



Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca



Ministerio
de Ambiente



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



fondo
para el medio
ambiente mundial
INVENTOS EN NUESTRO PLANETA



FACULTAD DE
AGRONOMÍA

PRODUCCIÓN GANADERA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE
Y RESTAURACIÓN DEL SUELO EN PASTIZALES URUGUAYOS

Informe final analizando el impacto ambiental medido en los 20 predios de monitoreo intensivo y en los 20 predios testigo

Entregable 36



Ganadería y Clima

Agosto 2023

Proyecto GCP/URU/034/GFF “Producción ganadera climáticamente inteligente y restauración del suelo en pastizales uruguayos”

Ejecutado por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y el Ministerio de Ambiente (MA), con el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

“Diseño y establecimiento de un sistema de coinnovación para la gestión ganadera climáticamente inteligente y la restauración de tierras a nivel de campo”

Carta de acuerdo entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en Uruguay.

Entregable 36. Informe final analizando el impacto ambiental medido en los 20 predios de monitoreo intensivo y en los 20 predios testigo

Elaboración:

Gervasio Piñeiro, Juan Manuel Piñeiro Guerra, Micaela Abrigo, Fabrizio Tiscornia y Sabina Wlodek (Facultad de Agronomía, Udelar). En colaboración con: Felipe Lezama, Santiago Baeza, Pedro Pañella, Ana Laura Mello (Facultad de Agronomía, Udelar), Alejandro Britos, (Instituto Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Udelar), Carla Kruk (Facultad de Ciencias, Centro Universitario Regional Este, Udelar), Angel Segura, Diego Castelli y Joaquin Aldabe (Centro Universitario Regional Este, Udelar).

Revisión:

Soledad Bergós (Coordinadora Nacional), Felipe García (Coordinador Adjunto), Valentín Balderrín (Especialista en Monitoreo y Evaluación), Lucía Pais (Administrativa Contable) y Cecilia Márquez (Responsable de Comunicación) por Proyecto GyC, FAO.

Comunicación y Diseño:

Cecilia Márquez (Responsable de Comunicación por Proyecto GyC, FAO).

Revisión y aprobación final:

Cecilia Jones (MGAP), Carolyn Opio (FAO)

Montevideo, Agosto de 2023

Contenido

Marco del proyecto Ganadería y Clima	6
Introducción	8
1. Metodología general de los muestreos intensivos	9
2. Categorización de sitios a partir de las mediciones de altura de pasto	10
3. Mediciones de calidad de heces y frecuencia de tipos de heces	13
4. Mediciones de calidad de la vegetación.....	18
4.1 Calidad de toda la comunidad de especies vegetales	18
4.2 Calidad de cada especie vegetal.....	19
5. Selectividad del ganado-relaciones entre calidad de la vegetación y las heces	21
6. Mediciones de biomasa de pasto	24
7. Mediciones de la productividad de forraje de los potreros.....	27
7.1 Grupo A. (+) Pasto	27
7.1.1 Subgrupo con patrón de Mayor Productividad	28
7.1.2 Subgrupo con patrón Inverso de menor Productividad.....	30
7.2 Grupo B. (-) Pasto	32
7.3 Cambios en la producción de pasto y resistencia a la sequía	34
8. Mediciones de la biodiversidad vegetal	35
9. Mediciones de la Fertilidad de los suelos.....	37
10. Mediciones de la calidad del agua.....	40
11. Mediciones de Aves	42
12. Consideraciones finales.....	45

Siglas y acrónimos

CAF	Cooperativas Agrarias Federadas
CC	Cambio Climático
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNFR	Comisión Nacional de Fomento Rural
DIEA	Oficina de Estadísticas Agropecuarias - MGAP
DGDR	Dirección General de Desarrollo Rural - MGAP
DGRN	Dirección General de Recursos Naturales - MGAP
DINACC	Dirección Nacional de Cambio Climático – MA
DINABISE	Dirección Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos - MA
FAGRO	Facultad de Agronomía - Universidad de la República
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GCI	Ganadería Climáticamente Inteligente
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)/Global Environment Facility
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GRAS	Unidad de Agro-Clima y Sistemas de información - INIA
INAC	Instituto Nacional de Carnes
INC	Instituto Nacional de Colonización
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático /Intergovernmental Panel on Climate Change
IPA	Instituto Plan Agropecuario
M&E	Monitoreo y Evaluación
MDR	Mesa de Desarrollo Rural
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
MGCN	Mesa de Ganadería sobre Campo Natural

MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
MA	Ministerio de Ambiente
NAMA	Acción Nacional Apropriada de Mitigación/Nationally Appropriate Mitigation Action
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional al Acuerdo de París
OPP	Oficina de Planeamiento y Presupuesto
OPYPA	Oficina de Programación y Política Agropecuaria - MGAP
SIG	Sistema de Información Geográfico
SNRCC	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad
UD	Unidad de Descentralización – MGAP
UDELAR	Universidad de la República
UGP	Unidad de Gestión de Proyectos – MGAP

Marco del proyecto Ganadería y Clima

En Uruguay, más del 90 % de su superficie es adecuada para la producción agropecuaria (Uruguay XXI, 2020) y en particular, la pecuaria, ha sido históricamente uno de los rubros principales. Según datos de Uruguay XXI, la carne bovina fue el principal producto de exportación en 2019, representando un 20 % del valor total de las exportaciones.

De acuerdo con datos del Anuario Estadístico de DIEA (2020), 44.355 establecimientos ganaderos ocupan una superficie de 12.871.000 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 85 % tienen como base forrajera el campo natural. El campo natural, además de ser un valioso recurso para la producción, provee diversos servicios ecosistémicos y posee resiliencia frente a eventos climáticos extremos. Sin embargo, su potencial productivo se ha visto limitado por el sobrepastoreo lo que implica menor productividad de carne por hectárea, erosión de suelos, pérdida paulatina de materia orgánica y degradación de la biodiversidad.

Existen evidencias de que un alto número de predios ganaderos tienen niveles bajos de productividad y reducidos ingresos netos por hectárea. Según datos de la Encuesta Ganadera Nacional de 2016, se constata un bajo nivel de adopción de tecnologías, a modo de ejemplo, sólo un 43,7 % realiza revisación de toros previo al entore, un 42,5 % de los productores declaran tener el toro con el rodeo de cría todo el año y el porcentaje baja a 7,3 % cuando se consulta sobre la realización de diagnóstico de actividad ovárica. Estudios nacionales determinan una productividad media de carne por superficie de pastoreo de entre 70 y 81 kg/ha en el período 2010-2017, constatando además una fuerte brecha entre quienes alcanzan los mejores y los peores desempeños productivos. Entre el percentil 75 y el 25 de desempeño, la diferencia en productividad fue mayor a 65 kg/ha (Aguirre, 2018). Reducir esta brecha en productividad tendría un alto impacto, no solo a nivel de los establecimientos individuales sino de la economía uruguaya.

El sector agropecuario es responsable del 57 % de las emisiones netas de gases de efecto invernadero en Uruguay de acuerdo al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2019, siendo la ganadería el principal responsable por las emisiones de metano. Por lo tanto, la ganadería se presenta como un sector estratégico para acciones de mitigación. Uruguay así lo ha definido en su primera Contribución Determinada a nivel Nacional para el Acuerdo de París (NDC) y ha presentado metas desagregadas por gas y por sector, entre ellas la reducción de emisiones de la ganadería vacuna por kilogramo de carne producida.

La GCI propone aumentar la productividad de manera sostenible de forma de contribuir a reducir la vulnerabilidad climática y al mismo tiempo, a reducir las

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En este sentido, el MGAP, en colaboración con el MA, con apoyo técnico de FAO y financiamiento del GEF, implementan desde marzo del 2019, el proyecto “Producción ganadera climáticamente inteligente y restauración de suelos en pastizales uruguayos” (GCP/URU/034/GFF), conocido como “Ganadería y Clima”, con el objetivo de promover el aumento sostenible de la productividad y el ingreso neto en los sistemas ganaderos familiares y medianos, y contribuir a mitigar el cambio climático, restaurar tierras degradadas y mejorar la resiliencia en los sistemas a través de un proceso de coinnovación.

Componentes del proyecto Ganadería y Clima

El proyecto está estructurado en 3 componentes que conjuntamente contribuyen al logro del objetivo.

El Componente 1 fortalece el marco institucional y las capacidades nacionales para implementar la gestión de la GCI a gran escala. Dentro de este componente se desarrolla: (I) una Estrategia Nacional de GCI; y (II) una Acción Nacional Apropriada de Mitigación (NAMA) con su correspondiente sistema de monitoreo, reporte y verificación para el sector carne.

El Componente 2 trata del desarrollo e implementación de prácticas y tecnologías de GCI a nivel de 60 predios comerciales que abarcan 35.000 ha distribuidos en cuatro regiones ganaderas utilizando un enfoque de coinnovación. Establece un sistema de monitoreo para realizar el seguimiento de los impactos de los cambios introducidos en la gestión, sobre las variables relacionadas con las emisiones de GEI, el secuestro de carbono, los cambios en la vegetación y en la calidad del suelo, así como la producción y los resultados socioeconómicos.

Dentro del Componente 3 se establece un sistema de monitoreo y evaluación para una gestión del proyecto basada en resultados, incluyendo recolección de lecciones aprendidas y la gestión y el intercambio de conocimientos. Se implementa además una estrategia de comunicación con el objetivo de generar vínculos y fluidez entre todos los participantes, para comunicar actividades y resultados y asegurar una amplia difusión.

A lo largo de todo el ciclo del proyecto se incorpora de forma transversal a los 3 componentes un enfoque de género.

Finalmente, el proyecto establece y mantiene lazos con proyectos anteriores e iniciativas en curso para el desarrollo de una ganadería sostenible, con el fin de compartir lecciones aprendidas y beneficiarse de las experiencias.

Introducción

La implementación del proceso de coinnovación y la evaluación de los impactos de este proceso sobre la dimensión ambiental requieren en primer lugar establecer la línea de base desde la cual parte cada uno de los establecimientos participantes y luego monitorear su evolución a lo largo del proyecto. Establecer la línea de base es parte del proceso de diagnóstico necesario para elaborar un plan de rediseño para cada establecimiento, construido y acordado con cada familia participante. El monitoreo es parte de la evaluación periódica necesaria para ir ajustando los planes, de acuerdo a los resultados que se van obteniendo. La línea de base y el monitoreo son también relevantes para reportar los impactos de las estrategias de GCI implementadas por el proyecto sobre las variables relacionadas con las emisiones de GEI, el secuestro de carbono, los cambios de biodiversidad de la vegetación, altura de forraje, calidad de la oferta de forraje, calidad de la dieta de los animales, calidad de los cuerpos de agua y la calidad del suelo.

Este documento tiene como objetivo describir y discutir los resultados generales obtenidos durante el proyecto en los veinte predios participantes del proyecto en donde se realizaron las mediciones ambientales intensivas y sus 20 predios vecinos, comparando los predios participantes y vecinos entre ellos y con respecto a la línea de base establecida al inicio del proyecto en la primavera 2020 con las mediciones sucesivas de monitoreo hasta la primavera 2022.

1. Metodología general de los muestreos intensivos

El proyecto Ganadería y Clima se plantea como principal objetivo contribuir a aumentar la productividad y el ingreso familiar, y a la vez a mitigar el cambio climático, a recuperar el campo natural y a mejorar la resiliencia de los sistemas de producción ganaderos a través de un proceso de coinnovación.

Para ello, el componente 2 se desplegó en el territorio como se presenta en la Figura 1



Figura 1. Organización territorial e institucional del componente 2 del proyecto.

En este informe se presentan los resultados de las mediciones intensivas realizadas en veinte predios participantes del proyecto seleccionados para el monitoreo ambiental y sus veinte predios vecinos. Para ello se realizaron mediciones y colecciones de muestras en cada uno de los veinte predios y también en un predio lindero vecino a cada predio, con manejo tradicional del pastoreo. Estas mediciones representaron un diseño pareado o de bloques con una repetición, y con la información recabada en todos los predios se realizó este informe. A modo de ejemplo se en la Figura 2 se muestran los 20 sitios seleccionados para muestreo con los pares entre los predios participantes del proyecto y sus vecinos. A continuación, se presentan los resultados para cada variable medida en los predios y su análisis.

