 y pasto 436 ± 266 , $n=4$). Este resultado permite deducir que la siembra por espeque y el pastoreo de forraje mixto pasto - soya no aumenta la generación de GEI respecto al pastoreo usual en potreros de solo pasto.

La estimación de la producción absoluta del CH_4 entérico fue mayor con la alimentación mixta pasto-soya (51 ± 2 kg CH_4 a TPN, $n=4$) en comparación con la práctica usual de alimentación de sólo pastura (37 ± 3 kg CH_4 a TPN, $n=4$). No obstante, la estimación de las emisiones de CH_4 entérico respecto al aumento en el peso vivo del ternero fue mayor para el pastoreo usual (723 ± 364 kg CH_4 kgpeso vivo⁻¹ a TPN, $n=4$) en relación con la práctica de pastoreo mixto pasto-soya (195 ± 23 kg CH_4 kgpeso vivo⁻¹ a TPN, $n=4$).

De acuerdo con las mediciones de las emisiones de GEI y la estimación del CH_4 entérico, la alternativa propuesta de pastoreo mixto pastura-soya disminuye las emisiones de carbono y por lo tanto, podría disminuir la huella de carbono de la ganadería de doble propósito mediante la intensificación y mejora de la productividad de esta actividad.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de la evaluación técnica de la estrategia propuesta de pastoreo mixto pasto-soya UCR-CIGRAS-06 son las siguientes:

1. Nutricionalmente el follaje mixto aporta un alimento con mayor concentración de nutrientes gracias a la soya, con el cual se disminuye la limitante del llenado físico del animal el alto contenido en fibra de los pastos. Al suplir los requerimientos nutricionales de los terneros esta alternativa de pastoreo promete obtener mayores ganancias de peso.
2. La soya UCR-CIGRAS-06 puede aportar forraje en los primeros meses de la época seca (de diciembre a febrero).
3. El control de arvenses se logró con la aplicación inicial de herbicida y la cobertura de la soya generada con una densidad de siembra de 1 a 2 semillas cada 15 cm y tres hileras separadas entre sí por 30 cm.
4. La mejor oportunidad para realizar un pastoreo mixto pasto-soya UCR-CIGRAS-06 es en combinación con el pasto *Cynodon dactylon* (Bermuda), composición que puede contribuir a introducir nitrógeno en terrenos desgastados. Ello porque permite el rebrote de la soya, parece probable que la germinación de la soya sea

viable en áreas donde el pasto esté bien bajo producto de un pastoreo profundo y por otra parte, el pasto Bermuda no se seca antes que la soya en condiciones de restricción hídrica.

5. El paquete tecnológico de la soya debe insistir en: la aplicación de un insecticida granular a la siembra para evitar el ataque de insectos a la plántula, el uso de terrenos con buen drenaje, pues no tolera la anegación del suelo y en cercar la colindancia del potrero con un trasmallo en zonas con presencia de iguanas, el cual puede ser removido y reutilizado.
6. Se requiere realizar mayor investigación de campo para poder presentar el pastoreo mixto pastura-soya UCR-CIGRAS-06 como una alternativa viable, y no sólo prometedora, para mejorar las dietas de terneros en pastoreo de piso.

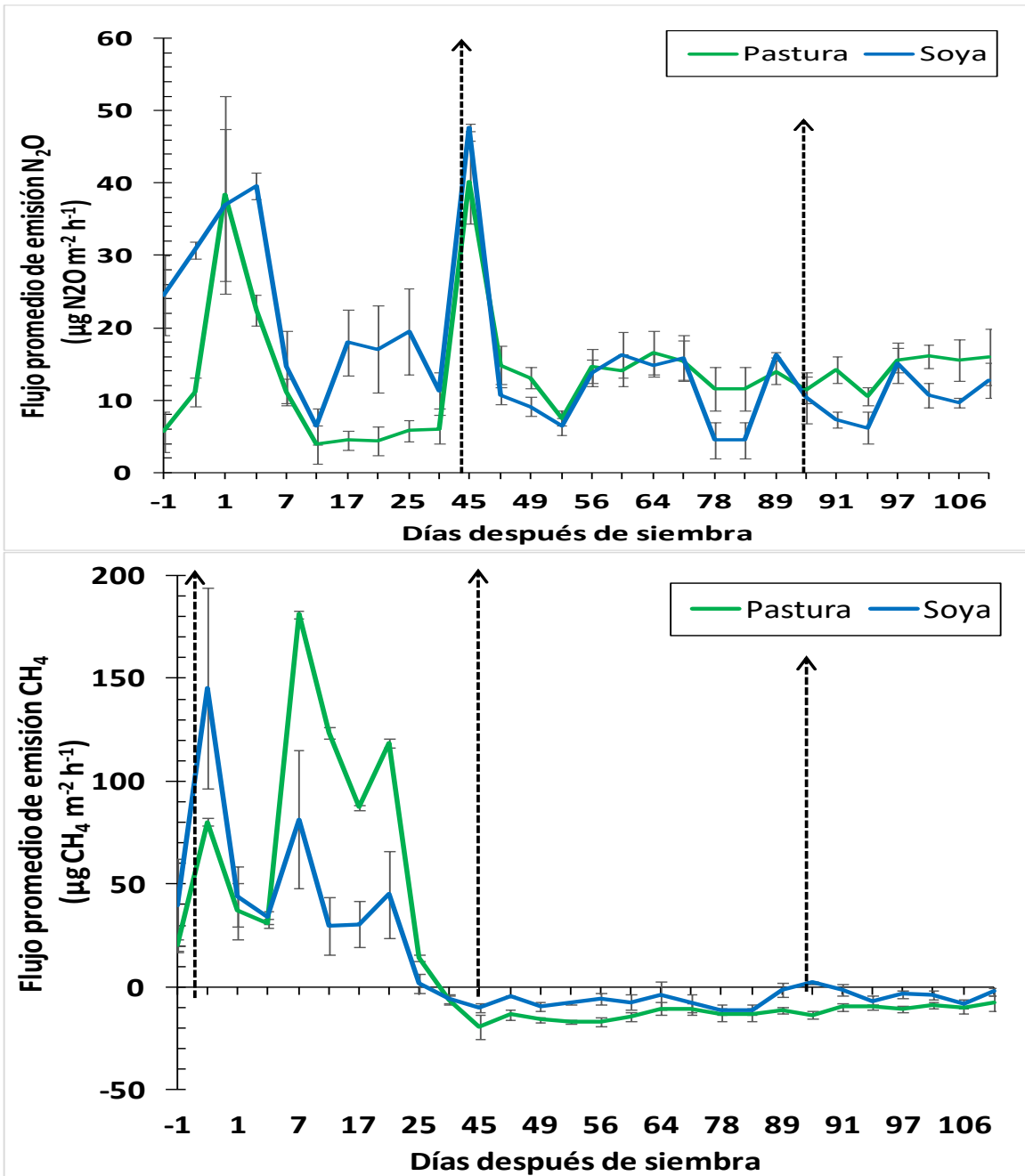


Figura 2. Flujo promedio de emisiones de a) N₂O y b) CH₄ en parcelas de soya CIGRAS-UCR-06 y de pasto (75% Bermuda, 25% Dulce) en Mata de Plátano, Turrubares, Pacífico Central de Costa Rica. Las flechas corresponden al momento de siembra y simulación del pastoreo. Las barras de error corresponden al error estándar para n=4.

REFERENCIAS

- Cai, Y., Wang, X., Ding, W., Tian, L., Zhao, H., Lu, X., 2013. Potential short-term effects of yak and Tibetan sheep dung on greenhouse gas emissions in two alpine grassland soils under laboratory conditions. *Biol. Fertil. Soils* 49, 1215-1226. doi:10.1007/s00374-013-0821-7.
- Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio de Ambiente y Energía. 2011. Escenarios de cambio climático para Costa Rica. En Proyecto Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba. Comité Regional de Recursos Hídricos.
- Llano, M. P. 2011. Aspectos de la climatología y de los rendimientos de maíz y soja en zonas productoras mundiales. Coherencias regionales y análisis de extremos. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Madrigal Pana, J., & Fallas, M. 2013. Informe encuesta ganadera 2012. San José, Costa Rica: Corporación Ganadera, INEC, SENASA.
- Salinas, A. R., Zelener, N., Craviotto, R. N., & Bisaro, V. 1996. Respuesta fisiológicas que caracterizan el comportamiento de diferentes cultivares de Soja a la deficiencia hídrica en el suelo. *Pesq. Agropec. Bras.* , 31 (5), 331-338.
- Tobía, C., & Villalobos, E. 2004. Producción y valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas. *Agronomía Costarricense*, 28, 17-25.
- Tobía, C., Villalobos, E., & Rico, E. 2006. Uso del forraje de Soya (*Glycine max* L. Merr.) variedad CIGRAS 06 en la nutrición de los rumiantes. X Seminario de Pastos y Forrajes, (págs. 77-86).
- Villalobos y Arce. 2014. Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense* 38(1): 133-145.

Informe técnico Chile:

RESULTADOS PROYECTO FONTAGRO INIA-Chile

Región del Biobío

El experimento de campo se estableció en el predio del señor Alex Rivas, pequeño productor especializado en el rubro ganadero, ubicado en la Comuna de El Carmen, Sector Los Puquios, Región del Biobío (36°55'S, 71°56'O). El Sr. Rivas es beneficiario de programas impulsados por el Estado de Chile que articulan y apoyan el emprendimiento de la agricultura familiar campesina (INDAP).

Durante el otoño del 2015 (marzo-abril) se inició la preparación de suelo para la siembra, la que consistió en una secuencia de arado y rastra de discos. El área experimental fue mullida con un motocultor y se compactó con rodillo. Previo a la siembra y al inicio de la segunda temporada de crecimiento se colectó muestras de suelo (n=4) en el estrato 0-20 cm para la determinación del contenido de nutrientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química del suelo al inicio del experimento y en la segunda temporada de evaluación. Experimento Comuna El Carmen, Región del Biobío, Chile (0-20 cm, n=4, \pm error estándar de la media).

Parámetro/Fecha	Unidad	Establecimiento 2015 (15/04/2015)	2016/2017 (12/07/2016)
Fósforo Olsen	mg kg ⁻¹	5,98 \pm 0,3	7,78 \pm 0,4
pH	Agua	5,81 \pm 0,07	6,38 \pm 0,02
Materia orgánica	%	17,5 \pm 0,13	16,1 \pm 0,39
Suma de bases	cmol + kg ⁻¹	7,2 \pm 0,29	11,0 \pm 0,52
Saturación de aluminio	%	0,87 \pm 0,08	0,36 \pm 0,02
Azufre	mg kg ⁻¹	3,0 \pm 0,64	8,8 \pm 0,79
Textura		Franco limoso	Franco limoso
Serie de Suelo		Pueblo Seco	Pueblo Seco

La siembra se realizó el 29 de abril del 2015. Se sembraron 11 tratamientos que corresponden a combinaciones de cuatro especies forrajeras perennes más un testigo (Cuadro 2). El testigo fue la mejor recomendación de pradera existente en la zona, pradera anual compuesta por especies y cultivares de tréboles anuales (Mediterranea-700, mezcla comercial). La siembra se realizó de forma manual, las semillas se dispusieron en líneas distanciadas a 20 cm. Las unidades experimentales fueron parcelas de 3x3 m, las que se organizaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Cuadro 2. Dosis de semillas de las combinaciones de las especies forrajeras perennes empleadas en el Experimento de la Comuna El Carmen, Región del Biobío.

Tratamientos	Especies	Dosis (kg ha ⁻¹)
M700	Mediterránea 700 (testigo)	20
Lc	Lotus corniculatus (cv. Quimey)	15
Dg	Dactylis glomerata (cv. Omea)	16
Bv	Bromus valdivianus (cv. Poker)	16
Lp	Lolium perenne (cv. Bealey)	20
Lc/Dg	L. corniculatus/ D. glomerata	10/10
Lc/Bv	L. corniculatus/ B. valdivianus	10/10
Lc/Lp	L. corniculatus/ L. perenne	10/15
Lc/Dg/Bv	L. corniculatus/D. glomerta/B. valdivianus	10/(5+5)
Lc/Dg/Lp	L. corniculatus/D. glomerata/L. perenne	10/(5+7)
Lc/Bv/Lp	L. corniculatus/B. valdivianus/Lolium perenne	10/(5+7)

Previo a la siembra se incorporó al suelo 2000 kg ha⁻¹ de carbonato de calcio. En la siembra se aplicó 300 kg ha⁻¹ de superfosfato triple (46% P₂O₅ y 15% Ca), 100 kg ha⁻¹ de muriato de potasio (KCl, 60% K₂O), 30 kg ha⁻¹ de Boronatrocalcita (26% de B₂O₃), 6 kg ha⁻¹ de Sulfato de Zing (22.5% Zn y 12% S) y 10 kg ha⁻¹ de Sulfato de Cobre (25% Cu). Además, parcelas que incluyeron gramíneas se aplicó 100 kg ha⁻¹ de Urea (46% N) al voleo después de la emergencia. Basado en el análisis químico realizado al inicio de la segunda temporada de crecimiento se fertilizó con 300 kg ha⁻¹ de superfosfato triple y 200 kg ha⁻¹ de Sulpomag (22% K₂O, 18% MgO y 22% S) al inicio de la primavera del 2016. No se realizó otros manejos de fertilización con posterioridad a esa fecha.

Evaluaciones

Se evaluó la producción de materia seca (MS) de la pradera mediante corte con barra segadora; 1 m de ancho por el largo de la unidad experimental. Se colectó una muestra (500 g) por parcela para determinar el porcentaje de MS y la composición botánica de la pradera. Las muestras se secaron en horno con ventilación forzada a 65° C hasta alcanzar peso constante.

Previo a cada corte se midió la temperatura y reflectancia de la pradera con un termómetro infra-rojo (Fluke 540) y espectroradimetro (FieldSpec®, HandHeld 2™, ASD, CO, USA), respectivamente. La temperatura de hojas se utiliza como un indicador del estado hídrico de la pradera. Frente a condiciones de estrés hídrico, las plantas cierran los estomas para controlar la pérdida de agua. Esto genera un incremento en la temperatura de la hoja. Nuestra hipótesis fue que las nuevas alternativas forrajeras

evaluadas en este proyecto presentan una mayor tolerancia a sequía y por lo tanto una menor temperatura de hoja en periodos de sequía.

La reflectancia de la pradera se midió a un metro de altura. Se colectaron y promediaron tres espectros por parcelas. Un espectro completo incluye 725 bandas con intervalos de 1 nm entre los 350 y 1075 nm. Esta información se utilizó para calcular índices asociados con el vigor de la pradera y el estado del nitrógeno en la planta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Índices espectrales calculados para cada pradera en estudio. R indica el valor de reflectancia en la longitud de onda menciona.

Índices espectrales	Ecuación
Índices de clorofila	
GM1	$R750/R550$
GM2	$R750/R700$
Lic1	$(R800-R680)/(R800+R680)$
Vog1	$R740/R720$
Vog2	$(R734-R747)/(R715+R726)$
Vog3	$(R734-R747)/(R715+710)$
WI	$R970/R900$
ZM	$R750/R710$
Índices estructurales	
NDVI	$(R800-R670)/(R800+R670)$
MCARI2	$\frac{1.5[2.5(R800 - R670) - 1.3(R800 - 550)]}{\sqrt{(2R800 + 1)^2 - (6R800 - 5\sqrt{670})} - 0.5}$
MTCI	$(R753-R708)/(R708-R681)$

El contenido de nitrógeno en la planta se midió sólo en el primer corte (04-12-2015) de evaluación de MS. La muestra de MS fue homogenizada mediante molienda y enviada al laboratorio de bromatología de INIA-Chile. El contenido de N se determinó mediante el método de Kjeldahl. Se determinó la eficiencia del N mediante el cálculo dos índices: Eficiencia de Uso del N (EUN), que expresa la cantidad de MS que la pradera sintetiza por unidad de nitrógeno que absorbido ($EUN=kgMS/kgN$). La Eficiencia de Absorción del N (EAN) expresa la cantidad de N que la planta extrae desde el suelo por unidad de N suministrado al suelo ($EAN=kgNplanta/kgNsuelo$). En este experimento las praderas constituidas con especies leguminosas no fueron fertilizadas con N. Por lo tanto, la oferta de N a la pradera se limitó al contenido de N en el suelo. Basado el en análisis químico de suelo previo a la siembra se determinó la cantidad de N disponible para la pradera ($150 kg ha^{-1}$). Para especies gramíneas la cantidad de nitrógeno aportado fue $196 kg ha^{-1}$ (aporte del suelo + $46 kg N ha^{-1}$ aportado como urea, después de la siembra).

El desarrollo de raíces se evaluó con el método de minirizotron. Quince días después de la siembra se instalaron tubos de acrílico transparente de un metro de longitud en cada unidad experimental. Se instalaron dos tubos por parcela de forma al azar en la entre hilera. Se obtuvieron imágenes digitales de cada tubo utilizando un escáner (CI-600, CID Bio-Science), en 5 profundidades: 0-20, 20-40, 40-60 y 60-80 cm. Las imágenes se

encuentran en proceso de análisis con el software RootSnap (CID, Bio-Science), que determina el largo máximo de la raíz, volumen y área total de raíces contenidas en la imagen y el diámetro promedio.

Región de Los Ríos

El experimento se estableció en el predio de un productor especializado en el rubro ganadero, cooperado de COLUN Ltda, contraparte privada del presente proyecto en Chile. El predio se ubica en la Comuna de Río Bueno, Sector Las Mercedes, Región de los Ríos (40°16'S y 72°51' O). El predio pertenece al señor Juan Carlos Zwanzger.

Durante la primavera de 2015 (Septiembre) se inició la preparación de suelo para la siembra, la que consistió en una secuencia de rastra de discos y rotovator. El área experimental fue mullida y se compactó con rodillo. Pevio a la siembra se colectó muestras de suelo (n=4) en el estrato 0-20 cm. Las muestras fueron analizadas químicamente en el laboratorio de suelos de INIA para la determinación del contenido de macro y micro-nutrientes (Cuadro 4). Debido a la situación de acidez inicial, con fecha del 2 de septiembre de 2015 se procedió a encalar el sitio del ensayo (1 t ha⁻¹; Soprocal).

Cuadro 4. Caracterización inicial y final de suelo en ensayo región de Los Ríos (0-20 cm inicial, 0-10 cm final, n=5, \pm error estándar de la media).