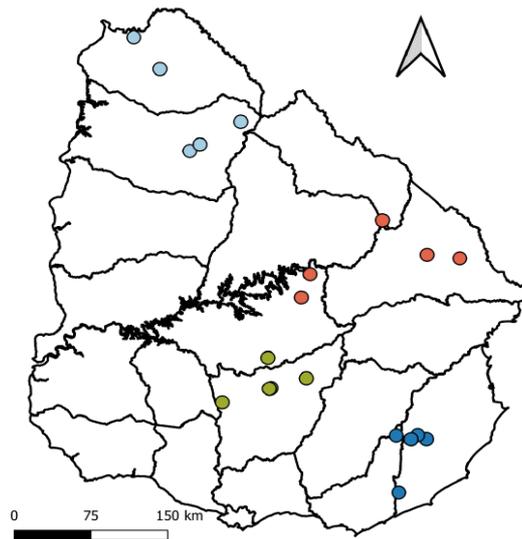


Figura 2. Ubicación de los 20 pares de muestreo, con un predio participante del proyecto y su vecino. Los colores indican la ubicación de los predios en las 4 zonas agroecológicas de Uruguay: Norte (celeste), Centro (verde), Este (azul) y Noroeste (rojo).

2. Categorización de sitios a partir de las mediciones de altura de pasto

La evaluación de los cambios en las variables ambientales monitoreadas se realizó diferenciando los sitios en dos categorías: los potreros que trabajaron con más pasto respecto de sus vecinos (+Pasto), y los que trabajaron con igual o menos pasto que los vecinos (-Pasto). Durante los tres años de ejercicio del proyecto Ganadería y Clima, los sitios de muestreo han tenido variaciones en su altura de pasto debido a factores ambientales, como la disponibilidad de agua en el suelo y la temperatura, y a factores de manejo, como la presión de pastoreo. El monitoreo de sitios pareados de potreros de predios participantes del proyecto, con potreros de predios vecinos con un manejo tradicional del pastoreo, permite realizar comparaciones en cada par de muestreo, igualando los cambios en el funcionamiento debido a condiciones ambientales particulares de cada año, e identificar el efecto de los cambios en el manejo sobre las variables ambientales. Por lo tanto, se comparó la trayectoria de las alturas de pasto promedio del potrero GyC vs la de los vecinos durante los tres años de muestreo, para identificar los predios que efectivamente lograron trabajar con más altura de pasto en el potrero evaluado y aumentar la disponibilidad y oferta de forraje.

El muestreo intensivo se realizó durante las primaveras del 2020, 2021 y 2022, y además un muestreo excepcional durante el fin del verano del 2020-21 (durante los meses de marzo y abril en 2021). Durante cada muestreo, se relevó la altura de pasto promedio del potrero GyC y su vecino, a partir de mediciones realizadas en una transecta cada 50 metros. Se relevaron 15 puntos, y en cada punto se realizaron 5 registros de la altura de pasto.

La altura de pasto promedio de todos los potreros de los predios participantes del proyecto fue mayor a la de los predios vecinos (Figura 3). En el 2020 se registró una altura promedio cercana a 2.5 cm para ambos potreros, y a partir del 2021 las alturas de pasto registradas fueron en promedio mayores para los potreros GyC que para sus vecinos. En el verano del 2021 se registró una altura de 3.4 cm para los potreros GyC y de 2.5 cm vecinos. En la primavera del 2021 la altura promedio fue de 2.6 cm para los potreros GyC y 2.0 cm para los potreros vecinos, y finalmente en la primavera del 2022 la altura promedio de los potreros GyC fue de 2.2 cm y para los vecinos de 1.7 cm.

Es necesario destacar, que Uruguay ha sufrido durante los últimos tres años periodos de sequías intensas, que se han intensificado durante la época primavera-estival, y particularmente el 2022-2023 ha sido uno de los años más secos de los últimos 42 años ([ver Entregable 35](#)). Seguramente está sea la razón por la cual la altura de pasto registrada durante las primaveras tiende a disminuir a lo largo del tiempo tanto para los predios del GyC como para los vecinos.

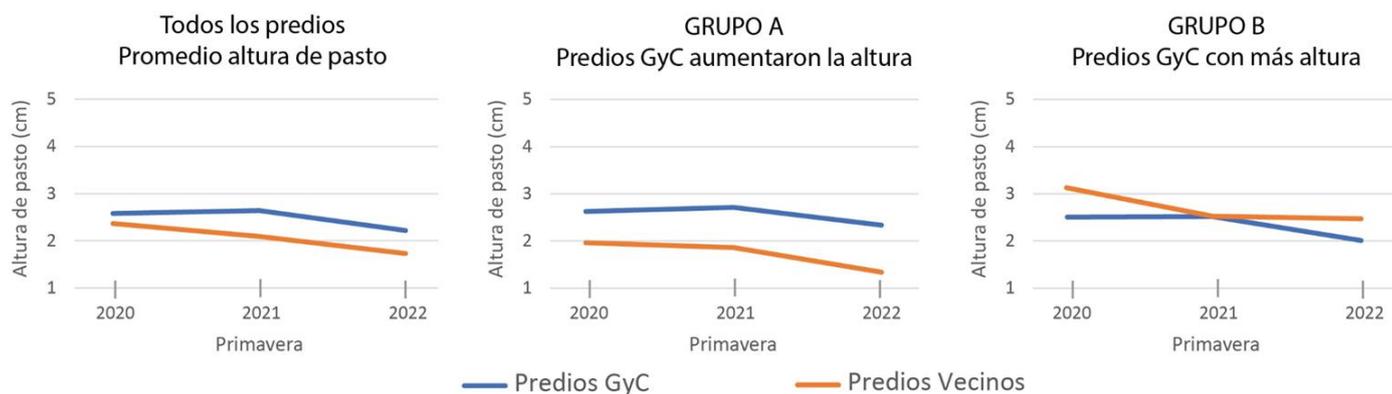


Figura 3. Categorías de los 20 sitios de muestreo, según el cambio en la altura de pasto. En las gráficas se muestran las trayectorias de la altura de pasto de los predios GyC en azul, y los predios vecinos en naranja de las primaveras.

Los 20 sitios de muestreo fueron categorizados en 2 grupos, considerando las trayectorias de las alturas de pasto de los predios GyC respecto de sus vecinos durante los tres años de proyecto (Figura 3).

- A. + PASTO: Predios GyC que trabajaron con más altura de pasto que sus vecinos.
- B. - PASTO: Predios GyC que trabajaron con igual o menor altura de pasto que sus vecinos durante la implementación del proyecto.

El grupo A (13 predios) corresponde a predios GyC que comenzaron con una altura de pasto similar a la de sus vecinos en el potrero de estudio, y que lograron trabajar con más pasto durante el desarrollo del proyecto, y a predios GyC que ya tenían mayores alturas de pasto que sus vecinos desde el comienzo de las mediciones intensivas del proyecto (6 meses luego de iniciado el proyecto), y que lograron mantener estable esa diferencia a lo largo del tiempo.

El grupo B (7 predios) corresponde a distintos predios, que se mantuvieron con una altura de pasto promedio durante todo el período del proyecto inferior a las de sus vecinos. Este grupo incluyó predios con altura de pasto baja (menor a 2 cm), otros predios con mayor altura de pasto pero que no se diferenciaron de los potreros vecinos, predios GyC que no aumentaron su altura de pasto durante el proyecto, pero que sus vecinos lograron aumentar la altura en promedio, y a predios vecinos que siempre estuvieron más altura de pasto que los potreros participantes.

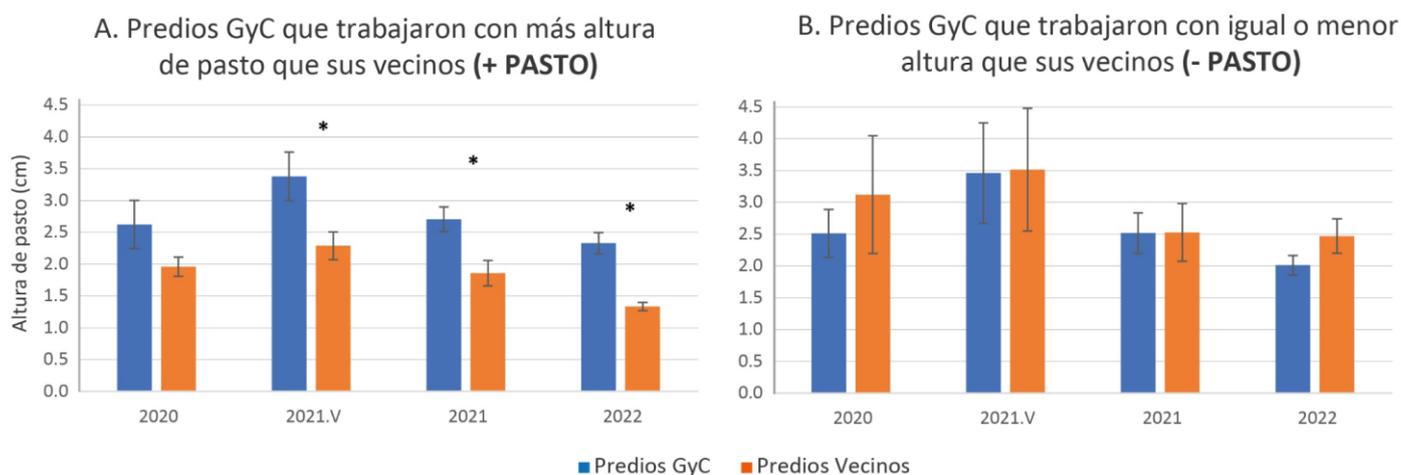


Figura 4. Comparación de la altura de pasto promedio de (A) los 13 predios GyC que trabajaron con más altura de pasto que sus vecinos (B) los 7 predios GyC que trabajaron con igual o menor altura de pasto que sus vecinos. Las diferencias significativas entre los tratamientos, para un p valor < 0.05 , se indican con *.

La figura 4 muestra las diferencias de las alturas de pasto para cada primavera, y para el verano 2021, entre los potreros GyC y sus vecinos. La figura 4.A indica que 13 predios GyC trabajaron con mayor altura de pasto que sus vecinos durante el verano de 2021, y las primaveras del 2021 y 2022. Por el contrario, la figura 4.B muestra que 7 de los predios GyC trabajaron con menor o con igual altura de pasto que sus vecinos. A su vez, los 7 sitios del grupo B, presentaron mayor variabilidad en las alturas medidas que el grupo A, y en ningún caso se encontraron diferencias significativas entre las mediciones de los predios GyC y sus vecinos. A partir de este agrupamiento se presentan los resultados de los muestreos intensivos realizados durante el proyecto, haciendo foco en los 13 predios del Grupo A, comparándolos con sus vecinos y también con los del grupo B, cuando fue necesario.

3. Mediciones de calidad de heces y frecuencia de tipos de heces

En esta sección se muestran resultados acerca de la calidad y frecuencia de las heces de ganado para el predio participante y su vecino. Adicionalmente a los cuatro muestreos intensivos realizados durante el proyecto (primavera 2020, verano 2021, primavera 2021 y primavera 2022), para la colecta de heces se añadieron dos muestreos más con el objetivo de capturar la variación anual en la calidad de las heces. Para ello los productores, previa capacitación, realizaron los muestreos durante el otoño e invierno del 2021.

Las heces fueron categorizadas y colectadas dentro de los potreros seleccionados en donde se obtuvo una muestra compuesta de diez deposiciones de individuos diferentes tanto para el predio participante como para su vecino. Una porción de la muestra se utilizó para los análisis químicos y otra para la técnica de microhistología. Esta técnica busca determinar qué grupos de plantas consume el animal mediante la observación y cuantificación de tejidos epidérmicos de las especies vegetales consumidas. Para los análisis químicos se determinó porcentaje de: materia seca, de proteína, de fibra detergente neutra, de fibra detergente ácida y de ceniza. En la Tabla 1 se muestran los resultados promedio obtenidos para cada uno de los muestreos tanto para el grupo A como para el B. Los resultados de la composición química de las heces mostrados en las tablas 1 y 2 no muestran diferencias importantes entre las calidades de las heces de los grupos A y B. Tampoco se detectaron diferencias significativas entre la calidad de las heces de los predios participantes y sus vecinos.

Tabla 1. Composición química de heces para el grupo A y B para todos los muestreos. Se muestran datos de materia seca (MS), ceniza (Cz), proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), digestibilidad (Digest) y metano (mg/g materia seca incubada).

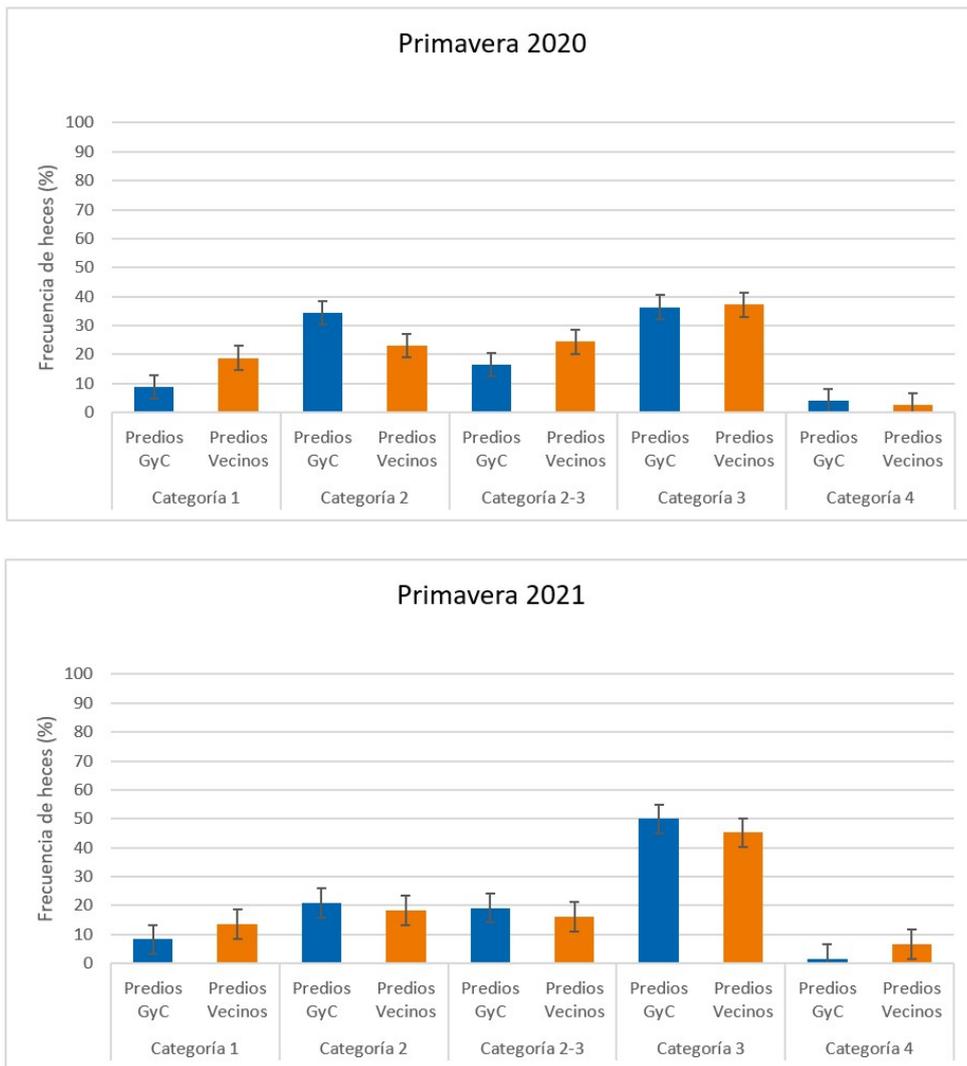
Muestreo	Grupo	GyC/vecino	% MS	% Cz	% PB	% FDN	% FDA
Primavera 2020	A	GyC vecino	14.3	16.5	9.66	60.3	33.8
			14.3	16.9	9.47	60.8	35.0
Verano 2021	A	GyC vecino	16.6	15.8	9.20	58.3	32.7
			15.8	16.2	8.81	56.5	32.8
Otoño 2021	A	GyC vecino	<i>sd.</i>	16.5	6.86	68.3	42.3
			<i>sd.</i>	18.2	6.71	69.5	43.5
Invierno 2021	A	GyC vecino	<i>sd.</i>	18.5	9.80	66.6	42.8
			<i>sd.</i>	23.2	10.7	65.7	44.8
Primavera 2021	A	GyC vecino	12.6	17.6	10.9	51.4	35.4
			12.9	18.6	10.4	51.1	37.3
Primavera 2022	A	GyC vecino	11.4	17.9	8.70	71.4	44.2
			12.5	20.8	8.92	70.2	45.5

Muestreo	Grupo	GyC/vecino	% MS	% Cz	% PB	% FDN	% FDA
Primavera 2020	B	GyC vecino	13.8	19.1	9.15	59.5	33.7
			13.6	20.4	9.77	60.5	35.3
Verano 2021	B	GyC vecino	13.8	14.1	9.00	59.4	32.4
			14.6	15.6	8.58	59.5	32.9
Otoño 2021	B	GyC vecino	<i>sd.</i>	20.8	6.87	66.9	42.6
			<i>sd.</i>	20.9	6.27	66.2	41.4
Invierno 2021	B	GyC vecino	<i>sd.</i>	27.5	9.90	64.2	45.8
			<i>sd.</i>	26.0	8.14	66.4	46.2
Primavera 2021	B	GyC vecino	12.7	18.3	11.1	51.5	35.2
			11.8	18.6	11.4	53.0	34.4
Primavera 2022	B	GyC vecino	11.8	20.7	8.68	69.3	43.6
			11.8	21.0	9.10	68.3	43.0

Por otro lado, durante las visitas a campo se realizó una categorización visual de las heces para determinar la frecuencia del tipo de deposiciones del ganado. Se establecieron cinco categorías en donde se buscó abarcar las distintas formas de heces que se pueden observar en el campo. La categoría 1 representa un tipo de deposición más seca y fibrosa mientras que la categoría 4 representa una deposición con mayor contenido de humedad y menos fibra. Por su parte, las categorías intermedias (categoría 2, categoría 2-3 y categoría 3) representan heces con niveles intermedios de humedad y contenido de fibra siendo la categoría 3 la categoría más deseable. Esta categoría puede reconocerse en el campo debido a que presenta una depresión en el centro y sus bordes se encuentran mayormente definidos (Figura 5).



Figura 5. Categorías de heces relevadas en el campo



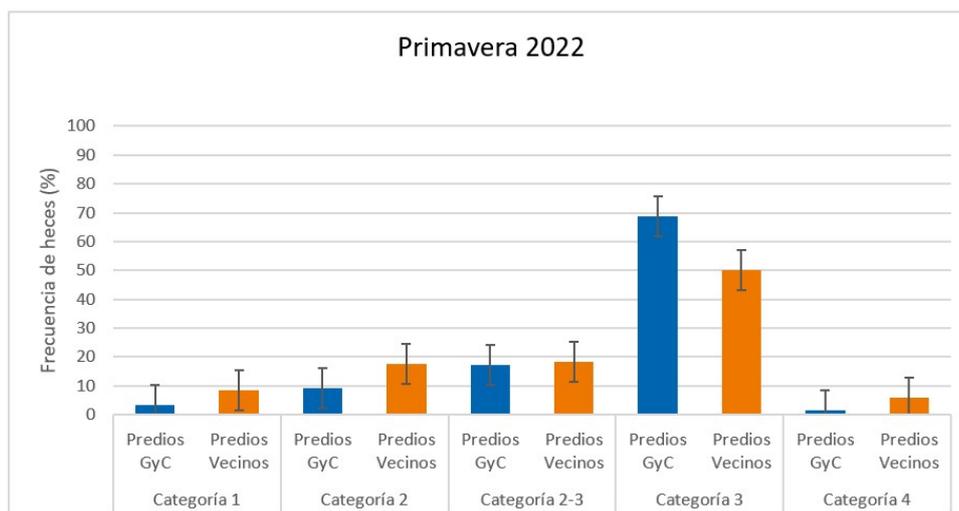
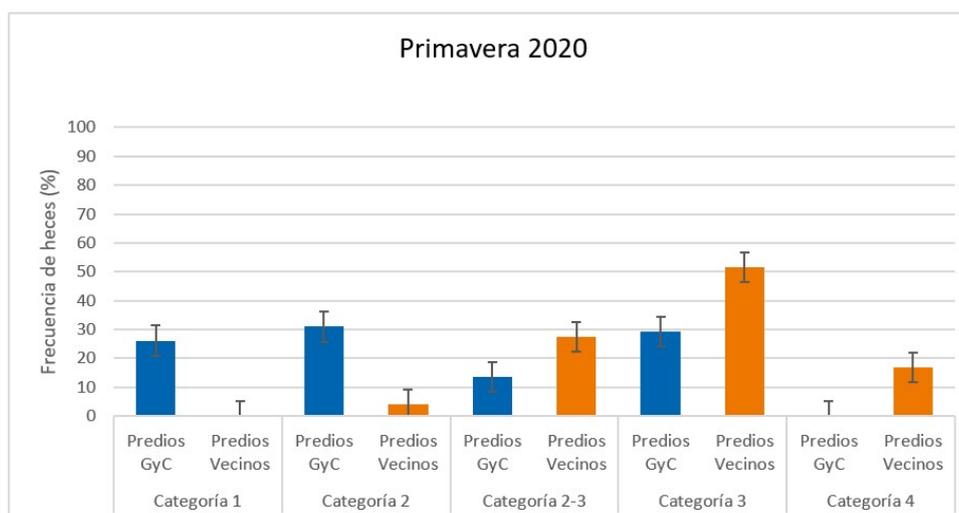


Figura 6. Comparación de la frecuencia de las categorías de heces para los predios participantes (GyC) del grupo A y sus vecinos para los muestreos de las primaveras del 2020, 2021 y 2022.

Los gráficos de la Figura 6 muestran las categorías de heces relevadas en el campo para los predios pertenecientes al grupo A. Al inicio del proyecto (primavera 2020), los predios del grupo A, mostraron una mayor variabilidad siendo las categorías 3 y 2 las más frecuentes. Por su parte, en los predios participantes la categoría 2 presentó una mayor frecuencia en comparación con los predios vecinos. Por otro lado, para la primavera del 2021 y la del 2022 la categoría más frecuente fue la categoría 3. En la primavera del 2021 no se encontraron diferencias entre el predio participante y su vecino para esa categoría. Sin embargo, al final del proyecto (primavera 2022) los predios participantes obtuvieron una frecuencia levemente mayor de la categoría 3 en comparación con sus vecinos.



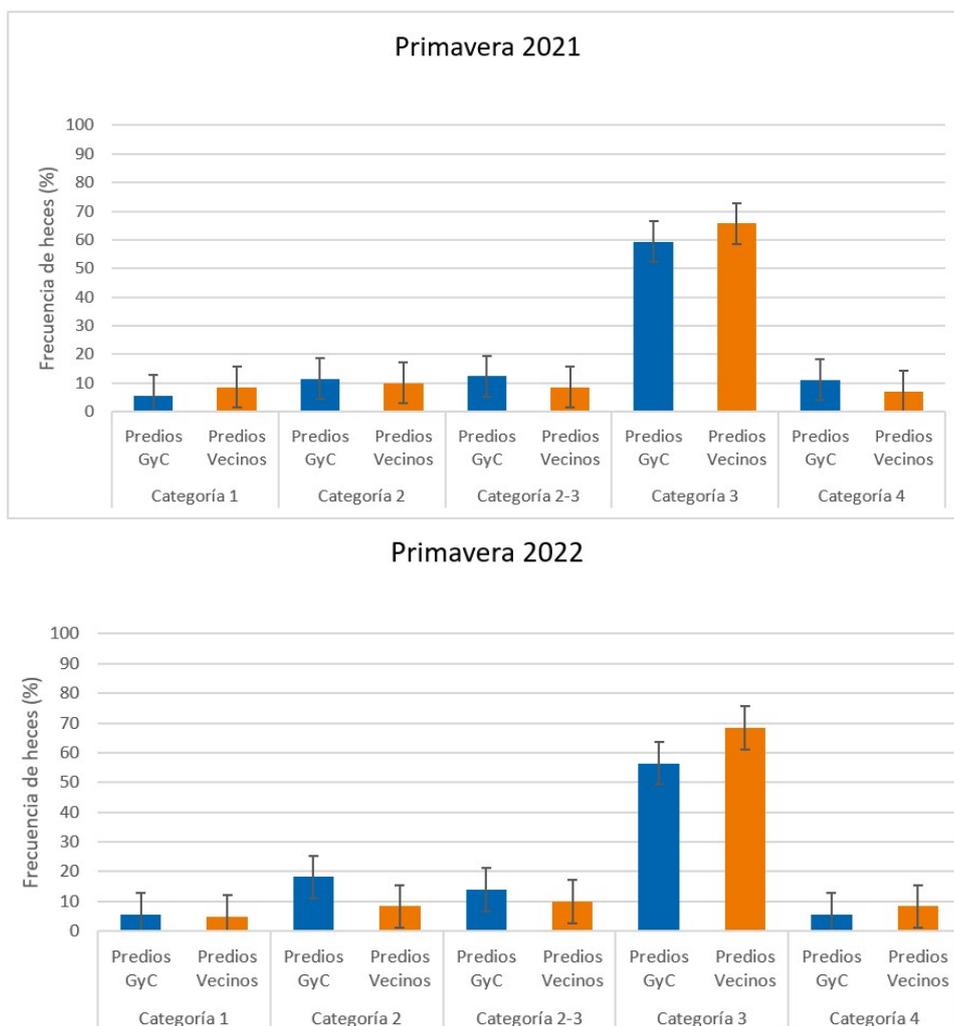


Figura 7. Comparación de la frecuencia de las categorías de heces para los predios participantes (GyC) y sus vecinos del grupo B para los muestreos de las primaveras.