Parámetro/Fecha	Unidad	Sector Las Mercedes	
		07/08/2015	11/10/2017
Fósforo Olsen	mg kg ⁻¹	6 \pm 0,4	15 \pm 0,6
pH	Agua	5,8 \pm 0,05	5,9 \pm 0,01
Materia orgánica	%	24 \pm 0,91	24 \pm 0,21
Suma de bases	cmol + kg ⁻¹	3,0 \pm 0,26	8,4 \pm 0,11
Saturación de aluminio	%	4,7 \pm 0,77	2,5 \pm 0,81
Azufre	mg kg ⁻¹	8,4 \pm 1,13	4,4 \pm 0,56
Densidad aparente	g cm ⁻³	0,68 \pm 0,007	
Densidad real	g cm ⁻³	2,41 \pm 0,07	
Textura	0-10 cm	Franco limoso	
Serie de Suelo		Lanco	

El establecimiento se realizó el 22 de septiembre de 2015. Se sembró cuatro tratamientos que corresponden a combinaciones de dos especies forrajeras perennes sembradas solas o asociadas, más un testigo (Cuadro 5), que representa la práctica comúnmente realizada por el agricultor. La siembra se realizó de forma manual, las semillas se dispusieron en líneas distanciadas a 20 cm. Las unidades experimentales fueron parcelas de 3x3 m, las que se organizaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones.

Evaluaciones

Durante el periodo que comprende éste informe (mayo 2015-marzo 2018) se evaluó la producción de materia seca (MS) de la pradera y algunos caracteres fisiológicos que ayudan a interpretar la tolerancia a sequía y eficiencia en la captura del nitrógeno, según lo descrito previamente. Esta información fue utilizada para calcular índices asociados con el vigor de la pradera y el estado del N en la planta.

Además, en este sitio experimental se realizó la evaluación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero asociado a la implementación de la incorporación de leguminosas en las praderas. Para ello, el muestreo de gases se realizó según antecedentes detallados del protocolo de este ensayo (Anexo 1 de este reporte). Brevemente, las emisiones de óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄) fueron cuantificadas periódicamente con el uso de cámaras estáticas y cuantificación por cromatografía de gases (Perkin Elmer, Clarus 600). Las emisiones acumuladas se calcularon para el periodo evaluado, y para el balance de C su transformación a CO₂ eq se realizó utilizando el potencial de calentamiento global del N₂O (298) y el CH₄ (25). El CO₂ generado no fue considerado en el balance de C por considerarse biogénico.

Cuadro 5. Dosis de semillas de las combinaciones de las especies forrajeras perennes empleadas en el Experimento de la Comuna de La Unión, Región de los Ríos.

Sector Las Mercedes	Especies	Dosis (kg ha ⁻¹)
1	Mezcla agricultor (Mezcla Nutrapack4x4+Avena cv. Super Nova)	35+10
2	Bromus valdivianus (cv. Poker)	15
3	Lotus corniculatus (cv. Quimey)	20
4	Bromo/Lotus	20+10

Análisis estadístico

En ambos ensayos, los resultados fueron comparados por medio de ANDEVA. En caso de existir diferencias significativas, las medias fueron separadas a través del test de Tukey, a un 5% de confianza. Se empleó el software JMP 10.0 como paquete estadístico.

Resultados

Región del Biobío

Clima

En ambientes mediterráneos bajo agricultura de secano, el agua disponible para el crecimiento de la pradera se limita a las precipitaciones que ocurren mayoritariamente durante los meses de invierno (60-80%), la capacidad de almacenaje del suelo y a la habilidad fisiológica de la planta para capturar y utilizar el agua (tolerancia a sequía y eficiencia de uso). En este sentido, cambios en los patrones de cantidad y distribución de las precipitaciones tienen efectos inmediatos sobre la productividad y persistencia de la pradera.

La información meteorológica colectada durante el periodo de ejecución del proyecto confirma los cambios climáticos que sufre la zona ganadera de Chile. Sólo como

ejemplo, las precipitaciones se redujeron en cerca de un 40% durante la temporada 2016/17 relativo a la temporada previa. La reducción de las precipitaciones se asoció a cambios en la distribución de las lluvias. Durante la temporada 2016/17 se observó una menor ocurrencia de precipitaciones durante los meses de invierno (-40%) pero un incremento en los meses de verano (+80%; Figura 1). Sin embargo, los patrones de temperatura y demanda atmosférica (evapotranspiración, ET) permanecieron constante en ambas temporadas de crecimiento (Figuras 1 y 2). El incremento de precipitaciones durante el verano pudo ayudar a la sobrevivencia de la pradera, pero no tuvo efectos sobre su productividad, debido a que el balance hídrico continuó siendo altamente negativo (precipitaciones - ET; Figura 1).

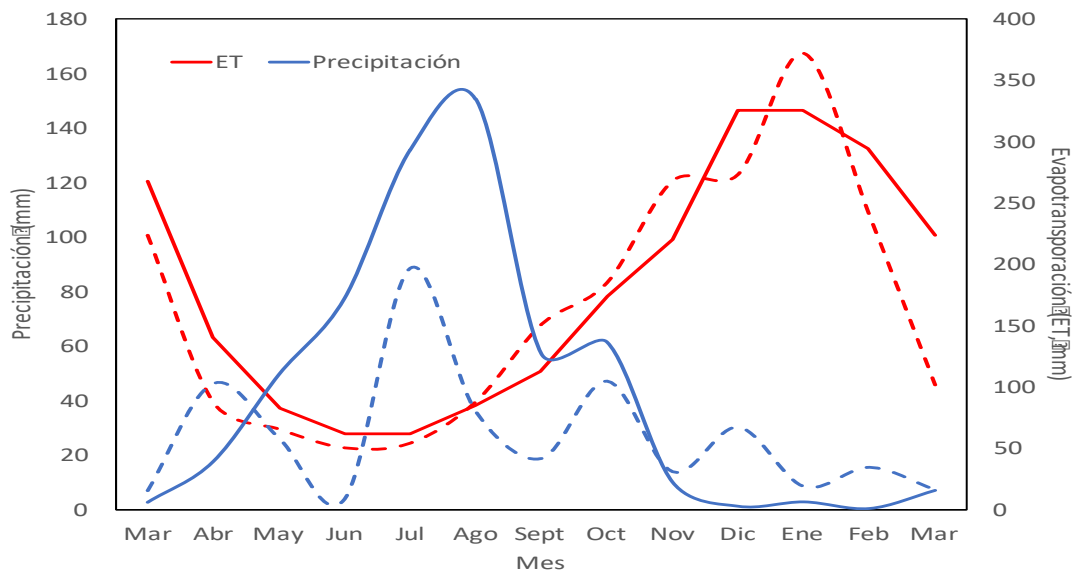


Figura 1. Balance hídrico registrado en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Temporadas de crecimiento 2015/16 (línea entera) y 2016/17 (línea segmentada).

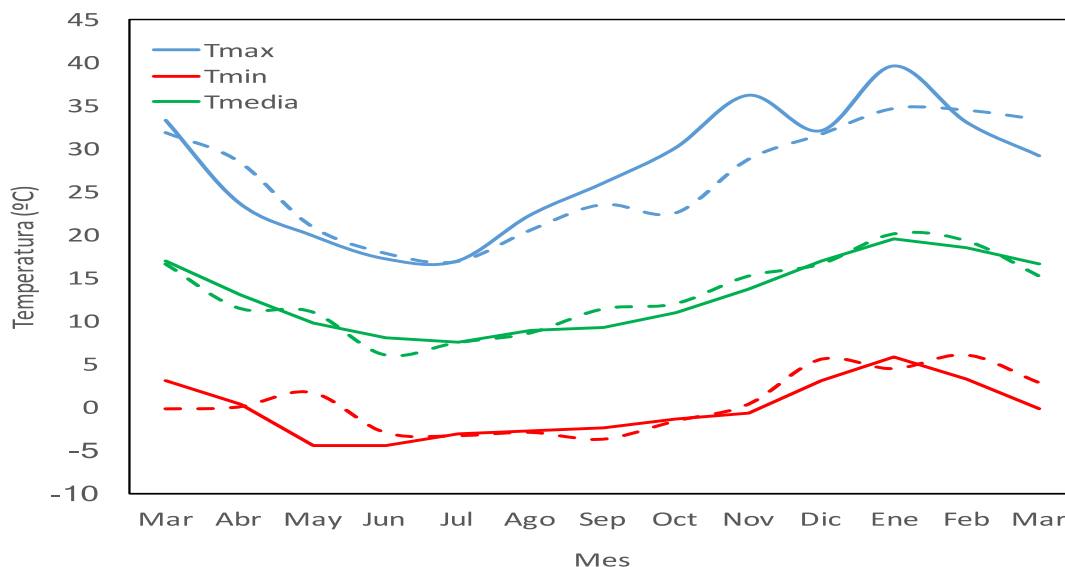


Figura 2. Temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) y media registrada en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Temporadas de crecimiento 2015/16 (línea entera) y 2016/17 (línea segmentada).

La menor cantidad de precipitaciones durante el invierno afectó la capacidad de estanque del suelo (Figura 3). Durante el verano del 2017 se observó un menor contenido de humedad volumétrico en la estrata 10-30 cm, relativo al verano del 2016. Esto afecta a todas las praderas, pero se espera un efecto más negativo en especies gramíneas, las que concentran el 80% de su masa radical en los primeros 30 cm del perfil de suelo.

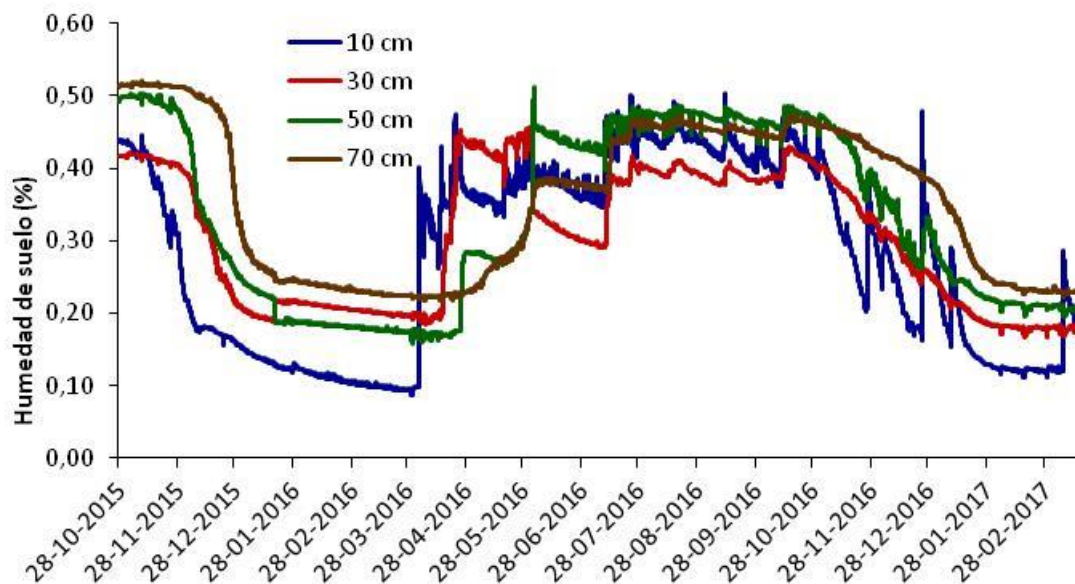


Figura 3. Contenido de humedad volumétrico del suelo (%) registrado en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile.

Producción de MS y Composición Botánica

Durante el periodo de evaluación las alternativas forrajeras propuestas por éste proyecto superaron significativamente ($P < 0,05$) la productividad del testigo (M700, Cuadro 6). Durante la primavera, las condiciones ambientales son ideales para el crecimiento de todas las especies forrajeras. En esta época del año es donde las especies anuales concentran el 100% de su productividad (septiembre a diciembre), luego senescen. Nuestros resultados muestran que no hubo diferencia estadística en productividad durante la primavera, sin embargo, algunos tratamientos superaron en más de un 30% la productividad del testigo (Lc/Lp, Figura 4).

Durante el verano, el periodo más crítico para los sistemas ganaderos de la zona, algunos tratamientos fueron entre un 20 y un 96% superior al testigo (Figura 4). Durante el otoño, la producción de MS fluctuó entre cero (M700) y 1200 kg ha⁻¹ (Lc/Lp). Esta cantidad de forraje no representa una mejora inmediata de la disponibilidad de forraje para los sistemas productivos, pero representa la capacidad de las especies perennes para sobrevivir el verano y re-iniciar su ciclo productivo. El testigo (M700) necesita re-iniciar su ciclo a partir de semillas, proceso que ocurre durante la primavera, cuando las condiciones de temperatura son óptimas. En el total anual, el tratamiento Lc/Lp superó en casi un 50% la producción de MS del testigo ($P < 0,001$). Durante la segunda

temporada de crecimiento se observó el mismo patrón de productividad que en la primera temporada. No se observó diferencias estadísticas entre tratamientos durante la primavera y el verano (Figura 5). Sólo se observó diferencias significativas ($P < 0,05$) en el total anual, donde el tratamiento Lc/Dg/Bv superó en más de 2 ton MS ha⁻¹ al testigo (M700).

Cuadro 6. Producción de materia seca (MS) durante la primavera, verano, otoño y total anual de las temporadas 2015/16 y 2016/17 de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile (n=4). Letras distintas indican diferencias significativas.

Especie/mezcla	Primavera		Verano		Otoño		Total anual	
Temporada 2015/16								
M700	2400,5	bc	1069,2	d			3469,7	e
Lc	1966,8	c	1240,6	cd	307,0	d	3514,4	de
Dg	1727,5	c	1563,0	abcd	742,3	c	4032,9	cde
Bv	1901,1	c	1639,9	abc	778,8	bc	4319,8	cd
Lp	2639,5	abc	1443,4	bcd	1184,6	a	5267,4	bc
Lc_Dg	3034,7	ab	1620,8	abc	687,0	c	5342,5	abc
Lc_Bv	2495,3	bc	2094,3	a	741,5	c	5331,1	abc
Lc_Lp	3457,1	a	1645,7	abc	1213,4	a	6316,3	a
Lc_Dg_Bv	2634,0	abc	1296,2	bcd	747,3	bc	4677,0	cd
Lc_Dg_Lp	3072,4	ab	1804,2	ab	979,9	ab	5856,6	ab
Lc_Bv_Lp	2562,1	bc	1532,6	bcd	796,8	bc	4891,4	bc
Temporada 2016/17								
M700	5176,1	c	638,9	c			5815,0	d
Lc	6220,7	abc	1176,2	ab	498,9	b	7895,8	abc
Dg	7276,5	a	843,5	bc	615,5	b	8735,5	ab
Bv	7205,1	a	846,3	bc	584,3	b	8635,8	ab
Lp	5559,8	bc	694,3	c	494,7	b	6748,8	cd
Lc_Dg	6044,1	abc	984,5	bc	562,8	b	7591,4	bcd
Lc_Bv	6125,0	abc	1040,0	abc	596,8	b	7761,8	bcd
Lc_Lp	6708,9	ab	1374,5	a	869,6	a	8953,0	a
Lc_Dg_Bv	7050,5	a	1234,8	ab	656,2	b	8941,5	a
Lc_Dg_Lp	6649,1	ab	1172,7	ab	657,3	b	8479,1	ab
Lc_Bv_Lp	6101,0	abc	1228,4	ab	610,4	b	7939,9	abc

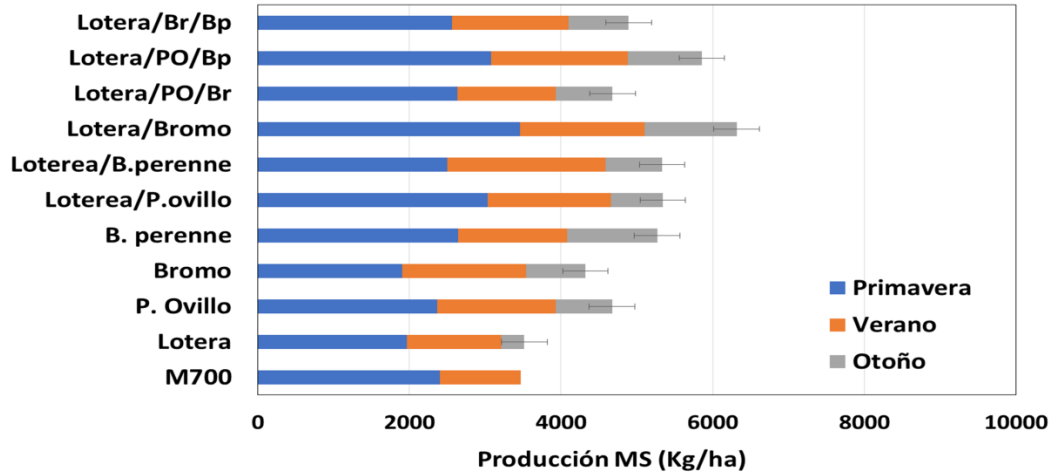


Figura 4. Producción de materia seca (MS) durante la primavera, verano, otoño y total anual temporada 2015/16 de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Barras indican error estándar de la media (n=4).

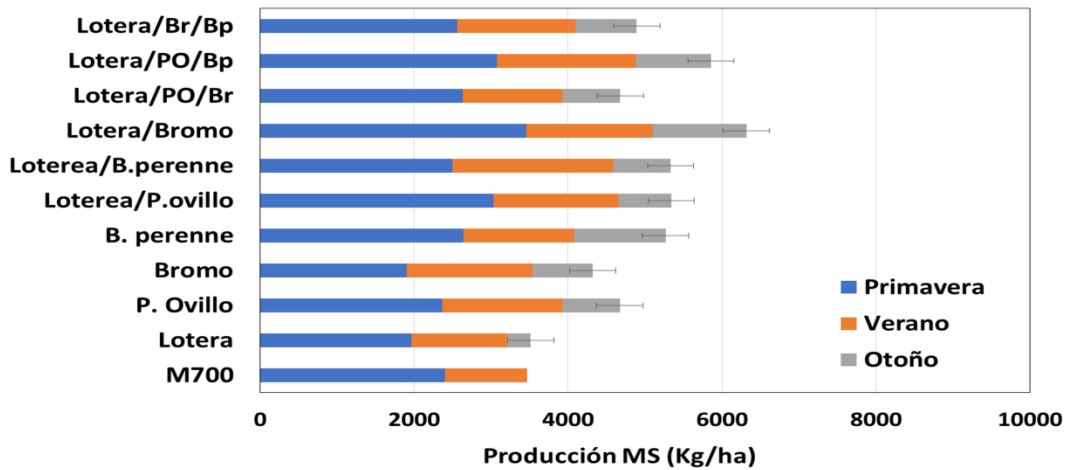


Figura 5. Producción de materia seca (MS) durante la primavera, verano y total anual temporada 2016/17 de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Barras indican error estándar de la media (n=4).

Todas las praderas compuestas por especies perenne mostraron una mejor curva de distribución de la producción anual que el testigo (Figura 6). El testigo siempre iniciará más tarde su ciclo de crecimiento a partir del segundo año, debido a que necesita germinar semillas.