Las categorías de heces relevadas para los predios del grupo B, mostraron un patrón inverso al observado para el Grupo A. Dentro del grupo B de predios, los predios participantes mostraron una frecuencia de heces categoría 1, 2 y 3 relativamente similar durante la primavera del 2020. Por su parte, los predios vecinos registraron una mayor frecuencia de heces categoría 3 para este muestreo. Para la primavera del 2021 se observa cómo, tanto los predios participantes como sus vecinos, obtuvieron una mayor frecuencia de las heces categoría 3. Finalmente, para el último muestreo del proyecto (primavera 2022) los predios vecinos mostraron una mayor frecuencia de heces en la categoría 3 en comparación con los predios participantes.

4. Mediciones de calidad de la vegetación

4.1 Calidad de toda la comunidad de especies vegetales

En esta sección se muestran resultados acerca de la composición química de la comunidad vegetal en el sitio de muestreo durante los cuatro muestreos intensivos para el predio participante y su vecino. Para el muestreo de la comunidad vegetal se dispusieron cuadrantes de 50x50 cm de manera aleatoria, próximos al punto de muestreo y se realizaron cortes de vegetación dentro de cada cuadrante a 1 cm del suelo hasta alcanzar los 300 gr. Las muestras fueron congeladas hasta su procesamiento en el laboratorio en donde se obtuvieron datos de porcentaje: de materia seca, de proteína, de fibra detergente neutra, de fibra detergente ácida, de ceniza, de digestibilidad y gas metano. En la tabla 2 y tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para el grupo A y el grupo B de predios respectivamente.

Tabla 2. Composición química de la vegetación para el grupo A en los cuatro muestreos intensivos. Se muestran datos de materia seca (MS), ceniza (Cz), proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), digestibilidad (Digest) y metano (mg/g materia seca incubada).

Muestreo	Grupo	GyC/vecino	% MS	% Cz	% PB	% FDN	% FDA	% Digest.	Metano (mg/g MSi)
Primavera 2020	A	GyC	40.39	8.72	10.14	60.26	29.72	39.55	13.2
		vecino	36.32	9.1	11.08	55.84	26.6	43.94	14.8
Primavera 2021	A	GyC	45.02	10.7	9.52	64.15	34.58	59.92	6.80
		vecino	43.55	10.91	9.47	58.36	35.43	60.87	7.40
Primavera 2022	A	GyC	41.73	9.36	9.21	68.8	32.69	59.27	16.1
		vecino	39.53	10.37	9.95	65.62	31.78	63.52	15.6
Verano 2021	A	GyC	42.45	9.34	7.86	64.73	32.37	52.84	5.00
		vecino	42.27	9.57	8.75	63.62	30.64	52.98	6.60

Los resultados de la tabla 3 muestran que los predios participantes del grupo A obtuvieron un mayor contenido de materia seca pero un menor contenido de cenizas en los cuatro muestreos intensivos. Por su parte, los contenidos de proteína en la comunidad vegetal durante la primavera del 2020, la primavera del 2022 y en el verano del 2021 fueron menores en los predios participantes. A su vez, los contenidos de fibra detergente neutra fueron más elevados en los predios participantes en comparación con sus vecinos. La fibra detergente ácida fue mayor en los predios participantes. Lo contrario ocurrió con la digestibilidad que obtuvo siempre valores por debajo que los predios vecinos. Finalmente, el gas metano fue mayor en los predios participantes únicamente en la primavera del 2022. En términos generales estos resultados sugieren una peor calidad del forraje disponible en los predios participantes del proyecto que sus vecinos. Por otro lado, los predios del grupo B, no mostraron un patrón claro de variación entre los predios participantes y sus vecinos, siendo generalmente similares los valores de calidad medidos para las distintas variables (Tabla 3).

Tabla 3. Composición química de la vegetación para el grupo B en los cuatro muestreos intensivos. Se muestran datos de materia seca (MS), ceniza (Cz), proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), digestibilidad (Digest) y metano (mg/g materia seca incubada).

Muestreo	Grupo	focal/vecino	% MS	% Cz	% PB	% FDN	% FDA	% Digest.	Metano (mg/g MSi)
Primavera 2020	B	GyC	37.15	10.33	11.42	57.71	28.00	40.22	12.7
		vecino	37.22	9.55	10.88	60.56	29.39	39.18	13.0
Primavera 2021	B	GyC	41.75	9.79	9.49	59.53	35.57	58.01	8.90
		vecino	44.31	8.99	9.29	61.91	35.38	60.71	9.40
Primavera 2022	B	GyC	33.6	10.88	10.39	66.57	31.84	60.91	14.3
		vecino	41.55	10.09	10.47	68.37	32.21	59.97	15.3
Verano 2021	B	GyC	46.74	9.68	8.43	61.9	30.61	49.81	7.10
		vecino	44.94	9.53	8.67	63.82	29.81	49.67	7.90

4.2 Calidad de cada especie vegetal

En esta sección se muestran resultados preliminares acerca de la composición química de cada especie vegetal colectada dentro de los 20 predios seleccionados para los muestreos intensivos durante los cuatro muestreos (primavera 2022, verano 2021, primavera 2021 y primavera 2022). En total se colectaron 235 muestras correspondientes a 69 especies diferentes.

Para el muestreo de las especies se colectaron 120 gr de la especie de interés dentro del potrero participante y/o el vecino. En el campo se clasificó a la especie según su estado fenológico (vegetativo o reproductivo) y su porcentaje de biomasa verde o seca. Luego, las muestras fueron congeladas hasta su procesamiento en laboratorio en donde se obtuvieron datos de porcentaje: de materia seca, de proteína, de fibra detergente neutra, de fibra detergente ácida, de ceniza, de digestibilidad y emisiones del gas metano obtenidas de incubaciones in vitro (en tubos de ensayo en el laboratorio).

Debido a los tiempos de laboratorio hay datos de algunas especies que continúan en etapa de procesamiento y análisis químico. En la tabla 4 se muestran los resultados preliminares obtenidos hasta el momento para cada especie colectada. Estos datos no son definitivos ya que aún deben analizarse varias repeticiones de las distintas especies. Sin embargo, se observan variaciones importantes en la calidad de las distintas especies evaluadas.

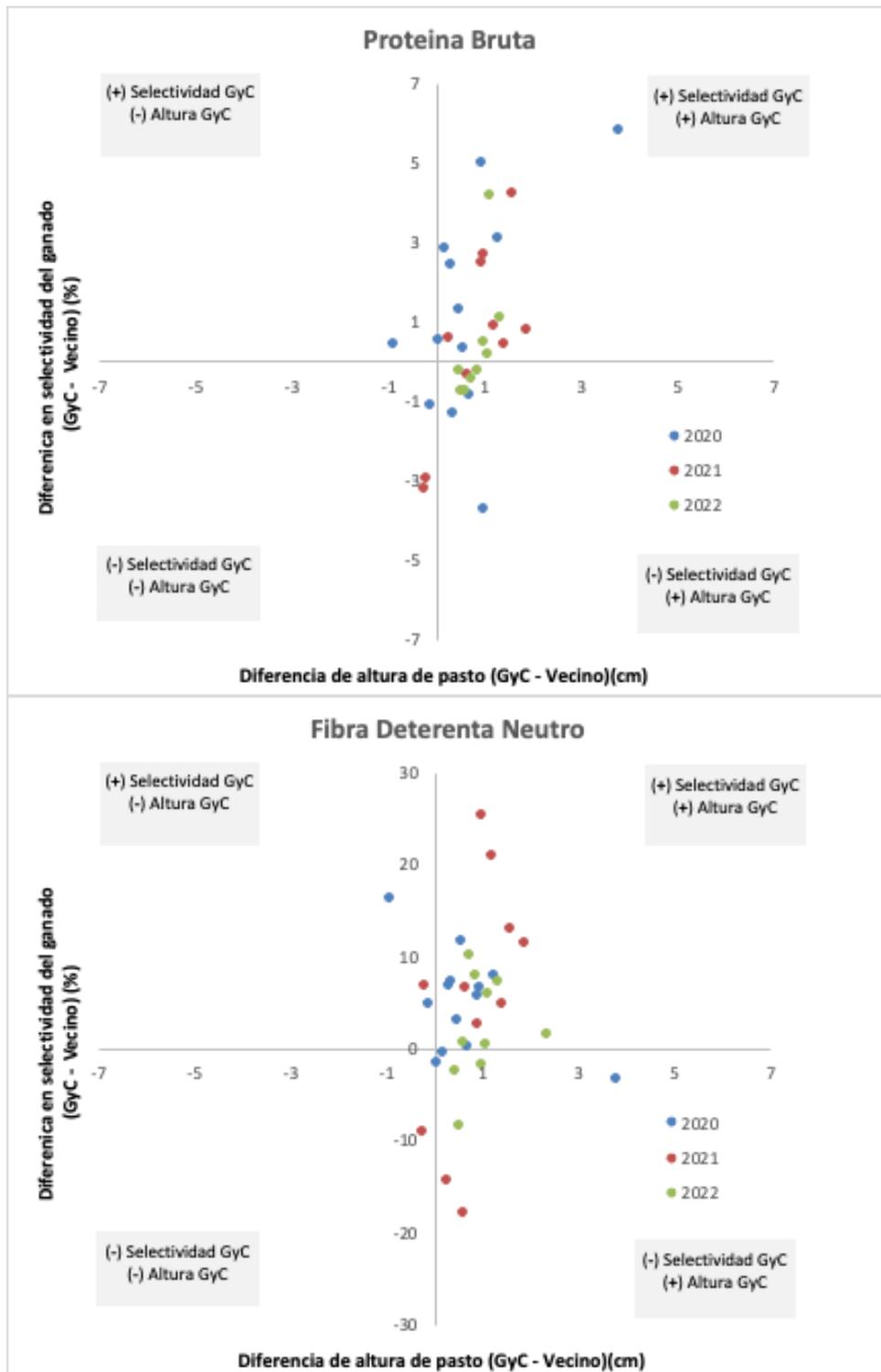
Tabla 4. Datos preliminares de composición química de especies vegetales. Se muestran datos de materia seca (MS), proteína (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), ceniza (Cz), digestibilidad (Digest), metano (mg/g materia seca incubada), estado fenológico y % de verde, sd: sin dato porque siguen en etapa de análisis de laboratorio.