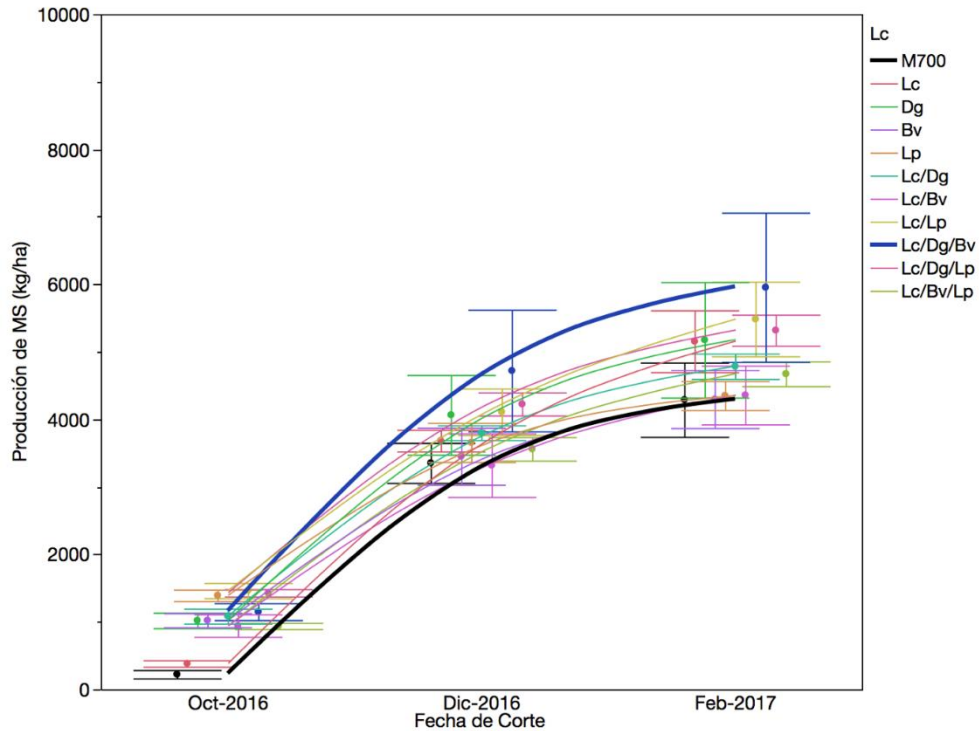


Figura 6. Producción de materia seca (MS) acumulada durante temporada 2016/17 de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Barras indican error estándar de la media.

En cambio, las alternativas propuestas por este proyecto inician rápidamente su segunda temporada de crecimiento, dado a que las plantas ya están establecidas y completamente aclimatadas a las condiciones ambientales. Otro antecedente a considerar es la composición botánica de la pradera. Durante la primavera el testigo mostró una productividad similar a la de especies perennes (Figuras 4 y 5), sin embargo, durante toda la temporada de crecimiento más del 50% de la productividad de M700 fue malezas (Figuras 7 ay b).

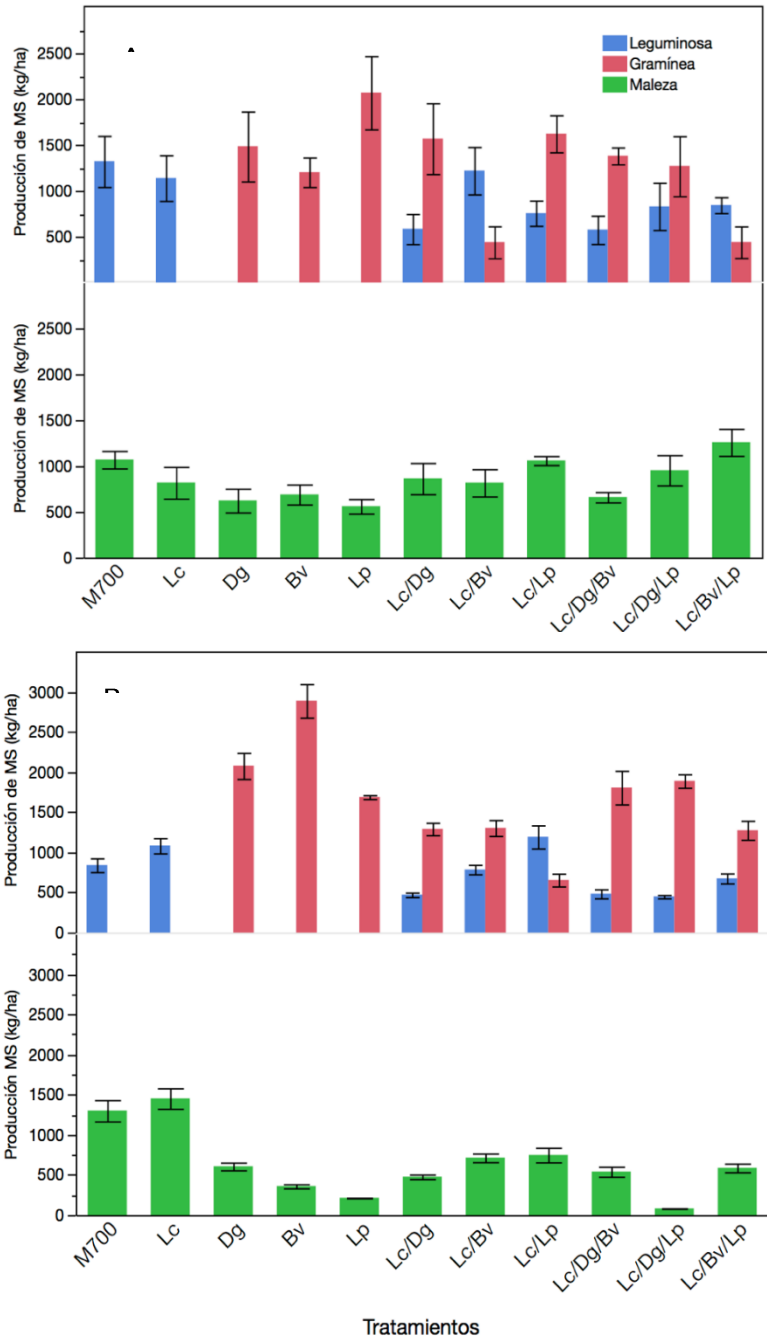


Figura 7. Composición botánica de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Temporadas de crecimiento 2015/16 (A) y 2016/17 (B). Barras indican error estándar de la media (n=4).

Eficiencia del N

La absorción/extracción y eficiencia del nitrógeno varió significativamente entre tratamientos ($P < 0,05$) durante las dos temporadas de crecimiento. La absorción de N durante la temporada 2016/17 fue cerca de un 25% superior a la temporada 2015/16 (Cuadro 7). Durante la primera temporada de crecimiento, tratamientos que incluyeron especies leguminosas lograron una mayor tasa de extracción que especies gramíneas en

monocultivo. Excepto el tratamiento Lc que mostró una tasa de extracción similar a especies gramíneas. Durante la segunda temporada, las eficiencias se evaluaron durante la primavera, cuando las especies gramíneas presentan un mayor potencial de crecimiento y acumulación de biomasa que especies leguminosas (mayor umbral térmico). Bajo esta condición, *D. glomerata* mostró una de las más altas producciones de biomasa, tasa de extracción de N y eficiencias del N (EU y EA; Cuadro 7).

Cuadro 7. Extracción de nitrógeno, eficiencia de uso (EUN) y absorción (EAN) del nitrógeno de 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile. Datos corresponden al primer corte de la temporada 2015/16 (n=4). Letras diferentes indican diferencias significativas.

Especies	Absorción (kg N ha ⁻¹)		EUN		EAN	
Temporada 2015/16						
Bv	53,71	bc	37,73	ab	0,36	bc
Dg	51,84	c	43,74	a	0,35	c
Lp	59,07	abc	45,38	a	0,39	abc
Lc	51,34	c	38,18	ab	0,34	c
Lc_Bv	72,02	abc	34,65	b	0,48	abc
Lc_Dg	69,69	abc	43,48	a	0,46	abc
Lc_Lp	79,07	a	43,72	a	0,53	a
Lc_Bv_Lp	63,44	abc	40,31	ab	0,42	abc
Lc_Dg_Bv	61,90	abc	42,63	ab	0,41	abc
Lc_Dg_Lp	74,52	ab	41,17	ab	0,50	ab
M700	67,63	abc	35,13	b	0,45	abc
Temporada 2016/17						
Bv	80,34	b	30,75	cd	0,54	b
Dg	95,88	ab	32,85	abc	0,64	ab
Lp	63,19	b	35,74	ab	0,42	b
Lc	123,83	a	26,69	de	0,83	a
Lc_Bv	79,70	b	30,48	cd	0,53	b
Lc_Dg	75,51	b	36,48	ab	0,50	b
Lc_Lp	71,51	b	36,89	a	0,48	b
Lc_Bv_Lp	80,09	b	32,97	abc	0,53	b
Lc_Dg_Bv	95,88	ab	32,48	bc	0,64	ab
Lc_Dg_Lp	77,42	b	36,39	ab	0,52	b
M700	121,44	a	25,91	e	0,81	a

Índices fisiológicos

La Figura 8 muestra dos índices espectrales (NDVI y MTCI) y la temperatura de la pradera durante la segunda temporada de crecimiento. Los índices espectrales describen el vigor de la pradera (a mayor valor del índice, mayor vigor). El NDVI mostró que todos los tratamientos expresaron un alto vigor desde el invierno hasta fines de primavera; luego cayeron drásticamente durante el verano. El NDVI no fue capaz de

mostrar diferencias entre tratamientos durante el invierno, cuando el testigo (M700) está en estado de plántula o el suelo está cubierto mayoritariamente por malezas. Sólo mostró diferencias durante el verano, donde el tratamiento Lc fue el más vigoroso. En cambio, MTCl fue capaz de mostrar amplias diferencias en vigor durante toda la temporada de crecimiento. Los resultados de este proyecto permitirán definir e implementar nuevos índices espectrales que presentan una mayor habilidad predictiva del vigor de la pradera que el NDVI, índice espectral más conocido y utilizado. La temperatura de la hoja de todos los tratamientos fue similar durante el periodo óptimo para el crecimiento de las praderas (septiembre-diciembre). Pero incrementó drásticamente durante el periodo de balance hídrico más negativo (Figura 1). El testigo y el tratamiento Lp mostraron la mayor temperatura de pradera durante el verano (Figura 8), lo que denota un nivel de estrés hídrico más severo.

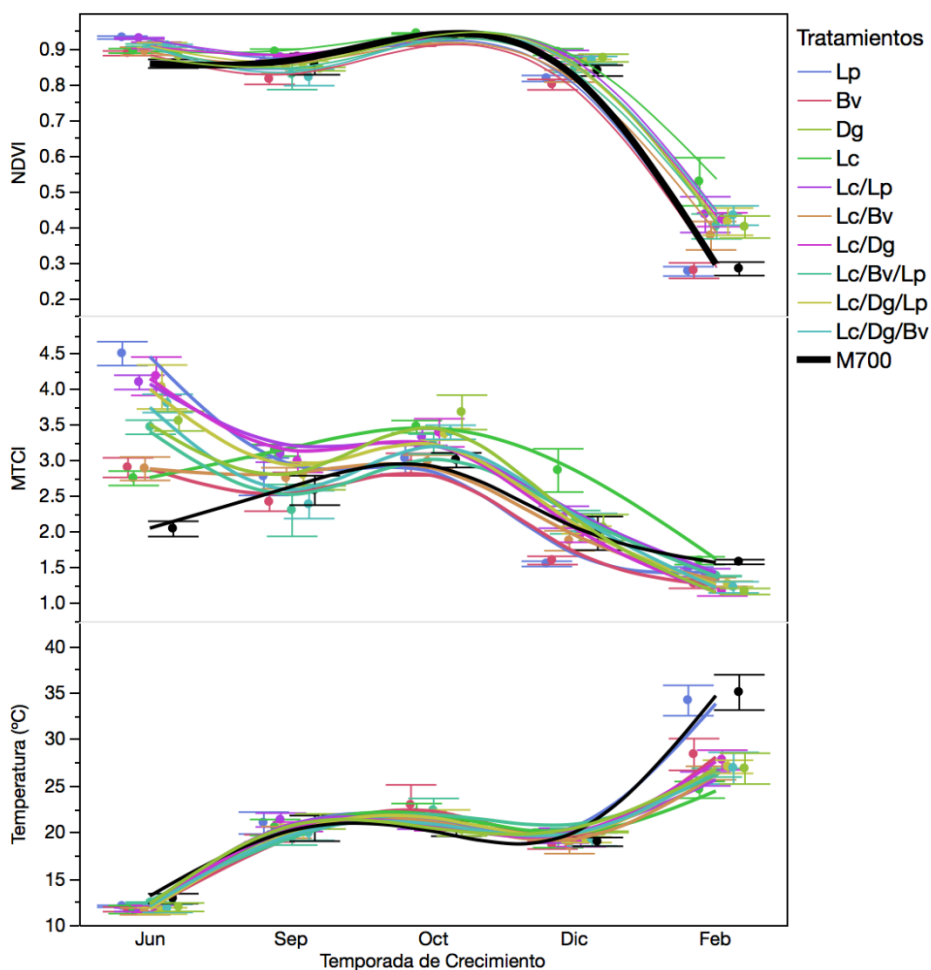


Figura 8. Índices espectrales (NDVI y MTCl) y temperatura de la pradera evaluada previo a cada corte de evaluación de producción de materia seca en 11 praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile (temporada 2016/17). Barras indican error estándar de la media (n=4).

Desarrollo de raíces

Dado el alto consumo de tiempo requerido para el análisis de imágenes, sólo fue posible analizar dos fechas de muestreos en cuatro tratamientos. Los muestreos analizados correspondieron al otoño (marzo) y primavera (septiembre) del año 2016. En la capa 40-60 cm de profundidad de suelo, la especie Lc mostró un mayor desarrollo radical

que especies gramíneas (longitud y volumen; Figura 9). El crecimiento y desarrollo radical fue altamente modulado por la estación de crecimiento. Tanto la longitud y volumen total de raíces se duplicaron durante la estación de primavera, relativo al otoño. El muestreo de otoño representa la actividad del sistema radical ocurrida durante el verano. En esta época, el tratamiento Lc mostró la mayor longitud de raíces a los 40-60 cm de profundidad de suelo. El mayor desarrollo radical contribuye a la tolerancia a sequía de Lc. En general, se observó que, durante las dos temporadas de crecimiento, las mezclas de gramíneas con una leguminosa con sistema radical profundo (Lc) mostraron mayor producción de biomasa.

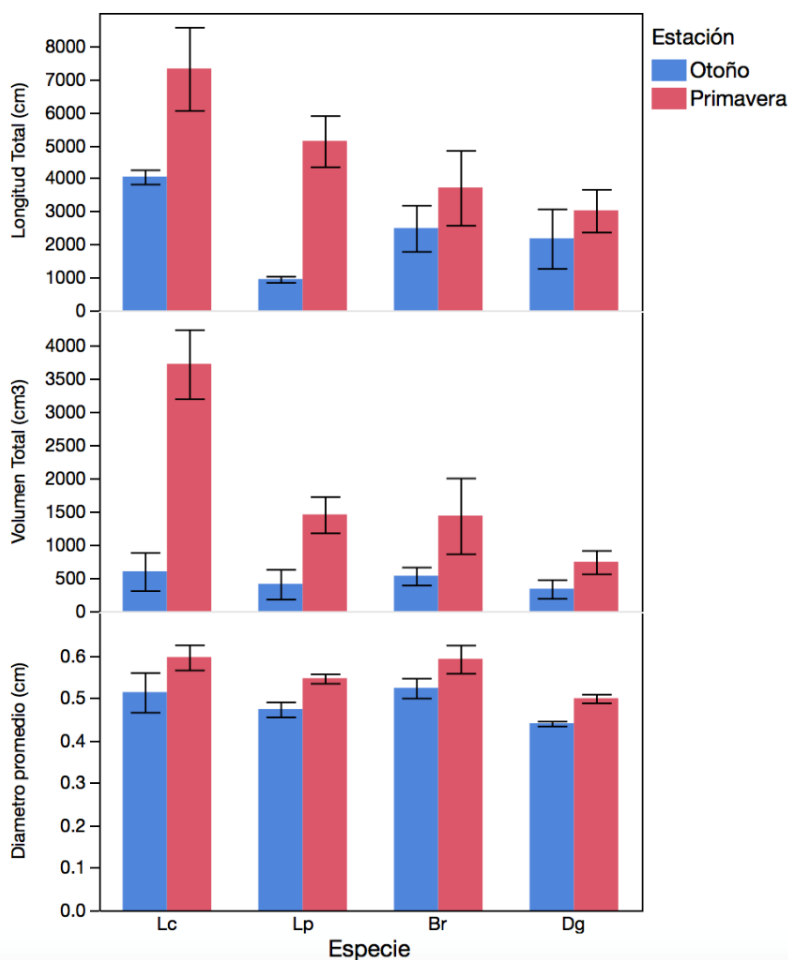


Figura 9. Longitud, volumen y diámetro de raíces de cuatro praderas establecidas en sector Los Puquios, Región del Biobío, Chile (temporada 2016/17). Barras indican error estándar de la media.