Especie	% MS	% PB	% FDN	% FDA	% Cz	% Digest.	Metano (mg/g MSi)	Estado fenológico	%Verde
<i>Acanthostyles buniifolius</i>	35.5	12.6	49.4	28.3	6.1	58.8	sd	vegetativo	100
<i>Adesmia sp.</i>	28.6	14.7	30.8	21.9	15	73.3	17	reproductivo	100
<i>Andropogon lateralis</i>	43.6	8.8	77	41.5	4.7	37.9	sd	reproductivo	91
<i>Arachis sp.</i>	41.4	13.4	54.5	27.8	6.5	52.9	sd	vegetativo	99
<i>Aristida sp.</i>	55	5.7	74.5	37.6	5	34	sd	reproductivo	30
<i>Aristida murina</i>	sd	sd	sd	sd	sd	40.3	sd	reproductivo	95
<i>Aspilia montevidensis</i>	36	9.1	50.2	33.5	12.5	66.3	sd	reproductivo	100
<i>Axonopus affinis</i>	36.2	8.7	66.1	32	7.8	59	20.7	vegetativo	100
<i>Axonopus argentinus</i>	40.1	8.3	69.8	32.2	6.9	62.2	17.4	reproductivo	100
<i>Axonopus sp.</i>	sd	sd	sd	sd	sd	sd	24.3	reproductivo	100
<i>Baccharis coridifolia</i>	31.9	13.7	42	31.6	9.1	72.2	sd	vegetativo	100
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	41.8	11.2	40.6	27.45	6.4	61.3	sd	vegetativo	100
<i>Baccharis notoserigilla</i>	43.9	10.7	46.8	30.3	6.3	65.1	sd	vegetativo	100
<i>Baccharis trimera</i>	35.9	9.6	37.3	33.9	6.6	66.6	sd	vegetativo	98
<i>Baccharis punctulata</i>	33.2	16.1	38.5	21.3	9.7	76.2	sd	vegetativo	100
<i>Bothriochloa laguroides</i>	36.4	5.9	60.9	27.5	7.7	37.1	16.4	vegetativo	sd
<i>Eleocharis sp.</i>	28.4	13.6	66.7	31.3	11.9	sd	7.4	reproductivo	47
<i>Erianthus angustifolius</i>	93.7	4.6	76.4	47.6	7.5	36.2	sd	vegetativo	50
<i>Eryngium horridum (veg)</i>	31.6	9.4	59.3	37.5	6.1	56	sd	vegetativo	100
<i>Eryngium horridum (rep)</i>	24.2	14.8	41.5	20.2	7.3	71.1	sd	reproductivo	100
<i>Eryngium sp.</i>	45.5	sd	63.8	44	6.1	sd	sd	reproductivo	100
<i>Eupatorium buniifolium</i>	sd	sd	sd	sd	sd	61.8	sd	vegetativo	90
<i>Eupatorium sp.</i>	sd	sd	sd	sd	sd	72.8	sd	vegetativo	100
<i>Gamochoaeta sp.</i>	36.1	7.9	59.9	39.3	7.4	52.1	sd	reproductivo	100
<i>Glandularia selloi</i>	32.1	8.9	31.6	sd	8.8	sd	sd	reproductivo	100
<i>Heimia sp.</i>	34.3	11.3	42.3	24.9	5.3	68.5	sd	reproductivo	100
<i>Lotus rincon</i>	32.3	15.6	48.2	30.6	6.8	64.2	sd	reproductivo	100
<i>Luziola peruviana</i>	24.1	7.5	64.9	32	11.8	61.8	sd	vegetativo	95
<i>Melica sp.</i>	60.7	7.5	74.8	40.5	4.3	41.3	sd	reproductivo	95
<i>Mentha sp.</i>	23.8	16.7	sd	sd	10.4	73	sd	vegetativo	99
<i>Panicum prionitis</i>	40	sd	77.3	47	5.2	35	sd	vegetativo	95
<i>Paspalum dilatatum</i>	33.1	8.6	67.9	35.8	8.7	56.5	13.9	vegetativo	97
<i>Paspalum notatum</i>	37.4	8.7	64.7	29.6	8.7	54.1	17.8	vegetativo	99
<i>Paspalum plicatulum</i>	30.7	9.6	65.9	31.9	10.2	53.9	8.7	vegetativo	sd
<i>Paspalum pumillum</i>	45.1	5.6	73.6	36.4	6	47.3	sd	reproductivo	90
<i>Paspalum quadrifarium</i>	sd	sd	sd	sd	sd	34.25	sd	reproductivo	71
<i>Pterocaulon sp.</i>	36.95	sd	45.22	47.5	7.18	52	sd	vegetativo	100
<i>Rhynchospora sp.</i>	26.91	sd	62.78	35.4	10.37	sd	sd	vegetativo	100
<i>Schoenoplectus californicus</i>	31.66	sd	68.04	39.59	7.54	48	sd	vegetativo	100
<i>Senna corymbosa</i>	30.64	sd	30.1	23.3	7.58	74	sd	vegetativo	100
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	26.65	9.66	67.93	28.58	7.75	62.68	sd	vegetativo	100
<i>Stipa charruana</i>	65.58	5.85	72.54	41.99	5.245	40.72	sd	reproductivo	73
<i>Stipa setigera</i>	38.360	8.68	67.07	36.74	11.46	41	5.5	reproductivo	95

5. Selectividad del ganado-relaciones entre calidad de la vegetación y las heces

En esta sección se presentan resultados de estimaciones de la selectividad del ganado, medido a través de las relaciones entre la calidad de las heces y la calidad de la comunidad vegetal del campo natural. A partir de las mediciones de calidad de la comunidad vegetal y su relación con la calidad de las heces en el mismo potrero se puede inferir la selección de especies que está realizando el ganado. En términos generales, si, por ejemplo, el contenido de proteína bruta (PB), en las heces es mayor que el de la vegetación ofertada, significa que el ganado está seleccionando el forraje ingerido, en favor de especies de más palatabilidad, con mayores contenidos de proteína bruta. Lo mismo, pero de manera inversa sucede con la fibra detergente ácida (FDA) y la fibra detergente neutro (FDN), ya que mayores valores de ambas variables se asocian a forraje de menor calidad. A su vez, al comparar el nivel de selectividad observado en los predios participantes en comparación con sus vecinos podemos inferir la “diferencia en selectividad” que estaría realizando el ganado de los predios participantes del proyecto con respecto al ganado en los predios vecinos, separando los posibles efectos ambientales particulares del año (efectos de la sequía, por ejemplo).

Nuestros resultados muestran que tanto para los análisis realizados en base a la proteína bruta, como para la fibra detergente neutro y la fibra detergente ácida el ganado presente en los potreros de los predios participantes del proyecto GyC realizaron una mayor selectividad del forraje consumido que el ganado de los predios vecinos (Figura 8). Estos efectos se observaron para los predios del grupo A, no así para los del grupo B que los resultados fueron más variables. La mayor selectividad del ganado en los predios GyC coincidió con registros de una mayor altura de pasto de los predios del GyC con respecto a los vecinos (Figura 8, cuadrante superior derecho). Para el año 2020, 62 % predios GyC se ubican en el cuadrante de mayor altura de pasto y mayor selectividad basada en los contenidos de proteína bruta de la vegetación y de las heces (cuadrante superior derecho), mientras que para el año 2021 y 2022, se ubicaron 70 % y 50 % de los predios en ese cuadrante, respectivamente. Para los análisis basados en los contenidos de fibra detergente neutro, 64 %, 64 %, y 73 % de los predios se situaron en ese cuadrante para los años 2020, 2021 y 2022 respectivamente, mientras que para los análisis basados en los contenidos de fibra detergente ácida 77 %, 33 % y 73 % de los predios situaron en ese cuadrante para los años 2020, 2021 y 2022, respectivamente. En resumen, más allá de las variaciones entre las distintas variables y años, se observa una mayor selectividad general de ganado en los predios GyC que en sus vecinos, asociado a una mayor altura del pasto.



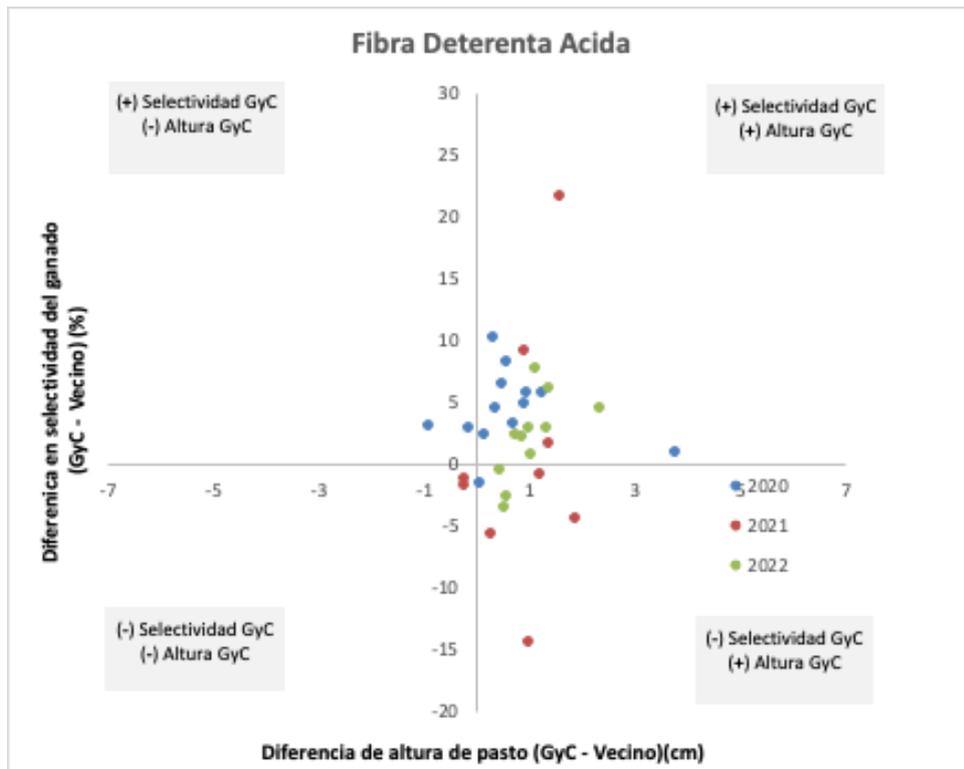


Figura 8. Gráficos de selectividad realizada por el ganado en función de la altura de pasto, para comparaciones realizadas en base a la proteína bruta, los contenidos de fibra detergente ácida o los contenidos de fibra detergente neutra. Cada cuadrante relaciona la diferencia de selectividad entre los predios GyC y sus vecinos con la diferencia de altura de pasto entre ambos.

6. Mediciones de biomasa de pasto

La biomasa aérea del estrato bajo herbáceo, consumible por el ganado, se estimó a partir de cortes utilizando cuadrantes de 50x50 cm alrededor del punto de muestreo. (Figura 9). Se calculó los Kg MS/ha para cada estación en el potrero participante y su vecino para cada primavera de muestreo, para el total de los predios, los predios que trabajaron con más pasto (Grupo A, con 13 predios), y los que trabajaron con igual o menor altura de pasto (Grupo B, con 7 predios) (Tabla 5).



Figura 9. Foto de la metodología de corte de la biomasa herbácea en cuadrantes de 50*50 cm.

Tabla 5. Biomasa del estrato bajo en (Kg de materia seca/ha) de la primavera 2020, 2021 y 2022, para el potrero GyC y el vecino.

Biomasa total (Kg/ha)	Primavera 2020		Primavera 2021		Primavera 2022	
	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino
Todos los predios	858	650	856	686	1517	1295
GRUPO A. (+) Pasto	755	549	878	688	1634	1261
GRUPO B. (-) Pasto	1050	837	819	684	1300	1359

Los predios participantes del proyecto GyC tuvieron en promedio mayor biomasa herbácea consumible por el ganado, que los predios vecinos, durante las tres primaveras muestreadas. La biomasa del estrato bajo fue de 858, 856 y 1517 Kg de materia seca por hectárea para los predios participantes, y de 650, 686 y 1295 Kg de materia seca por hectárea para los predios vecinos durante la primavera del 2020, 2021 y 2022 respectivamente (Tabla 5).

El grupo A, de predios que trabajaron con mayor altura de pasto, tuvieron en promedio mayor biomasa durante los tres años, que sus vecinos, y esa diferencia fue mayor el último año de implementación del proyecto. Durante la primavera del 2020, los predios participantes tuvieron una biomasa de 755 kg/ha, y sus vecinos de 549 kg/ha. El siguiente año, durante la primavera del 2021, los predios participantes del GyC que trabajaron con más pasto registraron un promedio de 878 Kg/ha y sus vecinos de 688 Kg/ha. Y durante el último año, la diferencia entre la biomasa forrajera fue de 373 Kg/ha entre los predios participantes y para sus vecinos registrando 1634 Kg/ha y 1261 Kg/ha respectivamente (Tabla 5; Figura 10).

Por otro lado, el grupo B de los predios participantes que trabajaron con menor o igual altura de pasto que sus vecinos, tuvieron en promedio, mayor biomasa las primeras dos primaveras, pero disminuyeron su biomasa forrajera, durante la primavera del 2022. Durante la primavera del 2020, los predios participantes tuvieron una biomasa de 1050 kg/ha, y sus vecinos de 837 kg/ha. El siguiente año, durante la primavera del 2021, los predios participantes del GyC registraron un promedio de 819 Kg/ha y sus vecinos de 684 Kg/ha. Y durante el último año, la diferencia entre la biomasa forrajera fue de 59 Kg/ha entre los predios participantes y para sus vecinos registrando 1300 Kg/ha y 1359 Kg/ha respectivamente (Tabla 5; Figura 10).

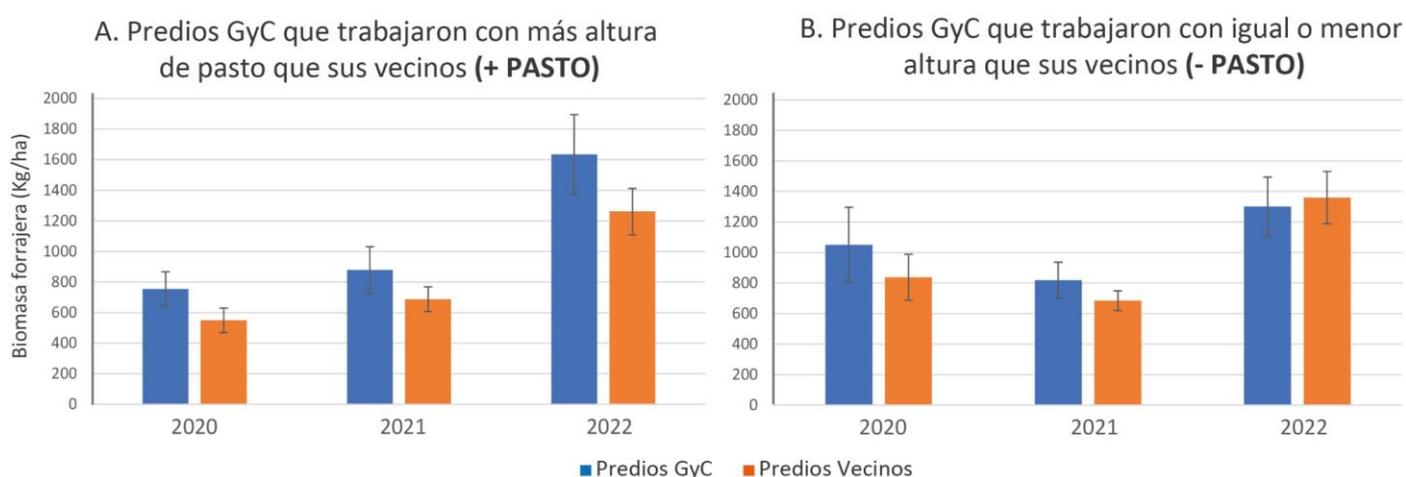


Figura 10. Biomasa forrajera en Kg MS/ha para los predios del grupo A: (+) Pasto (izquierda) y del grupo B: (-) Pasto (derecha). Las barras azules corresponden a los predios participantes del proyecto y las naranjas a los predios vecinos.

Relación entre la altura del forraje y la biomasa herbácea

Los sistemas ganaderos requieren conocer la capacidad de carga del sistema, para asignar una dotación adecuada de animales. La disponibilidad de forraje varía espacialmente según la comunidad vegetal y el tipo de suelo, y temporalmente dependiendo de la época del año y las condiciones climáticas. El método directo para conocer la biomasa consumible por el ganado es el de corte y pesado de forraje, que brinda buena exactitud, pero es laborioso. Un método indirecto para estimar la biomasa disponible es la medición de la altura del pasto con una regla graduada.

La figura 11 muestra la relación entre la biomasa herbácea y la altura del forraje medida durante las primaveras del 2020, 2021 y 2022, para todos los predios monitoreados intensivamente. La biomasa forrajera de la primavera se podría estimar a partir de la altura de pasto, utilizando la ecuación 1.

$$\text{Biomasa forrajera: } 305.21 \text{ Kg/ha} * \text{ altura de pasto} + 485.77. (1)$$

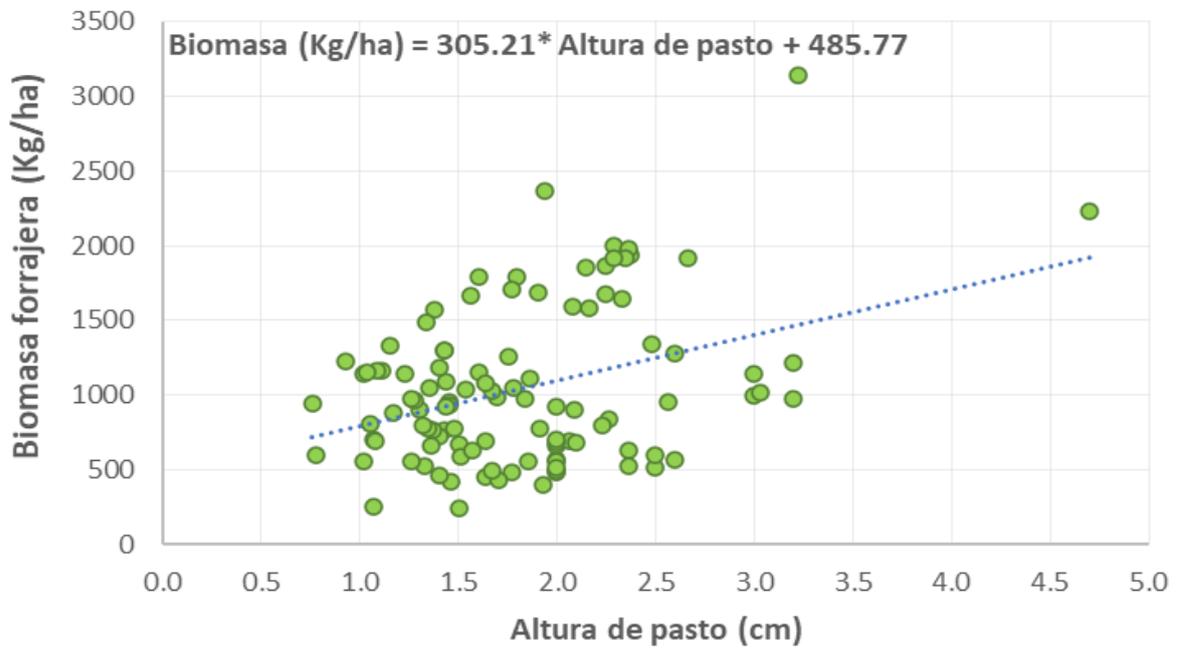
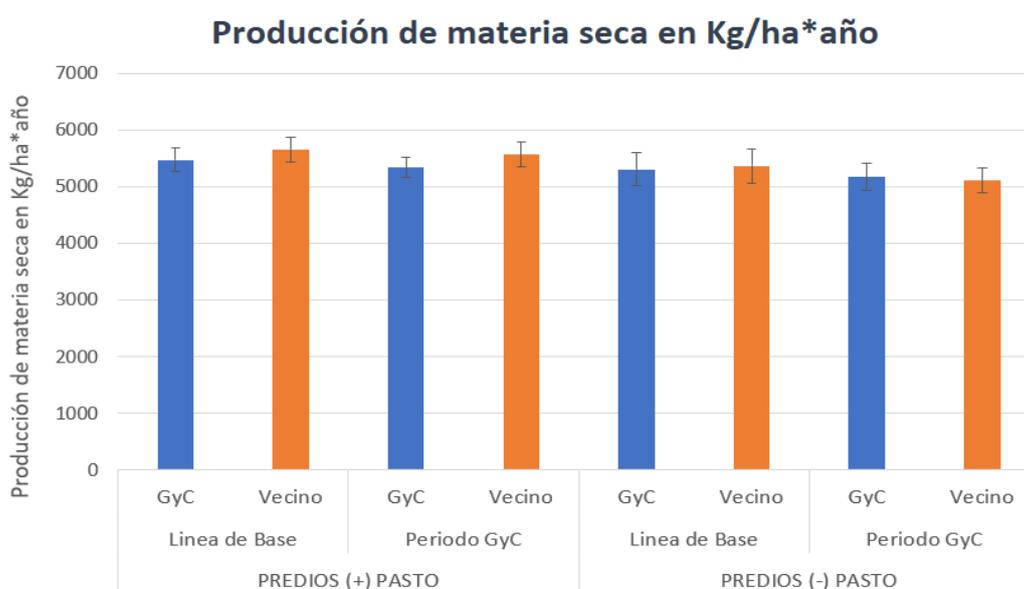


Figura 11. Biomasa forrajera en Kg MS/ha en función de la altura de pasto.

7. Mediciones de la productividad de forraje de los potreros

La productividad primaria neta aérea (PPNA) representa la tasa de crecimiento del forraje y puede ser estimada por mes (Kg MS/ha*mes) o por ejercicio (Kg MS/ha*año). Las estimaciones se realizaron a partir de datos de EVI (índice de vegetación mejorado) a partir de imágenes satelitales del sensor Sentinel 2. Se analizó la PPNA de los dos grandes grupos identificados: 13 Predios GyC que trabajaron con más altura de pasto que sus vecinos (Grupo A. +Pasto) y 7 Predios GyC que trabajaron con igual o menor altura de pasto que sus vecinos (Grupo B. - Pasto). La figura 12 muestra la PPNA para estos dos grupos, para el periodo de la línea de base y para el periodo de implementación del proyecto GyC. Los resultados indican que la PPNA no presentó diferencias significativas entre estos periodos, para ninguno de los dos grupos de análisis.



*Figura 12. Producción de pasto en Kg MS/ha*ejercicio para los predios del grupo A. (+) Pasto, y del grupo B. (-) Pasto, para la línea de base y para el periodo de desarrollo del proyecto. Las barras azules corresponden a los predios participantes del proyecto y las barras naranja a los predios vecinos.*

7.1 Grupo A. (+) Pasto

Los 13 predios GyC que trabajaron con más altura de pasto que sus vecinos, tuvieron dos patrones contrapuestos en la tasa de crecimiento del pasto. Por un lado, 6 de los 13 predios que aumentaron su altura de pasto, o que trabajaban con mayor altura desde el comienzo del proyecto, también mostraron valores mayores de PPNA que sus vecinos (Figura 13). Por otro lado, los restantes 7 predios, mostraron valores de PPNA menores a sus vecinos a pesar de aumentar la altura de pasto antes o durante la implementación del proyecto GyC. A continuación, se presenta información sobre cada uno de estos dos subgrupos.

7.1.1 Subgrupo con patrón de Mayor Productividad

La figura 13 muestra la evolución de la producción de pasto para cada mes del grupo A que tuvieron mayor productividad. El pico máximo de productividad se obtuvo durante la primavera-verano del 2019-2020. Si se comparan los períodos estivales, durante el verano 2022-2023 se obtuvo el pico mínimo de productividad de los 6 ejercicios. En todos los años, la productividad de los potreros de los predios GyC se encuentra con valores por encima de los potreros vecinos.