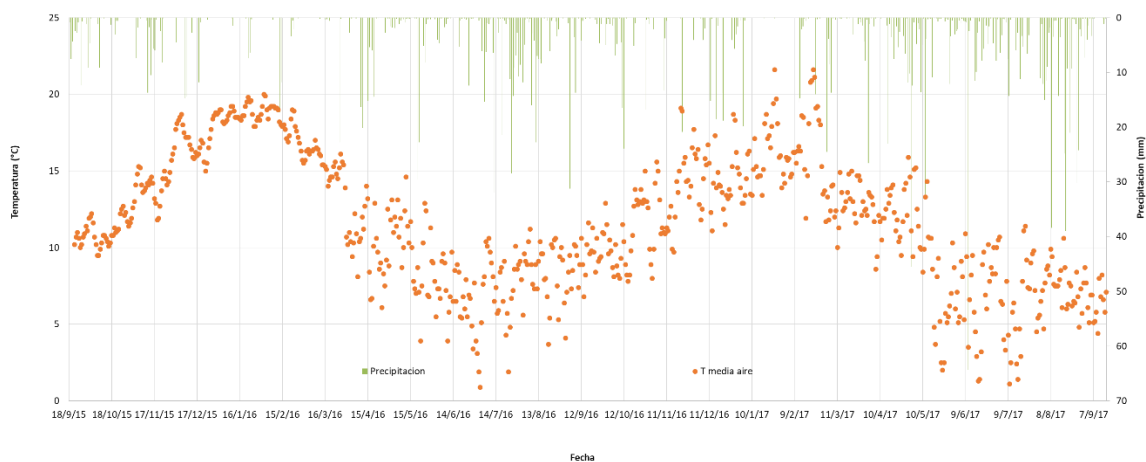
Región de los Ríos

Clima

En el periodo de evaluación la precipitación acumulada del sector alcanzó a 1.036,2 mm, en promedio de ambas temporadas de evaluación. La precipitación se concentró en los meses de invierno (2015/2016) y de invierno y primavera (2016/2017), para luego disminuir asociado al periodo estival (Figura 10a), lo que se tradujo en menores niveles de humedad en el suelo en este periodo (Figura 10b), característico de la sequía estival

que afecta la zona a partir del mes de Diciembre. La temperatura media del aire en el periodo de evaluación fue de 11,7°C, temperatura media característica de la zona de estudio. No hubo diferencias en la humedad de suelo entre mezclas forrajeras evaluadas ($P>0,05$).

a)



b)

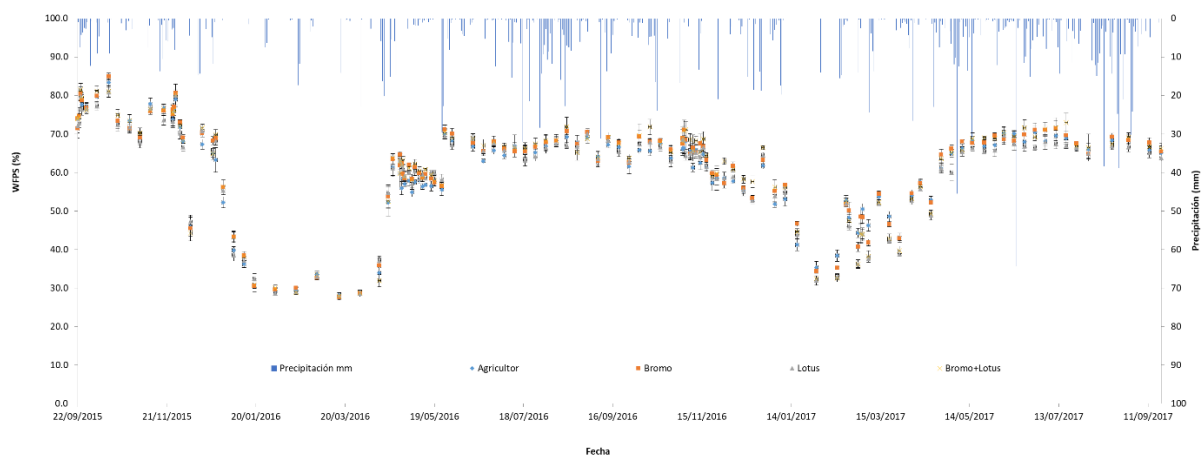
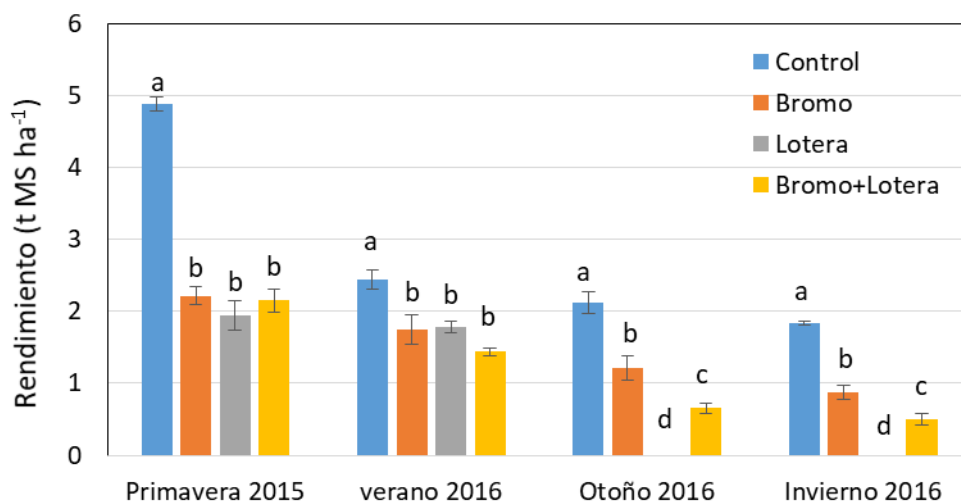


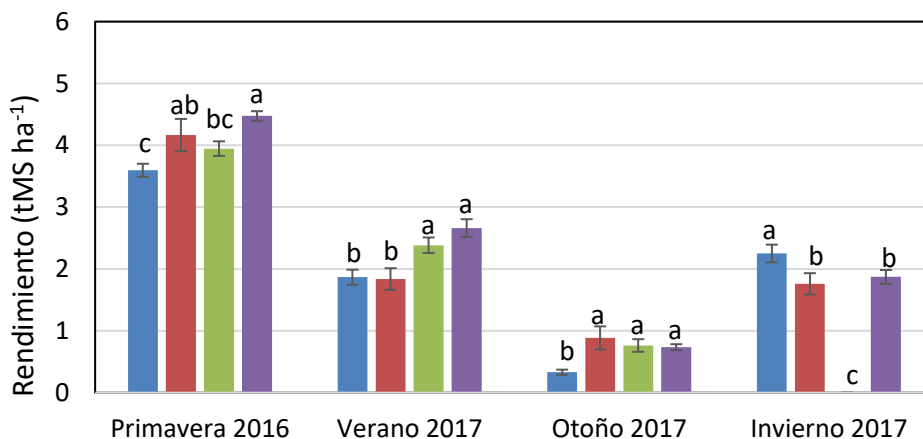
Figura 10. a) Precipitación (mm) y temperatura media del aire (°C) en el área del sitio experimental para el periodo de evaluación; b) humedad del suelo expresado como porcentaje de poros llenos de agua (% WFPS) por tratamiento.

Producción de MS y Composición Botánica

La productividad de las especies y mezclas propuestas se compararon con la de una pradera usada en la zona, consistente en la mezcla de ballica híbrida Belinda y Maverick GII en asociación con avena Nova. Esta mezcla se caracteriza por presentar un alto nivel productivo y de calidad en zonas templadas. Sin embargo al segundo año de establecimiento su productividad se reduce considerablemente, afectándose además en los periodos estivales, mientras que las especies propuestas mantienen o aumentan su productividad en periodos estivales (Figura 11), manteniendo un mayor desarrollo radical (Cuadro 8), por lo que se adaptan de mejor manera a los periodos críticos de déficit hídrico. Así, los tratamientos Bromo y Bromo+Loterá generaron un rendimiento 16 y 24% más alto que el tratamiento Control durante la primavera de 2017. EL rendimiento además fue 24% y 55% más alto durante el segundo verano y otoño, en relación al tratamiento Control.



a)



b)

Figura 11. Rendimiento de materia seca por estación (t ha⁻¹) para a) Primera temporada de evaluación (establecimiento) y b) Segunda temporada de evaluación, para las distintas especies y mezclas forrajeras. Letras distintas indican diferencias significativas por estación ($p < 0,05$). Barra de error corresponde al error estándar de la media ($n=5$).

A pesar de que la pradera control es altamente productiva, su implantación requiere una inversión significativa para el productor, cada dos años. Las praderas alternativas propuestas son menos explosivas en su crecimiento anual, pero pueden sostener una

producción similar por al menos 4 años, reduciendo los costos de establecimiento y permitiendo el desarrollo de una producción más sostenible en el tiempo (Componente 3).

Eficiencia del N

La absorción de N siguió el mismo patrón observado en el rendimiento de forraje. La absorción acumulada fue mayor en el tratamiento Control, dado el mayor rendimiento observado en ese tratamiento, en particular en la primera temporada de evaluación (Figura 12; $P > 0,05$). Debido a ello, la EUN fue similar entre tratamientos (38% en promedio; $P > 0,05$). Esto indica que las variedades forrajeras propuestas alcanzan los mismos niveles de eficiencia de conversión de nitrógeno a forraje que los cultivares importados tradicionalmente empleados en las praderas del sur del país.

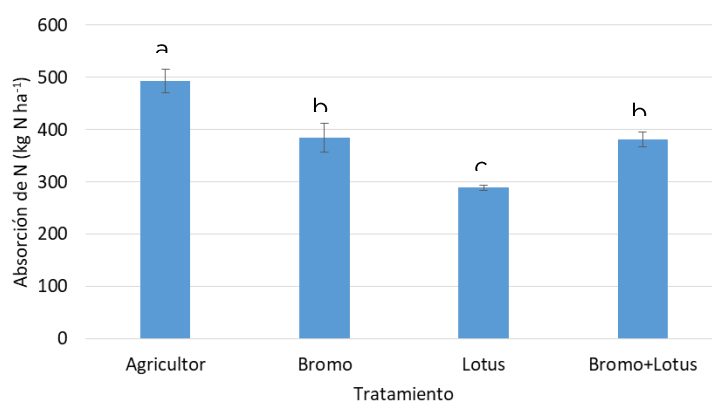


Figura 12. Eficiencia global de uso del nitrógeno absorbido de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Barra de error corresponde al error estándar de la media ($n=5$).

La EAN no es considerada un buen indicador en praderas del sur de Chile, dado el alto aporte de N vía mineralización del suelo, que puede alcanzar a 280 kg N ha⁻¹ año⁻¹ en suelos volcánicos con altos contenidos de materia orgánica, similares al empleado en el presente estudio. Esto usualmente enmascara el efecto de la fertilización aplicada.

Desarrollo de raíces

Los resultados sugieren que las especies seleccionadas como tolerantes a la sequía presentan una mayor longitud y volumen final de raíces (0-60 cm), en comparación al número de raíces que fue mayor en la pradera control establecida por el productor (Figura 13).

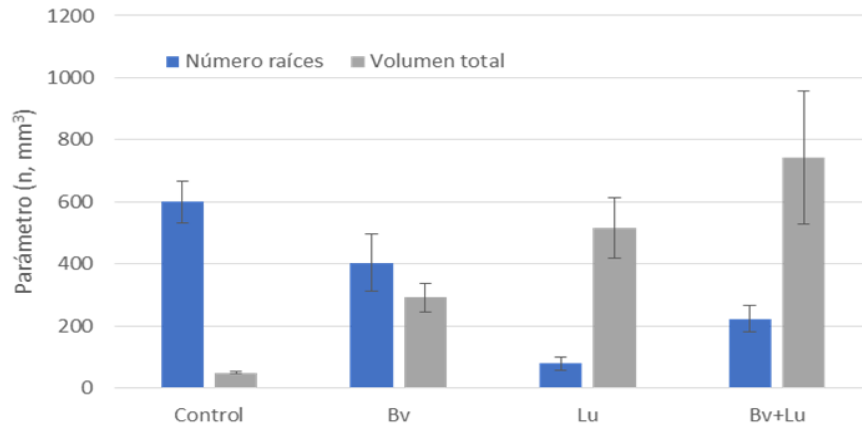


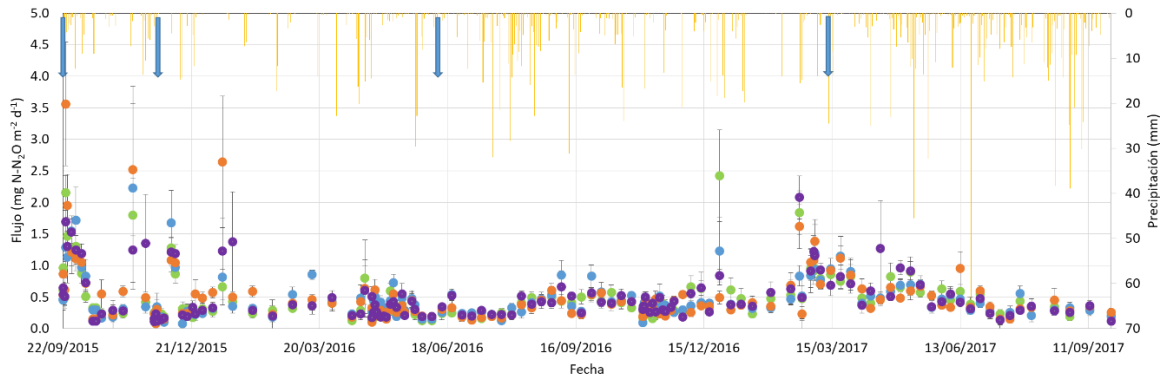
Figura 13. Desarrollo radicular por tratamiento (enero 2016, 0-60 cm, n=3).

GEI

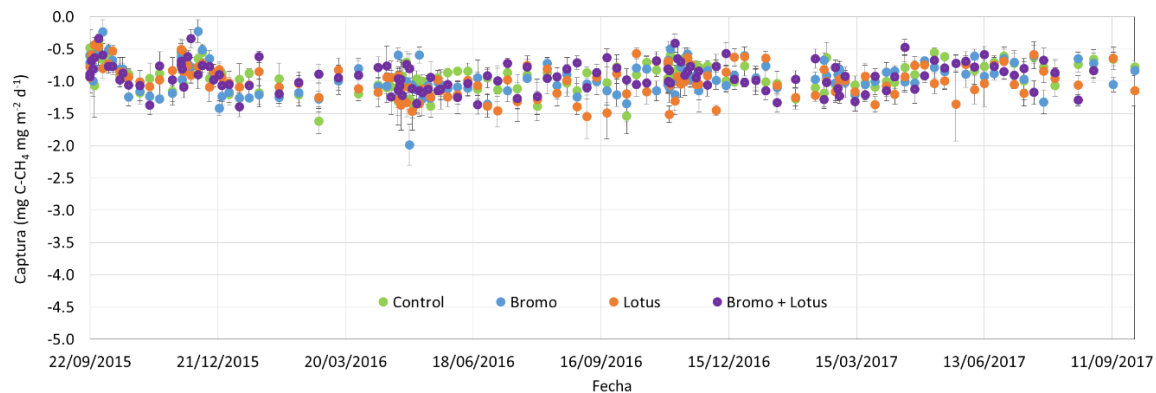
Chile es un país altamente vulnerable al cambio climático y ha establecido una meta de reducción de 20% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hacia el año 2020. Hasta ahora los principales esfuerzos en el país se han focalizado en adaptación (generación de variedades) y mitigación (desarrollo de alternativas más eficientes de manejo de la pradera). Este proyecto ha permitido relevar las interacciones que se generan entre adaptación y mitigación.

Los flujos de N₂O fueron bajos, no estando directamente asociados a la aplicación de fertilizante nitrogenado, a excepción de la época del establecimiento de la pradera (Figura 14a). No se observaron diferencias significativas entre los distintos materiales forrajeros evaluados ($P > 0,05$), mientras que el flujo varió en respuesta a periodos de lluvia frecuente, en particular a salidas de verano. En particular, la drástica disminución del contenido de agua del suelo en el periodo post establecimiento, desde un c. 75% (septiembre 2015) a un c. 38% (marzo 2016) del espacio poroso del suelo (Figura 10b), resultó en bajas emisiones de este gas en ese periodo.

Los flujos de captura de CH₄ no variaron entre tratamientos ($P > 0,05$), sugiriendo que esta sería una capacidad intrínseca del suelo, no afectada por la pastura (leguminosa o gramínea) establecida (Figura 14b). Existió una leve variación temporal en los flujos, disminuyendo estos en periodo de invierno, debido probablemente a las menores temperaturas de suelo en ese periodo, lo que afectaría la eficiencia de la actividad de los organismos metanotrofos.



a)



b)

Figura 14. Flujos de a) N-N₂O y b) C-CH₄ durante el periodo experimental (mg m⁻² día⁻¹) bajo distintas praderas en el sector Las Mercedes, Región de Los Ríos. Barra de error corresponde al error estándar de la media (n=5) (P>0,05). Las flechas azules indican aplicaciones de fertilizante nitrogenado (Tratamientos Control y Bromo).

Las emisiones acumuladas de N₂O-N fueron altas (1,8 kg N-N₂O ha⁻¹ año⁻¹ en promedio de ambas temporadas de evaluación y todos los tratamientos), encontrándose en los rangos de emisiones para praderas fertilizadas con altas dosis de nitrógeno en el sur de Chile. No hubo diferencias entre tratamientos para las emisiones de N₂O (P>0,05; Figura 15a), esto sugiere que bajo las condiciones del estudio, la inclusión de leguminosas en la pastura no incrementó las emisiones de N₂O desde el suelo, aunque se observó incrementos puntuales de nitrato en el suelo en este tratamiento durante el invierno (Figura 16b).

La captura acumulada de CH₄-C en el suelo alcanzó a 6,9 kg C-CH₄ ha⁻¹ en el periodo de evaluación (Figura 15b). Este valor es similar a los reportados en similares suelos bajo rotación de cultivo en el sur del país. No existió diferencias entre tratamientos para este parámetro (P>0,05) por lo que la inclusión de leguminosas en la pastura no favoreció los procesos de captura de carbono. Es probable que el mayor desarrollo radicular observado en profundidad en los tratamientos con leguminosas resulte en una mayor captura de C en capas profundas del suelo.

El balance de C alcanzó a 1379 kg CO₂ eq ha⁻¹, en promedio para todos los tratamientos en las dos temporadas de evaluación (P>0,05; Figura 15c). El balance de carbono por emisiones de GEI desde el suelo no varió entre tratamientos, así las emisiones de GEI se vieron más afectadas por parámetros climáticos (precipitación y temperatura) que por el tipo de pradera o manejo de fertilización realizado.

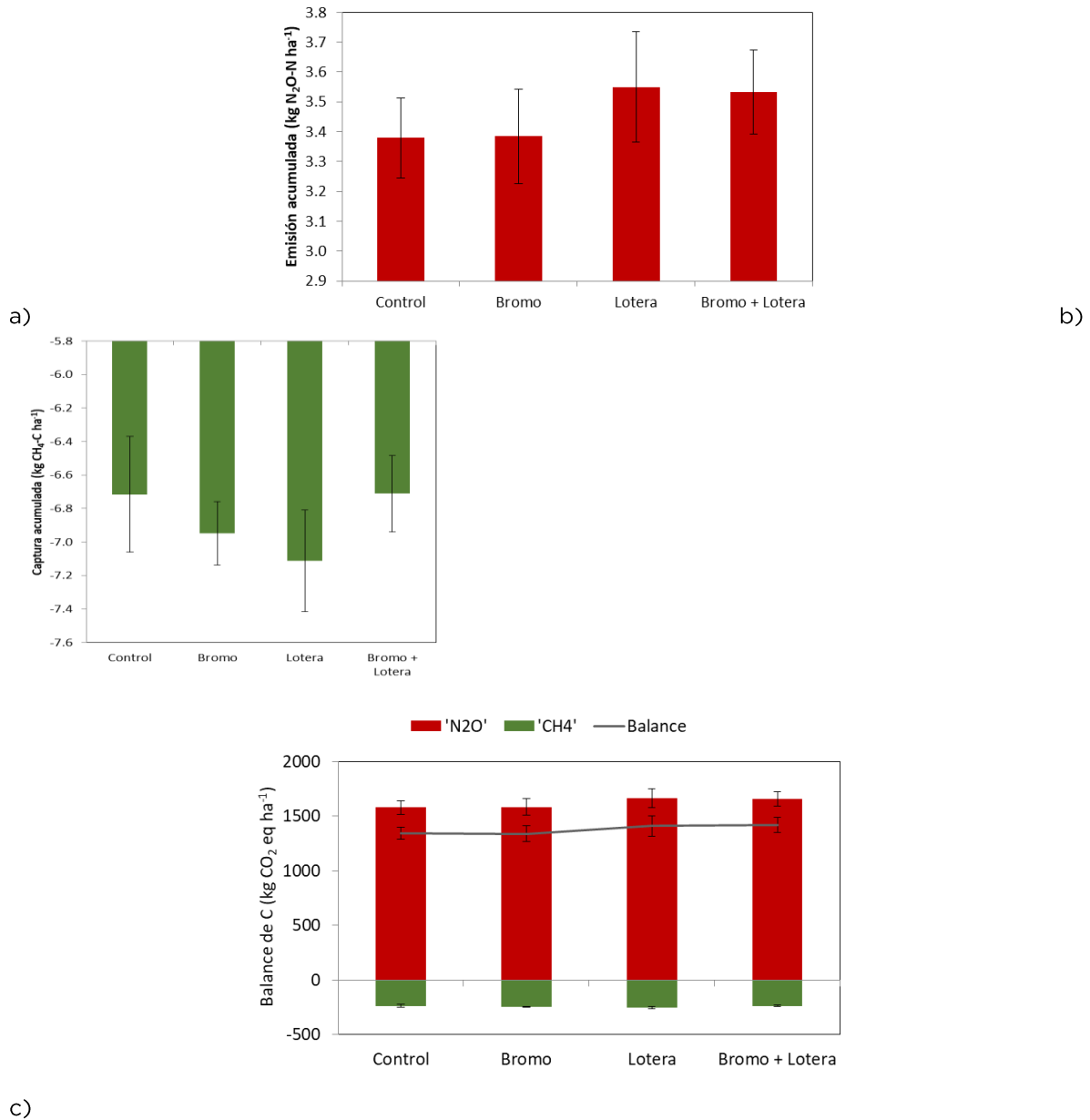


Figura 15. a) Emisiones acumuladas de N-N₂O (kg N-N₂O ha⁻¹), b) capturas acumuladas de C-CH₄ (kg C-CH₄ ha⁻¹), y c) balance de carbono (kg CO₂ eq ha⁻¹) durante el periodo experimental bajo distintas praderas en el sector Las Mercedes, Región de Los Ríos. Barra de error corresponde al error estándar de la media (n=5) (P>0,05).