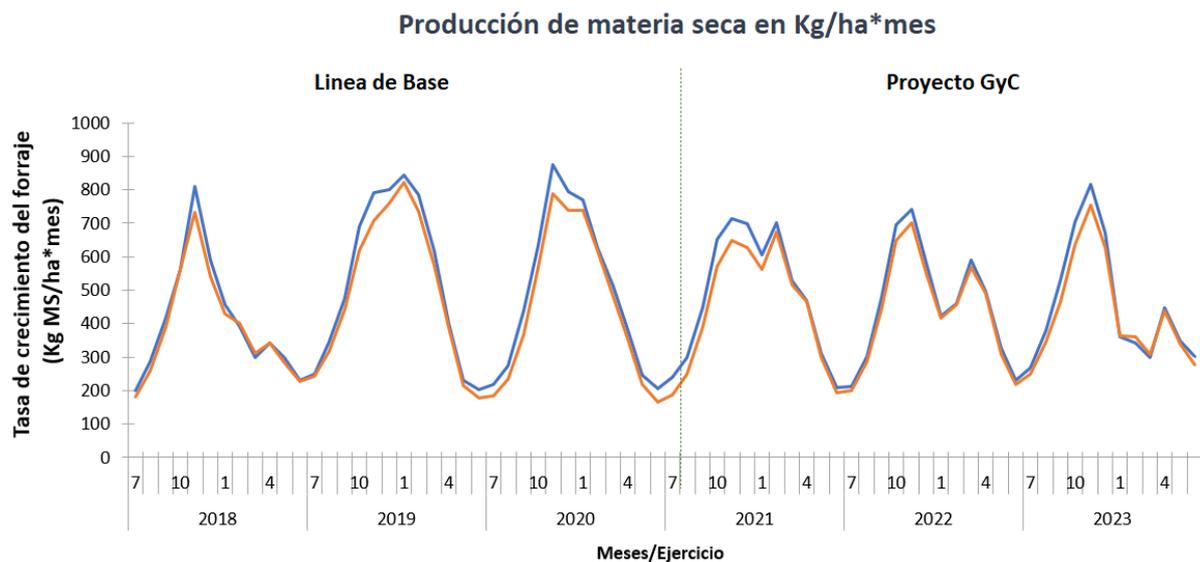


Figura 13 Evolución de la producción de pasto en Kg MS/ha*mes para los predios del grupo + Pasto, que tuvieron mayor productividad que sus vecinos. La línea azul corresponde a los predios participantes del proyecto y la línea naranja a los predios vecinos.

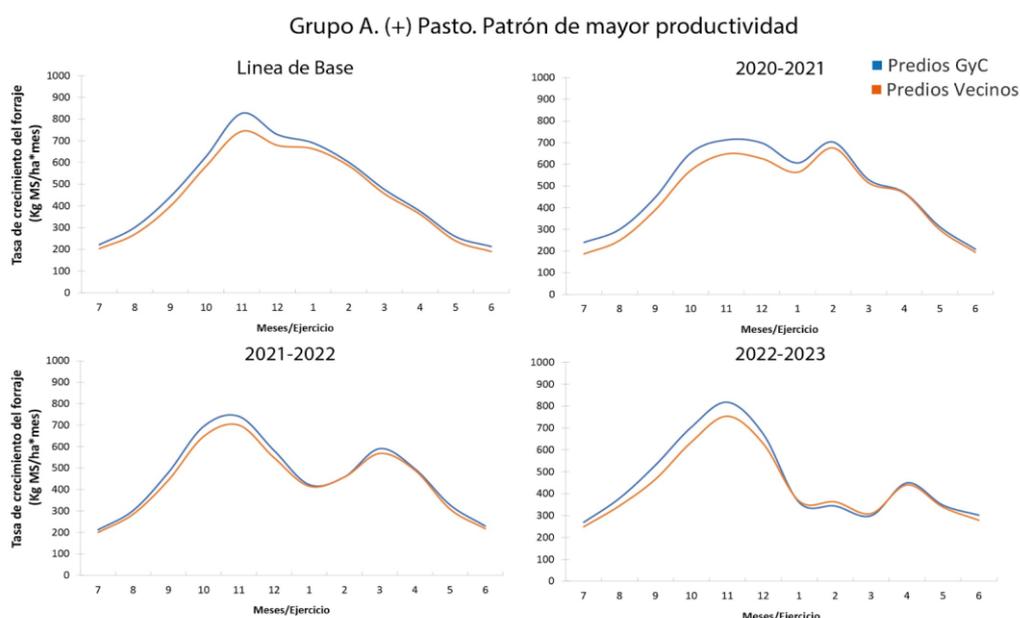


Figura 14. Evolución de la producción de pasto en Kg MS/ha*mes para los predios del grupo + Pasto, que tuvieron mayor productividad. La línea azul corresponde a los predios participantes del proyecto y la línea naranja a los predios vecinos.

La productividad promedio de los tres ejercicios de la línea de base fue de 5764 Kg MS/ha*año para los predios participantes y de 5372 Kg MS/ha*año para sus vecinos (Tabla 6). Las mayores diferencias se observan durante los meses de primavera, en octubre, noviembre y diciembre (Figura 13). En el ejercicio 2020-2021, la producción de pasto fue de 5875 y 5380 kg MS/ha*año, para los potreros participantes y sus vecinos respectivamente. Durante este ejercicio, las mayores diferencias se observaron en desde julio de 2020 hasta enero del 2021. En el 2021-2022 la PPNA alcanzó un valor de 5538 kg MS/ha*año para los predios participantes y 5281 kg MS/ha*año para los predios vecinos. En este ejercicio, se observaron diferencias durante los meses de octubre y noviembre principalmente. Los valores mínimos de PPNA se obtuvieron durante el último ejercicio, registrando un valor de 5469 kg MS/ha*año para los predios participantes y de 5166 kg/MS/ha*año para los vecinos. Las mayores diferencias entre los potreros GyC y vecinos se obtuvieron durante los meses de primavera.

Tabla 6. Tasa de crecimiento del forraje promedio para la línea de base y los últimos tres ejercicios, para los predios GyC y sus vecinos del grupo A (+ pasto), con un patrón de mayor PPNA.

PPNA Kg/ha*año	Línea Base		Ejercicio 2020-2021		Ejercicio 2021-2022		Ejercicio 2022- 2023	
	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino
GRUPO A Patrón + PPNA	5764	5372	5875	5380	5538	5281	5469	5166

7.1.2 Subgrupo con patrón Inverso de menor Productividad

En este subgrupo de predios, el pico máximo de productividad se obtuvo durante la primavera-verano del 2018-2019 (Figura 15). Si se comparan los periodos estivales, durante el verano 2022-2023 se obtuvo el pico mínimo de productividad de los 6 ejercicios. La productividad promedio de los tres ejercicios de la línea de base fue de 5239 Kg MS/ha*año para los predios participantes y de 5858 Kg MS/ha*año para sus vecinos (Tabla 7). Se observaron diferencias entre los potreros GyC y sus vecinos durante todos los meses del año (Figura 16). En el ejercicio 2020-2021, la producción de pasto fue de 5163 y 5737 kg MS/ha*año, para los potreros participantes y sus vecinos respectivamente. Durante este ejercicio, las mayores diferencias se observaron en los meses de primavera, y durante febrero y marzo del 2021. En el 2021-2022 la productividad alcanzó un valor de 5508 kg MS/ha*año para los predios participantes y 6223 kg MS/ha*año para los predios vecinos. En este ejercicio, se observaron diferencias durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, y febrero y marzo del 2022. Los valores mínimos se obtuvieron durante el último ejercicio, registrando un valor de 4895 kg MS/ha*año para los predios participantes y de 5662 kg MS/ha*año para los vecinos. Las mayores diferencias entre los potreros GyC y vecinos se obtuvieron durante los meses de primavera-verano, principalmente en noviembre y diciembre.

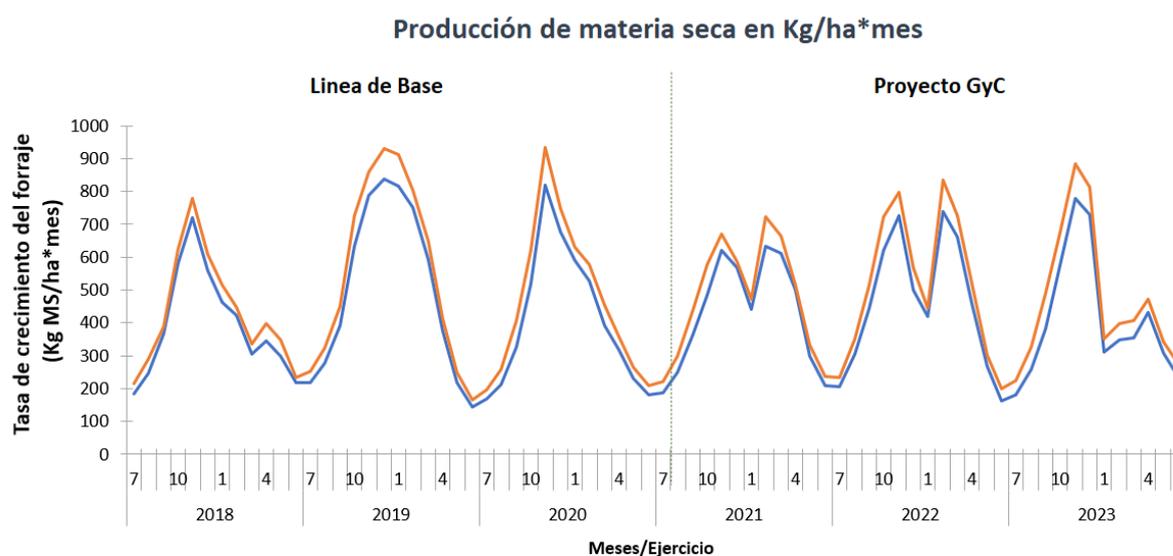


Figura 15. Evolución de la producción de pasto en Kg MS/ha*mes para los predios del grupo + Pasto, que tuvieron menor productividad. La línea azul corresponde a los predios participantes del proyecto y la línea naranja a los predios vecinos.

Grupo A. (+) Pasto. Patrón inverso de menor productividad

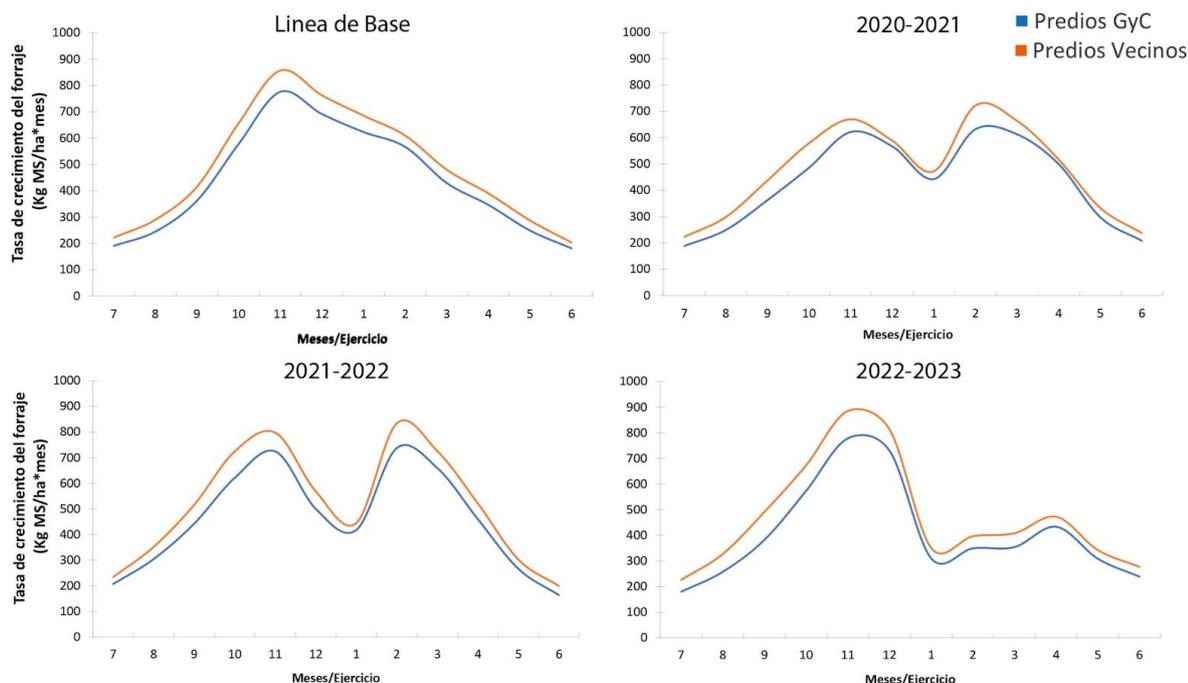


Figura 16. Evolución de la producción de pasto en Kg MS/ha*mes para los predios del grupo + Pasto, que tuvieron menor productividad que sus vecinos. La línea azul corresponde a los predios participantes del proyecto y la línea naranja a los predios vecinos.

Tabla 7. Tasa de crecimiento del forraje para la línea de base y los últimos tres ejercicios del predio GyC y su vecino, del grupo A (+) pasto, con un patrón inverso de menor productividad.