La disponibilidad de N total en el suelo no varió entre tratamientos (Figura 16). Sin embargo, la adición de urea en el tratamiento control aumentó estacionalmente el contenido de N-NH₄ en el suelo (Figura 16a), aunque esto no se tradujo en incrementos del proceso de nitrificación (Figura 16b).

La concentración de N-NO₃ fue más alta inmediatamente después del establecimiento de las praderas, probablemente asociado a los procesos de mineralización de materia orgánica que ocurren durante el laboreo de suelo. La sequía que afectó el ensayo con

posterioridad al establecimiento probablemente evitó que esta mayor disponibilidad de N se tradujera en un incremento significativo de las emisiones de N₂O en ese periodo.

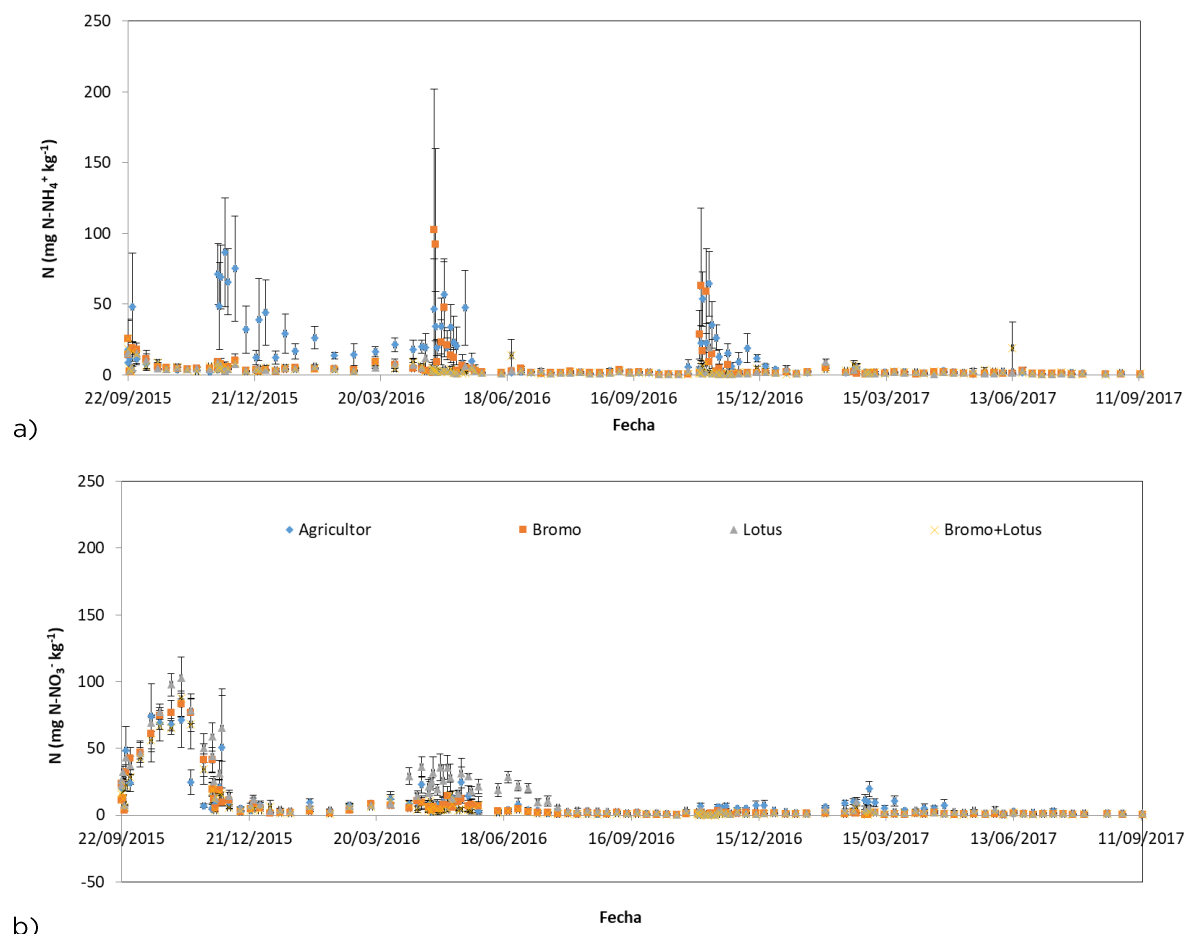


Figura 16. Disponibilidad de N disponible en el suelo (0-10 cm) durante el periodo experimental bajo distintas praderas en el sector Las Mercedes, Región de Los Ríos a) NH₄ (mg N-NH₄ kg⁻¹), b) NO₃ (mg N-NO₃ kg⁻¹). Barra de error corresponde al error estándar de la media (n=5) (P>0,05).

Las nuevas alternativas forrajeras lograron superar a los tratamientos control en los periodos críticos de escasez de agua (verano) y en el total anual en la zona mediterránea de Chile. Una ventaja de estas tecnologías es sus menores requerimientos en fertilidad de suelos e insumos durante el manejo, lo que facilitaría su adopción una vez resuelto las limitaciones al establecimiento. Adicionalmente, permitirían reducir la aplicación de fertilizante hasta en un 60%, logrando establecer praderas de mayor persistencia (de 1 a 2 años en el tratamiento control a 3-5 años en las alternativas evaluadas).

Estos beneficios se han logrado sin afectar el balance de GEI de los sistemas evaluados en el sur de Chile.

Componente 4: Gestión del Conocimiento, Talleres realizados.

Con la finalidad de establecer las principales brechas y barreras a la adopción de las estrategias integradas de adaptación en el sector silvoagropecuario de Chile, el día 6 de mayo de 2016 se realizó un taller conjunto entre la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) de Chile. En esta oficina se encuentra anidada la toma de decisión gubernamental sobre las áreas de adaptación/mitigación de la agricultura de Chile al Cambio Climático (Anexo 2).

Este taller contó con la participación de los representantes institucionales en el área de cambio climático de las instituciones técnicas del Ministerio de Agricultura de Chile, más el equipo técnico sectorial de ODEPA (Anexos 2 y 3). Las principales actividades y resultados de este trabajo fueron:

- Bienvenida (A. Espinoza, M. Alfaro)
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y detección de barreras (A. Espinoza)
 - El primer plan de CC fue 2008-2012 y actualmente se trabaja en la actualización, que se encuentra en consulta pública. El Plan Nacional de Adaptación Silvoagropecuario actual, está organizado en tres ejes (21 medidas). El problema que tiene es que confunde metas con objetivos, e incluye medidas más amplias que lo específico para CC. El grado de avance actual del Plan Nacional se considera del 75% aprox.
 - Se requiere plan de actualización sectorial. El PANCC 2017-2022 (PANCC II; Plan Nacional de Acción en Cambio Climático, incluye mitigación y adaptación), en consulta pública desde el 18 de abril, por 3 meses, en página web MMA. MINAGRI ya hizo observaciones al documento. Debiera estar conectado a discusión en Ley de Cambio Climático, en discusión parlamentaria.
 - Para establecer las medidas a comprometer se debe limitar qué es cambio climático y su alcance. Chile es un país altamente vulnerable (7/9 descriptores), se espera que la frontera agrícola de cultivos anuales se desplace hacia el sur entre 200-400 km. El país será más seco y caluroso. Objetivo de medidas de adaptación es generar resiliencia de la agricultura, para lo cual se deberán establecer brechas.
 - Etapas del SAP 2017-2022 (Plan Silvoagropecuario), debe tener MRV. Claramente tiene un enfoque de formación de capacidades internas en el MINAGRI. Requiere definición de público objetivo y participación a nivel regional, además de consulta ciudadana. Debe estar terminado aprobado e impreso en octubre de 2017. Su establecimiento requiere aunar objetivos del MINAGRI+CMNUCC (iNDCs). Se debiera incluir zonas agropecuarias-forestales, enfoque de género y DDHH. Es probable que requiera reformas estructurales administrativas (derechos de agua por ejemplo) y un diagnóstico región-específica. Se considerarán otras convenciones (biodiversidad, desertificación por ejemplo). No se sabe cómo se integra con ODS. Nueva estructura para su generación? O usar la existente? info se podría levantar a través de profesionales de apoyo de la SEREMIAS o Prodesales/PDTI, por ej. El responsable de su levantamiento

es el Comité Técnico Interministerial sobre Cambio Climático (CTICC, 2 profs por institución del MINAGRI, ODEPA tiene 3). Debe incorporar difusión una vez generado. Debe haber participación hacia población rural con ingresos rurales. Se debe aprovechar experiencias regionales y de otros países.

- Taller participativo
- Qué nos falta?
 - Sistema de información ministerial actualizado, con activación comisión asesora o comité técnico al Ministro en este tema.
 - Falta gobernanza al interior del MINAGRI
 - Falta sabe qué reformas debieran hacerse para su implementación
- Cómo incorporar enfoque de género en el SAP? Cómo afecta el CC a hombres y mujeres? Mujeres son más vulnerables, contar género no es suficiente. Debe evaluarse el impacto sobre hombres y mujeres y barreras que impiden adopción por mujeres. Esto debe estar considerado desde el diagnóstico, e incorporarse en medidas específicas.
 - Podría ser considerado un co-beneficio.
- Puntos clave sectoriales que debieran incluirse en el SAP?
 - Disponibilidad de agua y eficiencia de uso de agua (recursos hídricos); productividad y necesidades de cambio tecnológico (por ej por cambio de frontera agrícola); desplazamiento de mano de obra (efecto más significativo sobre mujeres) y generación de mano de obra calificada; alternativas de manejo agronómico (variedades y manejo); eficiencia energética; respuestas a eventos climáticos extremos (seguro eficiente); desarrollo tecnología e innovación; diseminación y capacitación de las medidas y de los efectos del CC en el sector; aprovechamiento nuevos territorios disponibles para agricultura por efecto de CC y con diseño de paquetes tecnológicos; incorporación de vulnerabilidad en la priorización.
- Cómo se incorpora este tema a mesas sectoriales?, cómo?
 - Eficiencia y disponibilidad de agua. Incorporación de plagas y enfermedades en seguro agrícola.
- Qué medidas específicas sectoriales sugiere? (ver anteriores)
- Conocen las necesidades actuales de sus sectores respecto del impacto del CC?
 - En algunos más que en otros, y de vulnerabilidad del rubro
- Cómo bajarías las medidas a los productores?
 - Con medidas específicas. Se requieren sistemas específicos de transferencia tecnológica y extensión.
- Cuáles son las barreras a la adopción de estas medidas

- Falta de marco legal específico (Ley de Cambio Climático), con compromiso político establecido claramente
- Organización institucional, incluyendo la gestión de recursos financieros de apoyo a productores que deben rendirse internacionalmente (no sólo nacionalmente), la comunicación interministerial, y hacia el interior de las instituciones del MINAGRI.
- Falta de claridad en el alcance de “cambio climático” respecto de actividad normal y de medidas específicas, necesidad de criterio ecosistémico en muchos casos por sobre divisiones políticas (regiones), que es lo que naturalmente surge.
- Debe destacarse el efecto sobre la agricultura local más que la relevancia en negociaciones internacionales
- Debe destacarse las oportunidades que el CC plantea
- Falta de integración bottom-up y no sólo top-down (por negociaciones por ejemplo)
- Debe considerarse el costo-efectividad de las medidas (público y privado)
- Falta de capacitación sobre los efectos del CC en el sector (productores, asesores, equipos técnicos) y fortalecer sistema de transferencia tecnológica y extensión.
- Aspectos culturales, distribución etaria de productores (resistencia al cambio, concentración de recursos o propiedad de tierra).

Este taller inicial fue complementado con un actividad con productores de Colun (contraparte privada del proyecto en Chile) realizado con fecha 13 de marzo de 2018. En esta actividad, a pesar de las limitaciones en la muestra, quedó en claro la alta relevancia que los ganaderos le atribuyen al cambio climático como factor que afecta la producción de sus sistemas (75% de las respuestas), por lo que sería necesario adoptar medidas de adaptación (90% de las respuestas), tales como la selección de nuevas especies y variedades forrajeras (90% de las preferencias).

Respecto de los principales aspectos que limitan la elección de una nueva especie o variedad forrajera, la mantención del rendimiento (86 %) sigue siendo la de mayor atención, seguida por la mantención de la calidad productiva, su persistencia y los costos de implementación y mantención. Cuando se analiza cual es el principal factor que influye en la toma de decisiones por el productor, conocer el costo beneficio de las nuevas tecnologías es visto como el de mayor impacto (86 %), seguido por la disponibilidad de información técnica y la posibilidad de ver el material en el campo en forma demostrativa (ambos con 71%; Figura 17). Cabe destacar que contar con información del extranjero no es considerado suficiente al momento de tomar la decisión. Esto releva la significancia de los trabajos de evaluación y validación de tecnologías a nivel local.

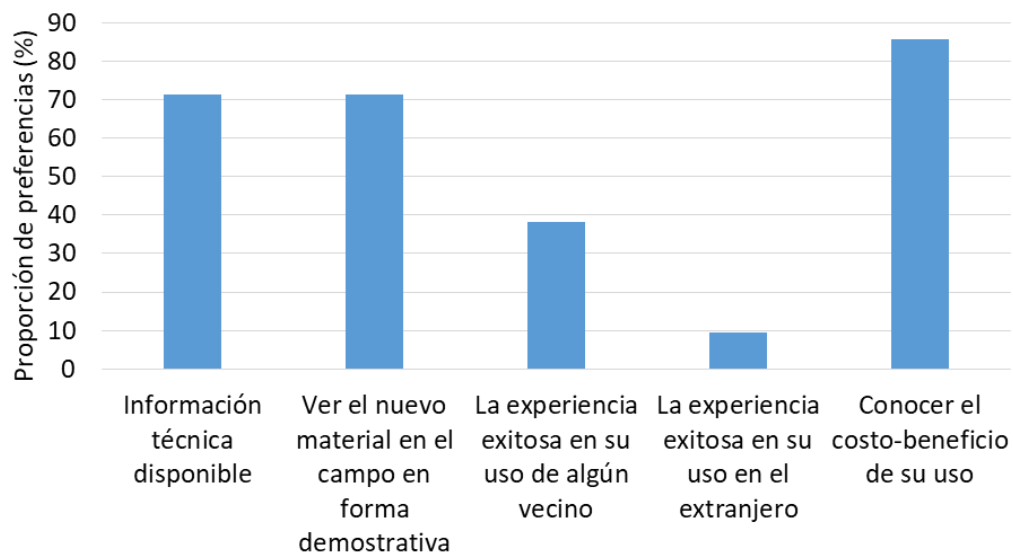


Figura 17. Preferencia de productores de Colun respecto de la consulta “En su opinión, qué influye más en la decisión de incorporar una nueva especie o variedad forrajera (marque todas las relevantes)” en actividad realizada el 13 de marzo de 2018.

1.1.9 Anexo 3.1.1 Actividad 3.1 Definición de la metodología de evaluación económica de medidas integradas de adaptación. Protocolo para la evaluación económica en cada país.

Componente 3. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas económicamente.

Metodología para la evaluación económica:

Informe Inicial Metodológico - Rev. 1.

Elaborado por: Juan Pablo Belmar. Marzo 2016.

Sección N° 3. Ficha técnico - económica Mantenimiento 2° y 3° año					Moneda Local		En dólares	
Labores 2° y 3° año mantenimiento	Item	Cantidad	Unidades	Mes	Valor Unitario (\$)	Solo Pesos	Valor Unitario (\$)	US \$
Aplicación de Fertilizantes y Herbicida	T./Trompo Abonador		maq/ha			0		
	Mezcla		kg			0		
	Urea		kg			0		
	T./Trompo Abonador		ha			0		
	T./Barra fumigadora		ha			0		
	Mezcla		kg			0		
	Urea		kg			0		
	Herbicida		aplicación/ha			0		
Total Costo Mantenimiento						0		
Total Costos: establecimiento + mantenimiento						0		
Imprevistos						0		
Costos financieros (12% anual)						0		
COSTO TOTAL						0		

Sección N° 4. Composición de los costos de producción Praderas o Alimentos

Item	Costos (Moneda Local)	Costos (US\$)	% Costo
Costo Maquinaria	0	0	
Mano de Obra	0	0	
Insumos	0	0	
Fertilizantes	0	0	
Otros	0	0	
Total Costo	0	0	

Fuente: adaptado de SNA - Chile por CreaPro Consultores.

Situación SIN PROYECTO

Parámetros Productivos (Praderas o Alimentos):

		Valor	Unidad
Rendimiento por Hectárea:			Toneladas
Precio de Venta:			Moneda Local / Ton
			US\$/Ton

Parámetros de Beneficio Animal:

Paso 1: Indicar la superficie nacional de destino ganadero, por tipo de ganado.

Paso 2: Indicar el N° de cabezas de ganado a nivel país, por tipo de ganado.

Paso 3: Indicar la Superficie por unidad de Producción de Ganado (considerando la misma para los ensayos del proyecto).

Paso 4: Indicar el N° de cabezas de ganado por unidad de Producción de Ganado (superficie).

Paso 5: Indicar el Peso Promedio x cabeza de ganado, por cada tipo de ganado.

Paso 6: Indicar el N° de Kilos de Carne x animal, por cada tipo de ganado.

Paso 7: Indicar el N° de Kilos de Carne x unidad de Producción de Ganado (superficie), por

cada tipo de ganado.

Paso 8: Indicar el Precio de la Carne por Unidad (peso o animal) pagado a productor. (En Dólares y Moneda Local).

SITUACIÓN CON PROYECTO

Sección N° 1. Antecedentes

Tipo de Pradera (Producto)	
País	
Región /zona	
Moneda Local	
Valor del dólar	

Responsable:	
Nombre:	
Institución	
E-mail	
Fono:	

Sección N° 2. Ficha técnico - económica Establecimiento

Labores primer año siembra	Item	Cantidad	Unidades	Me s	Moneda Local		En dólares	
					Valor Unitario (\$)	Sub Total Item	Valor Unitario (US\$)	Sub Total Item
Varios	Acarreo de insumos		j/h		0		0	
Presiembra y Herbicida	Arado acequiador		ha		0		0	
	Trazado de desagües		j/h		0		0	
	T./Arado Cíncel		ha		0		0	
	T./Vibrocultivador		ha		0		0	
	T./Rastra		ha		0		0	
	T./Barra fumigadora		ha		0		0	
	Herbicida		aplicación /ha		0		0	
Siembra y Aplicación de Fertilizantes	T./Sembradora		ha		0		0	
	T./Rodon		ha		0		0	
	Mano de Obra Siembra		j/h		0		0	
	Mano de Obra Riego		j/h		0		0	
	Semilla de ballica		kg		0		0	
	Semilla de trébol rosado		kg		0		0	
	Urea		kg		0		0	
Mezcla		kg		0		0		
Aplicación de Fertilizante	T./Trompo Abonador		ha		0		0	
	Sulfato de potasio		kg		0		0	
					0		0	

Sección N° 3. Ficha técnico - económica
Mantenimiento

Labores 2° y 3° año mantención	Ítem	Cantidad	Unidades	Mes	Moneda Local		En dólares	
					Valor Unitario (\$)	Solo Pesos	Valor Unitario (\$)	US \$
Aplicación de Fertilizantes y Herbicida	T./Trompo Abonador		maq/ha			0		
	Mezcla		kg			0		
	Urea		kg			0		
	T./Trompo Abonador		ha			0		
	T./Barra fumigadora		ha			0		
	Mezcla		kg			0		
	Urea		kg			0		
	Herbicida (0,5+0,07)		Aplicación /ha			0		
Total Costo Mantención						0		
Total Costos: establecimiento + mantención						0		
Imprevistos						0		
Costos financieros (12% anual)						0		
COSTO TOTAL						0		

Sección N° 4. Composición de los costos de producción o Alimentos.

Item	Costos (Moneda Local)	Costos (US\$)	% Costo
Costo Maquinaria	0	0	#iDIV/0!
Mano de Obra	0	0	#iDIV/0!
Insumos	0	0	#iDIV/0!
Fertilizantes	0	0	#iDIV/0!
Otros	0	0	#iDIV/0!
Total Costo	0	0	#iDIV/0!

Fuente: adaptado de SNA - Chile por CreaPro Consultores.

Situación CON PROYECTO

Parámetros Productivos (Praderas o Alimentos)

	Valor	Unidad
Rendimiento por Hectárea:		Toneladas

Precio de Venta:			Moneda Local / Ton
			US\$/Ton
Superficie Potencial Incremental:			Hectáreas

Parámetros de Beneficio Animal:

Paso 1: Indicar la superficie nacional de destino ganadero, por tipo de ganado (Con potencial de adopción de las tecnologías del proyecto).

Paso 2: Indicar el N° de cabezas de ganado a nivel país, por tipo de ganado (Con potencial de adopción de las tecnologías del proyecto).

Paso 3: Indicar la Superficie por unidad de Producción de Ganado (considerando la misma para los ensayos del proyecto).

Paso 4: Indicar el nuevo N° de cabezas de ganado por unidad de Producción de Ganado (superficie).

Paso 5: Indicar el nuevo Peso Promedio x cabeza de ganado, por cada tipo de ganado.

Paso 6: Indicar el nuevo N° de Kilos de Carne x animal, por cada tipo de ganado.

Paso 7: Indicar el nuevo N° de Kilos de Carne x unidad de Producción de Ganado (superficie), por cada tipo de ganado.

Paso 8: Indicar el nuevo Precio de la Carne por Unidad (peso o animal) pagado a productor. (En Dólares y Moneda Local).

Metodología de Análisis Multidimensional

Informe metodológico

Elaborado por: Juan P. Melmar y Marcia Candia. Agosto 2016.

Introducción

El presente informe, contiene un extracto a modo de metodología, de la “Evaluación Multidimensional de los Impactos de la Investigación agropecuaria: una propuesta metodológica / IICA, FONTAGRO, 2007 (Autor principal, Flavio Días Ávila.

La evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria surge de la necesidad de incorporar no sólo los efectos económicos originados de dicha investigación, sino también aquellos que inciden sobre el desarrollo de las capacidades, como en la ambiental, social, entre otras.

Esta metodología se basa en el análisis de las dimensiones: Económica, ambiental, social, la política Institucional y la de capacitación y aprendizaje.

Impacto en la dimensión económica

Para el caso de la dimensión económica, se propone que los impactos esperados de los proyectos de investigación agropecuaria sean estimados usando el enfoque del excedente económico, el cual ha sido adoptado en la mayoría de estas evaluaciones realizadas o en ejecución, tanto en la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) como en otros países de América Latina y el mundo. Este enfoque implica un análisis de los cambios en el excedente económico, la estimación de las tasas de adopción de las tecnologías generadas y los costos de la investigación, la participación de los socios de la investigación, la distribución de los beneficios y los efectos de desborde.

El enfoque del excedente económico permite que se estime el beneficio económico generado por la adopción de innovaciones tecnológicas, comparado con una situación anterior donde la oferta del producto dependía de la tecnología tradicional.

Con base en estos aspectos operacionales, se puede estimar la rentabilidad de las inversiones en investigación y desarrollo por medio de tres indicadores: la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio/costo (B/C) y el valor actual neto (VAN).

Nota: A la fecha de entrega de este documento, el equipo de Creapro Consultores que poya el análisis de la información del proyecto Fontagro, que da marco a éste estudio, ya ha entregado las fichas que permiten recopilar los aspectos económicos en cada País para su posterior evaluación de impacto.

Impactos en la Dimensión Ambiental

En la evaluación de impacto ambiental se basa en tres dimensiones o aspectos: eficiencia tecnológica, conservación y recuperación ambiental.

Ámbito Eficiencia Tecnológica

La eficiencia tecnológica se refiere al aporte de la tecnología para la reducir la dependencia del uso de insumos, sean tecnológicos o naturales. Los indicadores de eficiencia tecnológica corresponden al uso de agroquímicos, energía y recursos naturales.

- El uso de agroquímicos está compuesto por: a) el uso de pesticidas, evaluado conforme a la alteración en la frecuencia (debido a la aplicación de la tecnología), variedad de ingredientes activos y toxicidad de los productos; y b) el uso de fertilizantes, evaluado conforme a la alteración en la cantidad de abonos hidrosolubles, enclado y micro nutrientes aplicados como consecuencia de la tecnología en evaluación.
- El uso de energía está compuesto por la alteración en el consumo de: a) combustibles fósiles, expresados como aceite combustible, gasolina, diesel y carbón mineral; y b) electricidad y biomasa, expresada como alcohol, leña, bagazo de caña, y restos de vegetales.

- El uso de recursos naturales se evalúa en términos de la necesidad de agua para riego, agua para procesamiento y suelo para siembra. Esta necesidad es generada por la tecnología.

Conservación ambiental

Una vez considerada la eficiencia de la innovación tecnológica sobre el uso de insumos, que representa su contribución para la sostenibilidad de la actividad agropecuaria y su valor en el proceso productivo, se deben observar los impactos de la innovación tecnológica en curso, es decir, la contaminación del ambiente por los residuos generados por la actividad productiva agropecuaria, el empobrecimiento del hábitat natural y la diversidad biológica, debido a la adopción de la tecnología.

La contribución de la tecnología para la conservación ambiental se evalúa según su efecto en la calidad de los componentes del ambiente: atmósfera, capacidad productiva del suelo, agua y biodiversidad.

- El efecto de la tecnología en la calidad de la atmósfera se evalúa según la alteración en la emisión de gases de efecto invernadero, material en partículas y humo, olores y ruidos.
- Los efectos de la tecnología sobre la capacidad productiva del suelo se miden por la alteración en la erosión, pérdida de materia orgánica, pérdida de nutrientes y compactación.
- Los componentes del efecto en el agua se determinan según la alteración en la demanda bioquímica del oxígeno (DBO5), que se refiere al contenido orgánico de las aguas, en la turbidez y en la emisión de espuma/aceite/materiales flotantes.
- En relación con el componente biodiversidad, se considera el efecto resultante de la aplicación de la tecnología por la pérdida de vegetación ciliada, de corredores de fauna y de especies amenazadas de extinción por la explotación.

Recuperación ambiental

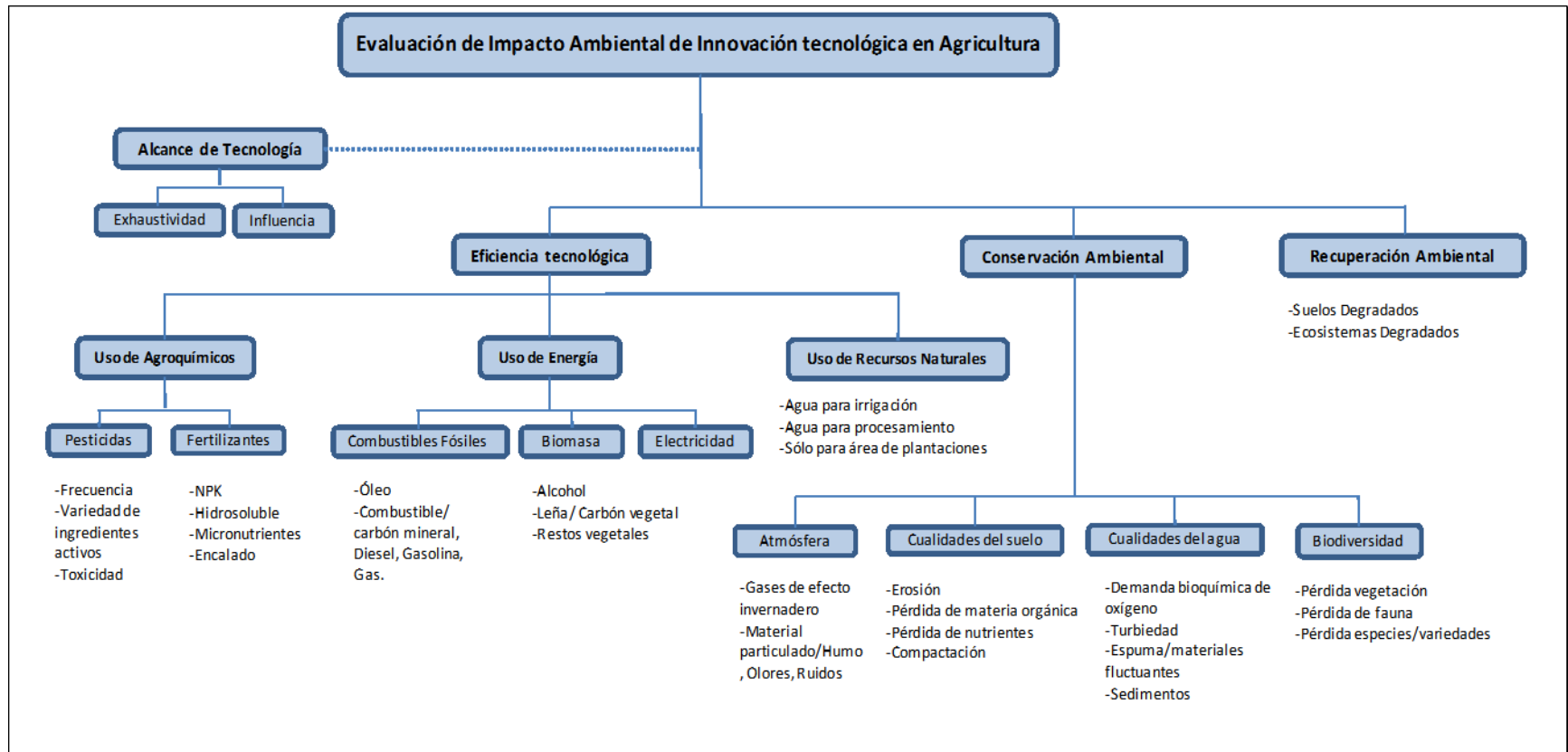
La recuperación ambiental se incluye en el sistema de evaluación de impacto ambiental debido al estado de degradación actualmente observado prácticamente en muchos países de la región. La recuperación de ese pasivo ambiental debe ser una prioridad en todos los procesos de innovación tecnológica agropecuaria. La evaluación representa la efectiva contribución de la innovación tecnológica para la recuperación de los efectos de la explotación sobre áreas degradadas, áreas de preservación permanente y áreas de manantiales. Como estos componentes se refieren a la contribución de la innovación tecnológica, antes que su efecto, los valores de los coeficientes de alteración del componente son invertidos en el análisis de los resultados.

El análisis de la recuperación ambiental se dedica a la consideración de la resistencia, definida como la capacidad de un material o sistema para recuperarse de una alteración impuesta, o la habilidad de recuperar la forma original una vez terminada una presión deformadora aplicada.

En esta evaluación, la recuperación ambiental se refiere a la efectiva contribución de la innovación tecnológica para promover la recuperación de la calidad ambiental y de los ecosistemas, y mejorar las condiciones o propiedades de compartimientos ambientales o inventario de recursos.

Así se evalúa la contribución de la innovación tecnológica para la efectiva recuperación de suelos degradados física, química y biológicamente (Figura 1).

Figura 1. Aspectos e indicadores para la Evaluación de Impacto Tecnológico en Agricultura



Fuente: Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, realizado por IICA (2007).

Indicadores de Impacto Ambiental.

Se debe realizar una descripción cualitativa de los aspectos a evaluar.

--

Para poder evaluar los efectos del proyecto en las distintas dimensiones, se utilizan las siguientes tablas para la evaluación y generación de indicadores.

Tabla 1. Escala de evaluación

1 (Muy negativo)	2 (Negativo)	3 (Sin Cambio)	4 (Positivo)	5 (Muy positivo)
Reducción de más del 75%	Reducción de más del 25% y menos del 75%	Sin cambios que representan reducción o aumentos menores al 25%	Aumento de más del 25% y menos del 75%	Aumento de más del 75%

Fuente: "Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, IICA (2007)".

Tabla 2. Estimación del nivel de cambio en la dimensión ambiental con respecto a la situación actual.

Tipo de Impacto esperado	Seleccione el nivel correspondiente de la escala				
	1 (Muy negativo)	2 (Negativo)	3 (Sin Cambio)	4 (Positivo)	5 (Muy positivo)
1. Eficiencia tecnológica					
Uso de pesticidas (incremento de la frecuencia, mayor toxicidad, etc.)					
Uso de fertilizantes (uso de mayor cantidad de NPK y micronutrientes)					
Uso de energía (mayor uso de combustibles fósiles, biomasa, electricidad)					
Uso de recursos naturales (uso de mayor cantidad de agua y/o suelo)					
2. Consevación ambiental					
Calidad de la atmósfera (mayor emisión de gases, partículas, olores, etc.)					
Capacidad productiva del suelo (mayor erosión, pérdida de MO, compactación)					
Agua (mayor turbidez y emisión de materiales flotantes)					
Biodiversidad (mayor pérdida de vegetación, fauna y especies amenazadas)					
3. Recuperación ambiental					
Recuperación de suelos degradados					
Recuperación de áreas de preservación permanente					
recuperación de manantiales					
Promedio			Significado		

Fuente: Aplicado desde "Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, IICA (2007)".

Impacto en la Dimensión Social.

Uno de los primeros pasos en el análisis del impacto potencial en esta dimensión consiste en definir los aspectos involucrados. Por ello se considerarán los cambios positivos o negativos sobre los factores determinantes de los niveles de desnutrición y pobreza de la población de usuarios finales de la innovación o innovaciones producidas como resultado del proyecto en estudio y que no pueden ser medidas de forma directa a través de su valoración a precios de mercado. Es decir, la dimensión social involucra los cambios potenciales inducidos por el proyecto sobre los factores relacionados con la capacidad de generar el ingreso de la población y, como consecuencia, su contribución para reducir los niveles de desnutrición y pobreza, cuyo valor económico no puede estimarse de forma directa por su naturaleza.

A continuación, se describen los indicadores empleados para cada uno de los factores básicos:

Impacto sobre el empleo

Un aspecto clave para el combate a la pobreza y la desnutrición es la distinción entre empleo agrícola y no agrícola. La evidencia empírica señala que en los países de América Latina el ingreso generado por el empleo no agrícola supera al agrícola en una proporción que va desde un mínimo de 2:1 hasta un máximo de 15:1, con un promedio para la región de 6:1. Por ello los proyectos que promuevan el empleo no agrícola tendrán mejores oportunidades de reducir los niveles de pobreza que aquellos que incentiven el empleo agrícola. Un factor importante en este análisis es considerar los actores que participan en las diferentes actividades laborales, desde el enfoque de género. Se conoce que las mujeres tienen más probabilidades de insertarse en el sector no agrícola que el varón, quien se encuentra más involucrado en las áreas propias de la finca.

Impacto sobre la nutrición y salud

- a) Mejora en la salud del trabajador. Se da cuando la innovación resultante genera mejoras en las condiciones de salud en las que se desenvuelve el trabajador.
- b) Mejora en la calidad nutricional del producto generado por el proyecto. Se da si la innovación resultante del proyecto tiene una mejor calidad alimenticia por unidad consumida que aquella a la que reemplaza.
- c) Mejora en la incidencia de enfermedades. Se manifiesta cuando la innovación resultante del proyecto implica una disminución en la incidencia de enfermedades endémicas o epidémicas. Las innovaciones de este tipo pueden ser aquellas que promuevan la prevención.
- d) Mejora en la provisión de agua potable. Se da cuando la innovación resultante del proyecto implica un cambio en la disponibilidad de agua, ya sea de forma directa por construcción de redes o de forma indirecta por ahorro de agua potable destinada a fines alternativos, como riego agrícola.

Impacto sobre organización y redes de apoyo

Mejora en la capacidad de la población objetivo de formar o fortalecer organizaciones o redes de apoyo. Se da si la innovación resultante del proyecto promueve la formación de organizaciones destinadas a mejorar las condiciones de venta y/o comercialización del producto, adquisición de insumos o servicios, entre otros, por ejemplo, la formación de cooperativas de comercializaciones, grupos de intercambio de trabajo, etc. Este indicador incluye mejoras en la capacidad de la población que podría formar o fortalecer lazos de cooperación y solidaridad.

Impacto sobre la política sectorial o nacional

El impacto se da si la innovación resultante del proyecto implica un cambio de política en el sector o en el nivel nacional que mejore las oportunidades y el acceso a mercados de la población objetivo del proyecto. Ejemplos de este tipo de innovaciones son los proyectos cuyo resultado es la información sobre los factores que impiden el acceso de pequeños productores a nuevas tecnologías, al mercado de capital, entre otros.

Tabla 3, resumen de los factores e indicadores que deben ser considerados en la evaluación del impacto de los proyectos sobre la dimensión social.

Indicadores propuestos para evaluar los impactos en la dimensión social.		
Ámbito	Indicadores	
Dimensión Social	1) Empleo	1) Cambios en el nivel de empleo agrícola
		2) Cambios en el nivel de empleo no agrícola
		3) Cambios en la calidad del empleo
	2) Nutrición y Salud	1) Cambios en la salud del trabajador
		2) Cambios en la calidad nutricional del producto generado por el proyecto
		3) Cambios en la incidencia de enfermedades
		4) Cambios en la provision de agua potable
	3) Organizaciones y redes de apoyo	1) Cambios en la capacidad de la población objetivo de formar o fortalecer organizaciones o redes de apoyo
		2) Cambios en la política sectorial o nacional

Fuente: Aplicado desde "Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, IICA (2007)".

Impacto en el Ámbito Político – Institucional y capacitación.

Ámbito Político-Institucional: Involucra los aspectos siguientes:

- Cambios en la formación de redes de cooperación que involucren centros de investigación públicos y privados, empresas, gobierno, ONG, entre otros. Promover la formación de organizaciones destinadas a mejorar las condiciones de venta y/o comercialización del producto, adquisición de insumos o servicios, por ejemplo, la formación de cooperativas de comercializaciones, grupos de intercambio de trabajo, etc. Este indicador incluye mejoras en la capacidad de la población que podría formar o fortalecer lazos de cooperación y solidaridad.
- Cambios en el marco institucional (legal o práctico) que alteren el acceso a recursos tecnológicos, humanos, financieros y de conocimiento.

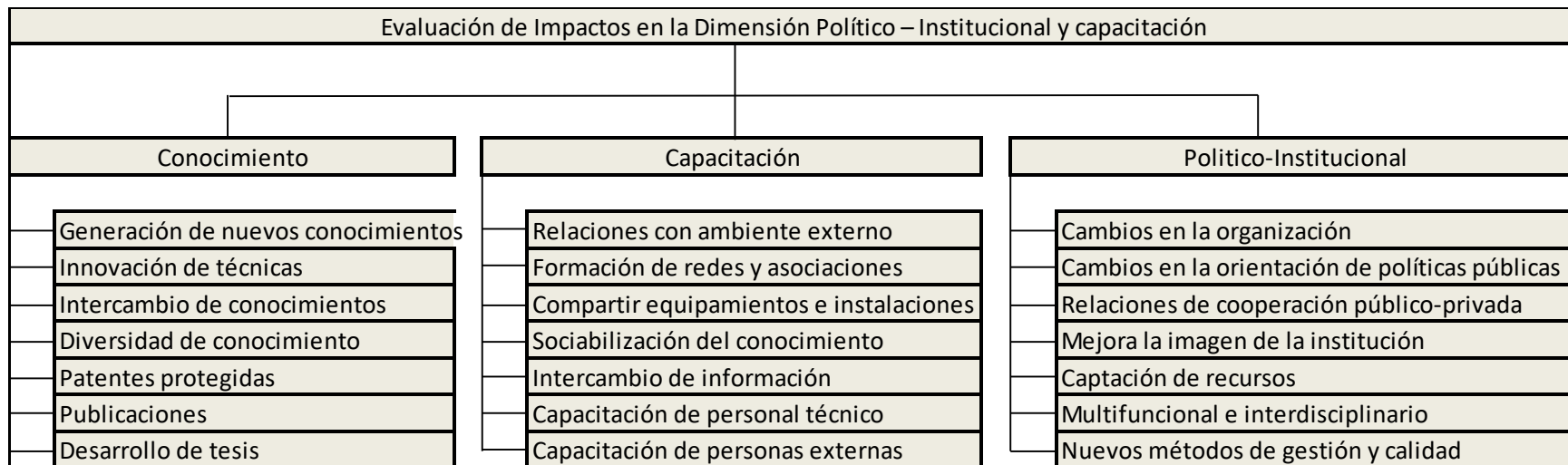
- Cambios en la orientación de las políticas públicas (elección de prioridades, cambios en la estructura de gobierno, en los programas de asistencia, formación y apoyo a la producción y al desarrollo tecnológico.
- Cambios en la orientación de las políticas privadas empresariales (decisiones de invertir en producción, en tecnología y en capacitación de recursos humanos).

Ámbito de la capacitación: Se evalúan en el ámbito de la capacitación, los siguientes aspectos:

- Cambios en la capacitación relacional (usuarios, Agricultores): Es la capacidad de los actores para crear y mantener relaciones institucionales que les suelen corresponder de manera directa e indirecta.
- Cambios en la capacitación organizacional (Empresas, Organizaciones): Es la capacidad de optimización sistémica de las bases organizacionales de una institución o de una red o conjunto de instituciones con fines de aprendizaje y adaptación a los cambios externos.
- Cambios en la Capacitación Científica y Técnica (Sector científico): Representa la capacidad de absorción y creación de nuevos conocimientos, ya sea en los temas de investigación o en los temas de gestión y promoción.
- Generación de productos y Subproductos: Es la capacidad de generar artefactos tangibles (publicaciones, variedades, patentes, etc.) e intangibles (métodos, conceptos etc.). También se refiere a la capacidad de generar productos intermedios entre la I&D y la innovación.

La Figura 2, se resumen los Impactos en la Dimensión Político - Institucional y capacitación que deben ser considerados en la evaluación.

Figura N°2: Estructura de Impactos de Dimensiones Político-Institucional y Capacitación.



Fuente: Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, realizado por IICA (2007).

Indicadores

Ámbito Político – Institucional.

Se debe realizar una descripción cualitativa de los aspectos a evaluar.

--

Tabla 4: Estimación del nivel de cambio en la dimensión político-institucional con respecto a la situación actual.

Estimación de cambio por producto y proyecto					
Proyecto:					
Producto:					
	1 (Muy negativo)	2 (Negativo)	3 (Sin Cambio)	4 (Positivo)	5 (Muy positivo)
Cambio en las relaciones de cooperación público-privada					
Cambio en las relaciones de cooperación entre centros de investigación y empresa					
Cambio en el marco institucional (legal o práctico) para el acceso a recursos de conocimiento y tecnológicos					
Cambio en el marco institucional (legal o práctico) para el acceso a recursos humanos y financieros					
Cambio en la orientación de políticas públicas					
Cambio en la orientación de las políticas privadas empresariales					
Promedio			Significado		

Fuente: Aplicado desde "Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, IICA (2007)".

Ámbito de la Capacitación.

Se debe realizar una descripción cualitativa de los aspectos a evaluar.

Tabla 5. Estimación del nivel de cambio en la dimensión de capacitación respecto a la situación actual.

Estimación de cambio por producto y proyecto					
Proyecto:					
Producto:					
	1 (Muy negativo)	2 (Negativo)	3 (Sin Cambio)	4 (Positivo)	5 (Muy positivo)
En el intercambio de conocimiento tácito					
En el intercambio de conocimiento codificado					
En el número de fuentes de conocimiento e información					
En la capacidad de absorción de conocimiento					
En la adopción de nuevos métodos organizacionales en las actividades de investigación					
En el nivel de creación de nuevos conocimientos					
En el nivel de formación de recursos humanos					
En el nivel de capacidades para obtener recursos financieros para I&D					
En el número de publicaciones, tesis, etc.					
En el número de patentes o marcas					
En el número de productos finales tangibles, además de publicaciones, tesis, etc.					
Promedio			Significado		

Fuente: Aplicado desde "Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, IICA (2007)".

1.1.10 Anexo 3.3.1 Actividad 3.3. Preparación de informes técnicos. Informe compilado de la evaluación económica por país.

Componente 3. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con estrategias integradas específicas de adaptación validadas económicamente.

Informe Final

Elaborado por Marcia Candia y Juan Belmar. Marzo 2018.

Introducción

El presente informe contiene el análisis final, en su versión revisada, del Estudio elaborado por CreaPro Consultores de la Evaluación de Impactos tecnológicos del Proyecto Fontagro #C92, denominado “Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación-mitigación para sistemas ganaderos de Latinoamérica”, ejecutado por INIA Chile, INTA Argentina, CICA-UCR Costa Rica, y PROINPA de Bolivia, y financiado por Fontagro.

Primero se muestra la metodología empleada, con las zonas incluidas y un listado de las estrategias de adaptación-mitigación por país. A continuación, se detallan las metodologías empleadas para las evaluaciones económicas y ambiental de las acciones implementadas, sus resultados y conclusiones.

Metodología

La metodología utilizada es en base a la información proporcionada a CreaPro Consultores por el representante de cada uno de los países considerados en este estudio, ello tanto en documentos escritos como en videoconferencias y reunión presencial en Chile (abril 2017). Dentro de la información proporcionada, se cuenta:

- Situación sin proyecto: incluyendo costos de producción de praderas y ganado bovino.
- Situación con Proyecto: incluyendo los cambios proyectados por el uso de las distintas tecnologías en cada país.

Además, se investigó en fuentes oficiales datos estadísticos y productivos los que permitieron complementar la información recolectada en cada país. Las zonas en estudio, correspondieron a:

Cuadro 1. Zonas en estudio y su superficie por país.

País	Zona	Superficie final con adopción reconvertida (ha)
Argentina	Cuenca del Salado	2.500.000
Bolivia	Cochabamba (Anzaldo)	1.100 (potencial de 30.450)
Costa Rica	Pacífico Central	155.848
Chile	Región del Biobío	2.666.541
	Región de la Araucanía	
	Región de los Ríos	
	Región de los Lagos	

Fuente: Elaboración propia, en base a países del consorcio.

Las prácticas que fueron evaluadas en este estudio, son las siguientes:

Cuadro 2. Prácticas Evaluadas por país.

País	Práctica a evaluar	Detalle	Impacto Ganadero
Argentina	Promoción de <i>Lotus tenuis</i>	80% pastizal natural + 20% <i>Lotus tenuis</i>	kg/cabeza kg/país
Chile	Praderas (Bromo y lotera)	Aumento del ciclo productivo desde 2 a 5 años para la siembra de praderas. Disminución de fertilización nitrogenada.	kg/cabeza kg/país
Bolivia	Introducción de nuevo cultivo	Tuna Forrajera, para meses sin alimentación tradicional por pastoreo.	kg/cabeza incrementales
Costa Rica	Soya forrajera manejada bajo pastoreo	Manejo de pastoreo rotativo e incorporación de soya forrajera	kg/cabeza incrementales

Fuente: Elaboración propia, en base a países del consorcio.

La metodología de evaluación de impacto, consideró dos dimensiones, la evaluación de Impacto Económico y la evaluación de Impacto Ambiental.

Metodología de la Evaluación de Impacto Económico

Para el desarrollo de esta evaluación técnico económica, primero se analizaron las distintas alternativas técnicas en su forma de ser aplicadas en los distintos países integrantes de este proyecto. Esos datos fueron levantados a través de fichas o estándar productivo/económico en cada país.

Luego para poder determinar las mejores medidas aplicables, desde un punto de vista económico, se realizó una Evaluación Económica comparativa entre la situación Exante (SIN la aplicación de las técnicas) versus la situación Expost (Con la aplicación de las técnicas de adaptación).

Para el análisis económico, se trabajó con flujos de ingresos y costos en un mismo horizonte de tiempo (10 años), don aplicación de técnicas econométricas para la determinación de indicadores que permitan comparar cada medida con las otras. Dentro de los indicadores económicos se consideró:

1. Valor Actual Neto - VAN,
2. Tasa Interna de Retorno (TIR),
3. Relación Beneficio - Costo (B/C),
4. Relación Costo - Beneficio (C/B),
5. Período de Recuperación de la Inversión.

Los resultados fueron expresados en dólares americanos (US\$).

Con toda la información productiva recopilada, se pudo determinar la variación por unidad de producción (hectárea o cabezas de ganado). Para determinar la situación del impacto tecnológico por país, se integró la información de superficies y cabezas de ganado actuales vs potenciales.

Además, se determinón las curvas de adopción potencial de las nuevas prácticas en cada país, expresadas en un porcentaje de la superficie y/o número de cabezas de ganado, que son factibles de implementar anualmente, en un horizonte de 10 años.

La inversión en Proyectos Tecnológicos correspondió al costo total del proyecto Fontagro en cada país. Además, en la situación Con Proyecto, se añadió un concepto de difusión de la tecnología como un 0,5% del Costo Anual de Operación por unidad base (éste puede ser por hectárea o por cabeza de ganado). Luego ese costo unitario se multiplicó por la superficie o número de cabezas del año meta (año 10).

Cuadro 3. Inversión considerada por país.

País	Costo Proyecto I+D (US\$)	Costo Difusión (US\$)	Inversión Total (US\$)
Argentina	38.325	1.849.968	1.888.293
Bolivia	38.325	46.589	84.914
Chile	85.022,06	912.395	997.417
Costa Rica	38.325	79.731	118.056

Con esta información se procedió a calcular la rentabilidad a nivel país.

Metodología de la Evaluación de Impacto Ambiental

La evaluación de impacto ambiental, se basó en tres dimensiones: eficiencia tecnológica, conservación y recuperación ambiental.

Ámbito Eficiencia Tecnológica

La eficiencia tecnológica se refiere al aporte de la tecnología para la reducir la dependencia del uso de insumos, sean tecnológicos o naturales. Los indicadores de eficiencia tecnológica corresponden al uso de agroquímicos, energía y recursos naturales.

- El uso de agroquímicos está compuesto por: a) el uso de pesticidas, evaluado conforme a la alteración en la frecuencia (debido a la aplicación de la tecnología), variedad de ingredientes activos y toxicidad de los productos; y b) e uso de fertilizantes, evaluado conforme a la alteración en la cantidad de abonos hidrosolubles, enclado y micro nutrientes aplicados como consecuencia de la tecnología en evaluación.

- El uso de energía está compuesto por la alteración en el consumo de: a) combustibles fósiles, expresados como aceite combustible, gasolina, diésel y carbón mineral; y b) electricidad y biomasa, expresada como alcohol, leña, bagazo de caña, y restos de vegetales.
- El uso de recursos naturales se evalúa en términos de la necesidad de agua para riego, agua para procesamiento y suelo para siembra. Esta necesidad es generada por la tecnología.

Conservación ambiental

Una vez considerada la eficiencia de la innovación tecnológica sobre el uso de insumos, que representa su contribución para la sostenibilidad de la actividad agropecuaria y su valor en el proceso productivo, se deben observar los impactos de la innovación tecnológica en curso, es decir, la contaminación del ambiente por los residuos generados por la actividad productiva agropecuaria, el empobrecimiento del hábitat natural y la diversidad biológica, debido a la adopción de la tecnología.

La contribución de la tecnología para la conservación ambiental se evalúa según su efecto en la calidad de los componentes del ambiente: atmósfera, capacidad productiva del suelo, agua y biodiversidad.

- El efecto de la tecnología en la calidad de la atmósfera se evalúa según la alteración en la emisión de gases de efecto invernadero, material en partículas y humo, olores y ruidos.
- Los efectos de la tecnología sobre la capacidad productiva del suelo se miden por la alteración en la erosión, pérdida de materia orgánica, pérdida de nutrientes y compactación.
- Los componentes del efecto en el agua se determinan según la alteración en la demanda bioquímica del oxígeno (DBO5), que se refiere al contenido orgánico de las aguas, en la turbidez y en la emisión de espuma/aceite/materiales flotantes.
- En relación con el componente biodiversidad, se considera el efecto resultante de la aplicación de la tecnología por la pérdida de vegetación ciliada, de corredores de fauna y de especies amenazadas de extinción por la explotación.

Recuperación ambiental

La recuperación ambiental se incluye en el sistema de evaluación de impacto ambiental debido al estado de degradación actualmente observado prácticamente en muchos países de la región. La recuperación de ese pasivo ambiental debe ser una prioridad en todos los procesos de innovación tecnológica agropecuaria. La evaluación representa la efectiva contribución de la innovación tecnológica para la recuperación de los efectos de la explotación sobre áreas degradadas, áreas de preservación permanente y áreas de manantiales. Como estos componentes se refieren a la contribución de la innovación tecnológica, antes que su efecto, los valores de los coeficientes de alteración del componente son invertidos en el análisis de los resultados.

El análisis de la recuperación ambiental se dedica a la consideración de la resistencia, definida como la capacidad de un material o sistema para recuperarse de una alteración impuesta, o la habilidad de recuperar la forma original una vez terminada una presión deformadora aplicada.

En esta evaluación, la recuperación ambiental se refirió a la efectiva contribución de la innovación tecnológica para promover la recuperación de la calidad ambiental y de los ecosistemas, y mejorar las condiciones o propiedades de compartimientos ambientales o inventario de recursos.

Así se evaluó la contribución de la innovación tecnológica para la efectiva recuperación de suelos degradados física, química y biológicamente. La evaluación empleó las siguientes tablas para la evaluación y generación de indicadores.

Cuadro 4. Escala de evaluación

1 (Muy negativo)	2 (Negativo)	3 (Sin Cambio)	4 (Positivo)	5 (Muy positivo)
Reducción de más del 75%	Reducción de más del 25% y menos del 75%	Sin cambios que representan reducción o aumentos menores al 25%	Aumento de más del 25% y menos del 75%	Aumento de más del 75%

Fuente: "Evaluación multidimensional de los impactos de la investigación agropecuaria, IICA (2007)".

Resultados Dimensión Económica

Argentina:

Indicadores de Rentabilidad – Argentina:

TIR	97%
VAN (td=10%)	\$ 697.927.407 US\$
VAN (td=10%) en MM US\$	\$ 698 MM US\$
	\$ 10.804 Moneda Local - MM.
Relación Costo / Beneficio:	0,002706

Relación Beneficio /Costo:	369,6
Período de Recuperación de la Inversión:	4 años

Bolivia:

Indicadores de Rentabilidad – Bolivia

TIR	Indeterminado
VAN (td=10%)	\$ 55.621.024.759 US\$
VAN (td=10%) en MM US\$	\$ 55.621,0 MM US\$
Relación Costo / Beneficio:	0,000001
Relación Beneficio /Costo:	1.368.142
Período de Recuperación de la Inversión:	1 año

Se estima que la información proporcionada, no refleja la totalidad de los costos para todo el país, por lo que la estimación basada en la extrapolación de la información de una comuna no refleja fielmente los objetivos del proyecto.

Chile:

Indicadores de Rentabilidad – Chile:

TIR	757,4%
VAN (td=10%)	\$ 192.767.572 US\$
VAN (td=10%) en MM US\$	\$ 192,8 MM US\$
Relación Costo / Beneficio:	0,005174
Relación Beneficio /Costo:	193,3
Período de Recuperación de la Inversión:	1 año

Costa Rica:

Indicadores de Rentabilidad de Costa - Rica:

TIR	142,0%
VAN (td=10%)	\$ 5.339.355 US\$
VAN (td=10%) en MM US\$	\$ 5,3 MM US\$
Relación Costo / Beneficio:	0,022110
Relación Beneficio /Costo:	45,2
Período de Recuperación de la Inversión:	2 años

Conclusiones:

Respecto a las tecnologías evaluadas en la producción de alimentación para ganado, ya sea por pastoreo o por inclusión de cultivos complementarios, se puede indicar que, a nivel de consorcio, se tiene que:

- La inversión base, que incluye el costo del proyecto y un monto de difusión no menor, es recuperada entre 1 y 2 años dependiendo el país, a excepción de Argentina, en que se recupera en un horizonte de 4 años.
- Se estima que la rentabilidad del proyecto a nivel del Consorcio, supera los 896 Millones de Dólares, en un horizonte de 10 años.
- La mayor rentabilidad interna, se da en Chile (TIR = 757,4% y VAN = 192,8 MM US\$).
- Se estima que la información proporcionada para el caso boliviano no refleja la totalidad de los costos para todo el país, por lo que la estimación basada en la extrapolación de la información de una comuna no refleja fielmente los objetivos del estudio.

Resultados Dimensión Ambiental:

Curvas de adopción:

Argentina:

De acuerdo con algunas fuentes que pudimos consultar, actualmente, habría, en Cuenca del Salado, 2 millones de hectáreas dedicadas al sistema de cría tradicional (en nuestro caso, podríamos considerarlo SIN PROYECTO) y aproximadamente 5000.000 hectáreas dedicadas al sistema de ciclo completo (para nuestro caso, una situación similar a CON PROYECTO). Basándonos en esto, podríamos arriesgarnos a decir (la incertidumbre es enorme) que, en 10 años, **otras 500.000 hectáreas adoptarían** la tecnología propuesta, con la siguiente tasa: Año 1: 5%, Año 2: 5%, Año 3: 15%, Año 4: 20%, Año 5: 15%, Año 6: 15%, Año 7: 12%, Año 8: 6%, Año 9: 4%, Año 10:3%.

Lo que se interpretó de la siguiente manera:

Año	% incremental	% Acumulado	Superficie Incremental	Superficie a evaluar	% de la Superficie de la Cuenca del Salado dedicadas a cría tradicional (CONVERTIBLES)
0	0%	0%	0	0.000	21,5%
1	5%	5%	25.000	25.000	22,75%
2	5%	10%	25.000	50.000	24,0%

3	15%	25%	75.000	125.000	26,5%
4	20%	45%	100.000	225.000	29,0%
5	15%	60%	75.000	300.000	32,75%
6	15%	75%	75.000	375.000	36,5%
7	12%	87%	60.000	435.000	39,0%
8	6%	93%	30.000	465.000	41,5%
9	4%	97%	20.000	485.000	44,0%
10	3%	100%	15.000	500.000	46,5%

Bolivia:

Paso 1: Indicar la superficie nacional de destino ganadero, por tipo de ganado (Con potencial de adopción de las tecnologías del proyecto). (Nacional)

Tipo de ganado	Superficie (ha)
Bovino	2.000.000
Ovino	200.000
Caprino	200.000
Porcino	100.000
Total	2.500.000

Paso 2: Indicar el N° de cabezas de ganado a nivel país, por tipo de ganado (Con potencial de adopción de las tecnologías del proyecto). (Nacional)

Tipo de ganado	Número
Bovino	9.000.000
Ovino	10.000.000
caprino	6.000.000
Porcino	3.000.000
Total	27.000.000

Paso 3: Indicar la Superficie por unidad de Producción de Ganado (considerando la misma para los ensayos del proyecto). (Anzaldo)

Tipo de ganado	Superficie (ha)
Bovino	7.350
Ovino	60.900
caprino	36.750
Porcino	1.260
Total	106.260

Paso 4: Indicar el nuevo N° de cabezas de ganado por unidad de Producción de Ganado (superficie) (Anzaldo).

Tipo de ganado	Número
Bovino	3.500
Ovino	29.000
Caprino	17.500
Porcino	600
Total	50.600

Se propone la siguiente curva de adopción:

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Curva de Adopción	0%	20%	21%	23%	25%	27%	30%	35%	40%	45%	50%
Superficie bajo adopción (has)		12.180	12.789	14.007	15.225	16.443	18.270	21.315	24.360	27.405	30.450
Miles de Cabezas de Ganado Ovino bajo adopción (Cab.)		4.060	4.263	4.669	5.075	5.481	6.090	7.105	8.120	9.135	10.150

Chile:

La superficie corresponde a un total de 1.466,65 ha entre praderas mejoradas y forrajeras permanentes y de rotación.

% de superficie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tasa de adopción	0,1	0,5	2	3,5	5	6	7	8	9	10

Lo que se interpretó de la siguiente manera:

Máxima: 2.666.540,56

Cab./ha: 1,045

Año	Tasa de Adopción (No se utilizó)	Superficie Incremental	Superficie a Evaluar (has)	N° de Cabezas de Ganado
1	0,1		26.665	27.863
2	0,5		53.331	55.727
3	2		79.996	83.590
4	3,5		106.662	111.453
5	5		133.327	139.327
6	6		159.992	167.180
7	7		186.658	195.043
8	8		213.323	222.906
9	9		239.989	250.770
10	10		266.654	278.653

COSTA RICA

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Curva de Adopción	0%	0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%
Cabezas de Ganado bajo adopción (Cab.)	-	4.207	8.414	12.621	16.828	21.034	25.241	29.448	33.655	37.862	

1.1.11 Anexo 4.1.1 Actividad 4.1 Generación de página web del consorcio. Página web activa.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica

<https://www.fontagro.org/micrositios/estrategia-integrada-de-adaptacion-para-sistemas-ganaderos-de-latinoamerica/>



1.1.12 Anexo 4.1.2 Actividad 4.1 Generación de página web del consorcio. Links de página web en portales institucionales.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica

Argentina:

<https://inta.gov.ar/documentos/sistemas-ganaderos-en-latinoamerica>

Bolivia:

<http://www.proinpa.org/VallesNorte/index.php?start=6>

Costa Rica:

<http://cica.ucr.ac.cr/?p=5294>

Chile:

<http://www.inia.cl/>

1.1.13 Anexo 4.2.1 Actividad 4.2 Generación de publicaciones del proyecto. Publicaciones divulgativas por cada país del consorcio.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica

Argentina:

Cambio climático y producción ganadera en Argentina,

<https://inta.gob.ar/documentos/sistemas-ganaderos-en-latinoamerica>

Uso de lotus en pastizales naturales, ¿contribuye a la mitigación y adaptación?

<https://inta.gob.ar/documentos/uso-de-lotus-tenuis-en-pastizales-naturales-%C2%BFcontribuye-a-la-mitigacion-y-adaptacion>

Costa Rica:

Prometedora alternativa para mejorar el aumento de peso en los terneros.

Chile:

La clave para producir forrajeras resistentes al estrés hídrico. Campo Sureño, reportaje del 22 de mayo de 2017. Pag 7 y 8.

Opciones de praderas permanentes para escenarios de cambio climático. INIA, boletín informativo 181.

Praderas permanentes recomendadas para el secano de la pre cordillera de la región del Biobío. INIA, boletín informativo 179.

1.1.14 Anexo 4.2.2 Actividad 4.2 Generación de publicaciones del proyecto. Presentaciones en congresos por país.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica

Argentina:

- 29 y 30 de marzo de 2017, V Workshop de REMEDIA. Uso de Lotus tenuis en pastizales naturales: ¿Contribuye a la mitigación y adaptación?
- 7, 8 y 9 de junio 2017, VII Jornadas de Jóvenes Investigadores, Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- 1 al 4 de julio de 2017, 7th World Congress on Conservation Agriculture - XXV Congreso AAPRESID
- 4 al 6 de octubre de 2017, 3ª Conferencia GALA.
- 4 al 6 de octubre de 2017, V Reunión de la Red Argentina de Salinidad.

Bolivia:

- 17-19/10/2017, XLII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal.

Costa Rica:

- 25-27/11/2015, Congreso Nacional Forrajero 2015 Universidad Técnica Nacional Balsa de Atenas, Costa Rica.

1.1.15 Anexo 4.3.1 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Días de campo realizados por país.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica

Argentina:

26 y 27 de febrero de /2016	Jornada de campo y un taller de lanzamiento del proyecto, en Chascomús
18 de noviembre de 2016	Jornada Ganadera de la Cuenca del Salado, organizada por la Agencia de Extensión Rural Azul del INTA,
16 de junio de 2017	Primera Jornada Ganadera "Intensificación en ganadería de cría: Impacto productivo, económico y ambiental" Chacra Experimental Integrada Chascomús (INTA-MAIBA)
4 de agosto de 2017	Segunda Jornada Ganadera "Intensificación en ganadería de cría: Impacto productivo, económico y ambiental", en la Chacra Experimental Integrada Chascomús (INTA-MAIBA)
18 de agosto de 2017	Tercera Jornada Ganadera "Intensificación en ganadería de cría: Impacto productivo, económico y ambiental", en la Chacra Experimental Integrada Chascomús (INTA-MAIBA)

Bolivia:

3 de marzo de 2016	Día de campo y evaluación participativa de la tuna forrajera en Tijroska
10 de maro de 2016	Día de campo y evaluación participativa de la tuna forrajera en Pajchupata
2016	Talleres colaborativo sentre Fundación SHARE y la alcaldía, para cofinanciar 50 huertos familiares
25 y 26 de abril de 2017	Capacitación en manejo de cultivo de Tuna Forrajera
23 de marzo de 2017	Día de campo con productores

Costa Rica:

16 de noviembre de 2016	Día de campo Crianza de terneras/terneros, en fincas de doble propósito. Turrubares
-------------------------	---

17 de noviembre de 2016	Día de campo Crianza de terneras/terneros, en fincas de doble propósito. Sarapiquí
05 de abril de 2017	Acciones de adaptación al cambio climático en fincas ganaderas

Chile:

21 de noviembre de 2017	Día de campo “Praderas para condiciones de estrés hídrico”
13 de marzo de 2018	Seminario Técnico Colún-INIA

1.1.16 Anexo 4.3.3 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Invitación a webinar.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica



INVITACIÓN

El Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Remehue), invitan a usted a participar del webinar: **“Tolerancia a sequía v/s eficiencia en el uso del agua: estrategias de selección en especies leguminosas forrajeras para enfrentar el déficit hídrico”**, actividad enmarcada en el proyecto *“Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica”*, financiado por este fondo.

El webinar se realizará el **viernes 17 de noviembre de 2017**, a partir de las **15:30 horas (hora de Chile)**, formato **online webinar**, idioma **español**.

Para tener acceso al enlace se requiere inscripción anticipada, contacto María Elena Ojeda, eojeda@inia.cl

Osorno, noviembre de 2017.

1.1.17 Anexo 4.3.4 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Notas de prensa y redes sociales.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica

Fecha	Nombre del medio de prensa, portal o red social	Link	Título del tema	País
11/10/2017	Portal INTA	https://inta.gob.ar/documentos/sistemas-ganaderos-en-latinoamerica	Link institucional al micrositio del Proyecto	Argentina
30/08/2017	Chacra TV	http://www.revistachacra.com.ar/video/15034-noticiero-chacra-tv-30-08-17/	entrevista a Laura Finster "Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación, para sistemas ganaderos de Latinoamérica"	Argentina
07/08/2017	Portal INTA	https://inta.gob.ar/noticias/se-realizo-la-jornada-de-intensificacion-ganadera-en-chascomus	Se realizó la Jornada de Intensificación Ganadera en Chascomús	Argentina
23/06/2017	Portal INTA	https://intranet.inta.gob.ar/comunicacion/Noticias/Lists/EntradasDeBlog/Post.aspx?ID=826	La ganadería frente al desafío del cambio climático	Argentina
16/06/2017	Videocampo	El programa agropecuario de la Cuenca del Salado	La ganadería frente al desafío del cambio climático	Argentina
/10/2017	Portal PROINPA	http://www.proinpa.org/VallesNorte/index.php?start=48	Link página institucional micrositio del proyecto	Bolivia
26/03/2018	Radio Sago	Campo al día-programa radial	Alternativas forrajeras para escenarios de cambio climático	Chile
26/03/2018	twitter	https://twitter.com/inia_remehue/status/978230758950297600	A esta hora en radio #Sago de #Osorno 94.5 FM la doctora Marta Alfaro explicando tecnologías forrajeras tolerantes al déficit hídrico #Fontagro #CampoAIDia.	Chile
23/03/2018	twitter	https://twitter.com/inia_remehue/status/977153025528815617	INIA entrega alternativas forrajeras para escenarios de cambio climático https://www.portalagrochile.cl/2018/03/22/inia-entrega-alternativas-forrajeras-escenarios-cambio-climatico/ ... vía @Portal Agro Chile	Chile
22/03/2018	Portal INIA	http://www.inia.cl/blog/2018/03/22/inia-entrega-alternativas-forrajeras-para-escenarios-de-cambio-climatico/	INIA entrega alternativas forrajeras para escenarios de cambio climático	Chile
22/03/2018	Portal Agro	https://www.portalagrochile.cl/2018/03/22/inia-entrega-alternativas-forrajeras-escenarios-cambio-climatico/	INIA entrega alternativas forrajeras para escenarios de cambio climático	Chile

13/03/2018	twitter	https://twitter.com/Marta_Alfaro_V/status/973688558568517634	Con #Colun, en charla proyecto #Fontagro de estrategias forrajeras de adaptación al cambio climático para el sur de Chile, con Dr. Luis Inostroza de #iniachile, hablando de especies tolerantes a la sequía	Chile
14/12/2017	twitter	https://twitter.com/Marta_Alfaro_V/status/941279362569121793	Mezclas forrajeras para sistemas más resilientes en el sur de Chile	Chile
21/11/2017	twitter	https://twitter.com/Marta_Alfaro_V/status/933022513134698496	Entrevistando a nuestros productores de #ProyectosFONTAGRO en Chile	Chile
21/11/2017	twitter	https://twitter.com/Marta_Alfaro_V/status/933002154943672320	Ahora recorriendo y conociendo las mejores especies en el campo con #ProyectosFONTAGRO	Chile
12/09/2017	twitter	https://twitter.com/inia_remehue/status/907698280125157376	Proyecto Estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica @fontagrodigital #FONTAGRO	Chile
16/08/2017	twitter	https://twitter.com/Marta_Alfaro_V/status/897932133129371648	Jornada ganadera en Argentina, mostrando resultados de #ProyectosFONTAGRO en adaptación de sistemas ganaderos, los esperamos!	Chile
09/08/2017	twitter	https://twitter.com/Marta_Alfaro_V/status/89532736293334018	Más sobre #adaptación de la ganadería al #CambioClimatico en #latam, gracias a #ProyectosFONTAGRO...visitanos!	Chile
09/08/2017	twitter	https://twitter.com/Marta_Alfaro_V/status/895294031298736129	El cambio climático en #latam, un excelente video de #ProyectosFONTAGRO, visita el link!!!!	Chile
09/07/2017	twitter	https://twitter.com/search?q=%23proyectosfontagro&src=typd	Mezclas forrajeras de #ProyectosFONTAGRO adaptadas al cambio climático soportando el frío invernal, vista de nuestro ensayo!	Chile
/06/2017	Portal INIA	http://www.inia.cl/blog/portfolio/estrategia-integrada-de-adaptacion-para-sistemas-ganaderos-de-latinoamerica/	Link institucional para difusión del proyecto	Chile
/06/2017	Portal Fontagro	www.fontagro.org/micrositios/estrategia-integrada-de-adaptacion-para-sistemas-ganaderos-de-latinoamerica/	Micrositio del proyecto	Chile
7/06/2017	Portal INIA	http://www.inia.cl/blog/2017/06/07/comparten-experiencia-argentina-en-mejoramiento-genetico-de-forrajeras/	Comparten experiencia argentina en mejoramiento genético de forrajeras	Chile
22/05/2017	Campo Sureño	Campo Sureño n°1648, pp: 8-9 http://www.australtemuco.cl/impresiones/2017/05/22/full/campo-sureno/	La clave para producir forrajeras resistentes a la escasez hídrica	Chile
2/05/2017	Inet.TV	http://www.tvinet.cl/contenido.php?subaction=showfull&id=1493434805&archive=&start_from=&ucat=16&	Destacados científicos latinoamericanos visitan Osorno	Chile

25/04/2017	MUNDO AGRO	http://www.mundoagro.cl/claves-para-la-adaptacion-al-cambio-climatico-en-ganaderia/	Claves para la adaptación al cambio climático en ganadería	Chile
22/04/2017	PaisLobo	http://www.paislobo.cl/2017/04/cientificos-latinoamericanos-discuten.html	Científicos latinoamericanos discuten en Osorno claves para la adaptación al cambio climático en la ganadería	Chile
22/04/2017	Portal INIA	http://www.inia.cl/blog/2017/04/24/cientificos-latinoamericanos-discuten-en-osorno-claves-para-la-adaptacion-al-cambio-climatico-en-la-ganaderia/	Científicos latinoamericanos discuten en Osorno claves para la adaptación al cambio climático en la ganadería	Chile
05/04/2016	Portal INIA	http://www.inia.cl/blog/tag/forrajeras/feed/	Científicos latinoamericanos unen esfuerzos para generar forrajeras adaptables al cambio climático	Chile
09/08/2017	Canal de Youtube	https://www.youtube.com/channel/UCMOR1GAu-MC_HVbP3qi0neA?view_as=subscriber	Videos entrevistas de líderes del proyecto.	Chile
25/10/2017	Portal CICA.UCR	http://cica.ucr.ac.cr/?p=5294	Nueva técnica de pastoreo promete aumento peso de terneros. Link página institucional micrositio del proyecto	Costa Rica
21/04/2016	Portal CICA.UCR	http://cica.ucr.ac.cr/?p=2960&	Proyecto inter-institucional utiliza Forraje Mixto pasto-soya para adaptación al cambio climático	Costa Rica

1.1.18 Anexo 4.4.1 Actividad 4.3 Realización de actividades de difusión abierta. Visita de asesor internacional.

Componente 4. Pequeños productores ganaderos de Argentina, Bolivia, Costa Rica y Chile cuentan con información base para aumentar la producción de praderas en periodos críticos de escasez de agua y con menor pérdida de nitrógeno, luego de su participación en actividades de difusión y/o transferencia tecnológica



Figura. Visita de Dra Adriana Andrés, 22 de mayo de 2017.

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW, Stop
W0502, Washington DC 20577
Correo electrónico: fontagro@iadb.org