PPNA Kg/ha*año	Línea Base		Ejercicio 2020-2021		Ejercicio 2021-2022		Ejercicio 2022-2023	
	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino
GRUPO A Patrón (-) PPNA	5239	5858	5163	5737	5508	6223	4895	5662

7.2 Grupo B. (-) Pasto

Los 7 predios GyC que trabajaron con igual o menor altura de pasto que sus vecinos tuvieron en promedio, tasas de crecimiento de pasto similares durante los últimos 6 últimos años. La figura 17 muestra la evolución de la producción de pasto para cada mes, expresada en Kg MS/ha*mes, para los últimos 6 ejercicios. El pico máximo de productividad se obtuvo durante la primavera-verano del 2018-2019. Si se comparan los periodos estivales, durante el verano 2022-2023 se obtuvo el pico mínimo de productividad de los 6 ejercicios.

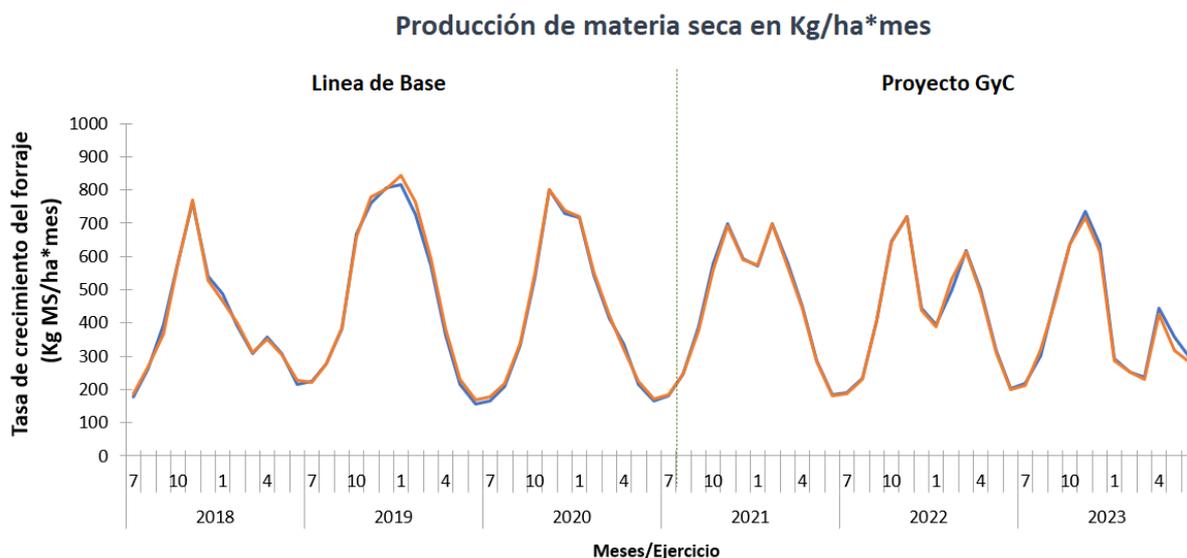


Figura 17. Evolución de la producción de pasto en Kg MS/ha*mes para los predios del grupo - Pasto. La línea azul corresponde a los predios participantes del proyecto y la línea naranja a los predios vecinos.

En la tabla 8 se muestra la productividad en KG MS/ha*año de los últimos tres ejercicios y el promedio de los ejercicios de la línea de base (2017-2018/2018-2019/2019-2020), para el predio participante y para su vecino del grupo B, predios GyC que trabajaron con igual o menor altura de pasto que sus vecinos. La productividad promedio de los tres ejercicios de la línea de base fue de 5302 Kg MS/ha*año para los predios participantes y de 5365 Kg MS/ha*año para sus vecinos (Tabla 8). En el ejercicio 2020-2021, la producción de pasto fue de 5456 y 5395 kg MS/ha*año, para los potreros participantes y sus vecinos respectivamente. En el 2021-2022 la productividad alcanzó un valor de 5169 kg MS/ha*año para los predios participantes y 5165 kg MS/ha*año para los predios vecinos, y los valores mínimos se obtuvieron durante el último ejercicio, registrando un valor de 4888 kg MS/ha*año para los predios participantes y de 4763 kg/MS/ha*año para los vecinos.

Grupo B. (-) Pasto

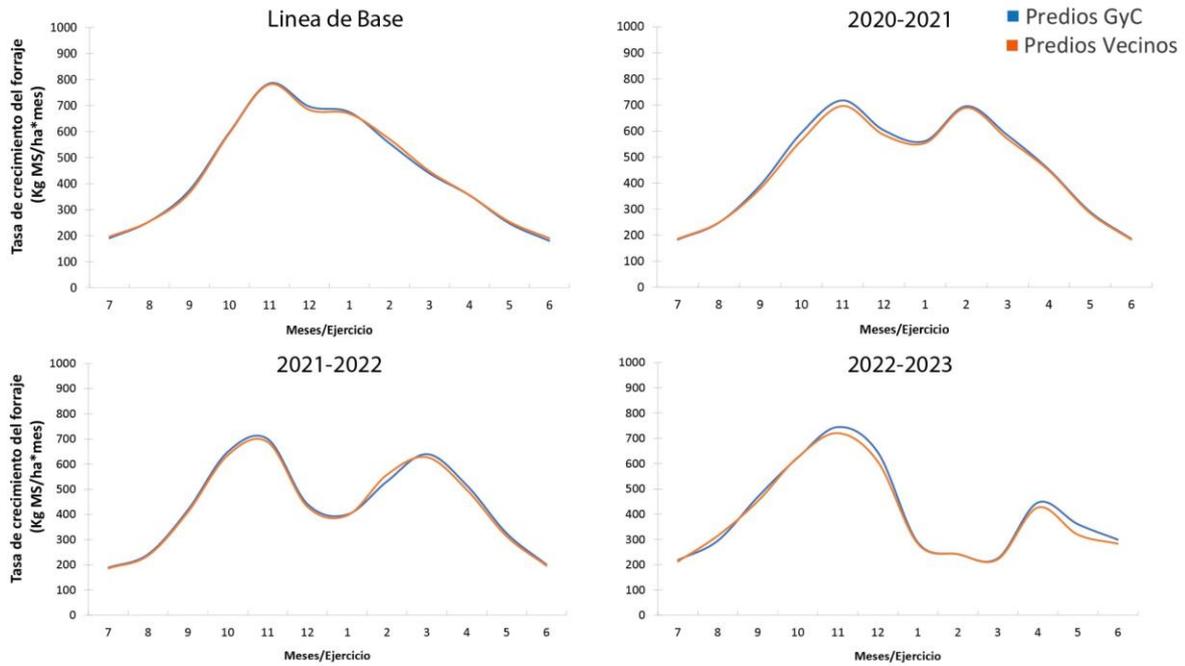


Figura 18. Evolución de la producción de pasto en Kg MS/ha*mes para los predios del grupo B (-) Pasto, que tuvieron menor productividad que sus vecinos. La línea azul corresponde a los predios participantes del proyecto y la línea naranja a los predios vecinos.

Tabla 8. Tasa de crecimiento del forraje para la línea de base y los últimos tres ejercicios del predio GyC y su vecino, del grupo B (-) Pasto.

PPNA Kg/ha*año	Línea Base		Ejercicio 2020-2021		Ejercicio 2021-2022		Ejercicio 2022- 2023	
	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino
GRUPO B	5302	5365	5456	5395	5169	5165	4888	4763

7.3 Cambios en la producción de pasto y resistencia a la sequía

Se estimó el porcentaje de cambio de la PPNA del periodo del proyecto GyC para los predios participantes y para sus vecinos con respecto de la línea de base. Estas estimaciones se realizaron para los 13 predios del grupo A, que trabajaron con más altura de pasto que sus vecinos (Figura 19). En todos los casos, el porcentaje de cambio en la PPNA fue negativo para los predios GyC y sus vecinos durante las primaveras y los veranos de los tres años de implementación del proyecto, respecto de su línea de base (debido a las sequías). Esto indica, que la PPNA se redujo durante el periodo de mayor producción de forraje en los tres años del proyecto, por efecto de las sequías primavera-estivales de los últimos años.

Durante la primavera del ejercicio 2020-2021 la reducción de la tasa de crecimiento fue del 12 % para los predios GyC y 13 % para sus vecinos, y del 8 % y 9 % respectivamente durante el verano. En la primavera del 2021-2022 no se observaron cambios en la PPNA para los predios GyC, y los predios vecinos tuvieron una leve reducción del 3 %. Sin embargo, en el verano, la reducción de la PPNA fue del 8 % y del 9 % para los predios GyC y sus vecinos, respectivamente. Finalmente, durante el último ejercicio, la reducción de la tasa de crecimiento del forraje de primavera fue del 5 % para los predios GyC y del 7 % para sus vecinos, y del 31 % para los potreros GyC y de 32 % para sus vecinos, durante el verano.

El mayor impacto sobre la tasa de crecimiento del pasto se observó durante el verano 2022-2023, y durante la primavera del 2020-2021, dos periodos con baja disponibilidad de agua en el suelo (Figura 11, entregable 35). Sin embargo, en todos los periodos primavera-estivales la reducción de la PPNA fue mayor para los predios vecinos que para los predios GyC, indicando un mayor impacto de la sequía sobre la PPNA en los predios con menor altura de pasto, que sobre los que lograron trabajar con mayor altura, durante los tres años del proyecto.

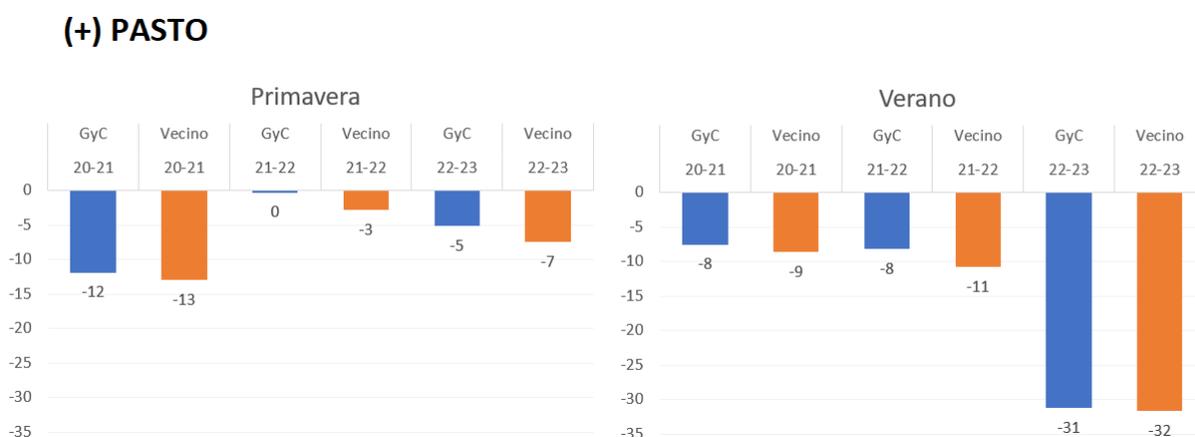


Figura 19. Porcentaje de cambio de la PPNA entre el periodo GyC respecto de su línea de base de los predios del grupo A. Las barras azules corresponden a los predios participantes del proyecto y las barras naranjas a los predios vecinos.

8. Mediciones de la biodiversidad vegetal

Para medir la riqueza (la cantidad) y la diversidad de especies vegetales, así como su identidad se realizaron censos de especies vegetales a lo largo de una transecta en cada sitio de estudio. Los censos fueron realizados en la primavera del 2020 y luego se repitieron en los mismos lugares en la primavera del 2022, tanto en los potreros de los predios participantes como en sus potreros vecinos. Los resultados mostraron que en promedio en los potreros de los predios participantes del proyecto pertenecientes al grupo A (+pasto) había 63,3 especies vegetales en el 2020 y 64,8 especies en la primavera del 2022 (Tabla 9). En los predios vecinos, por el contrario, el número de especies promedio pasó de 64,9 a 63,3 en el mismo periodo, disminuyendo probablemente debido a la sequía. Estos resultados sugieren que, a pesar de la sequía, los predios participantes del proyecto lograron mantener o aumentar su número de especies (aunque esta tendencia no fue estadísticamente significativa). Un resultado similar, aunque de menor magnitud se observó en la diversidad de especies, estimada a partir del índice de Shannon.

Por otro lado, la cobertura de gramíneas (pastos) en el predio participante fue de 68,8 % en el 2020 y de 67,6 % en el 2022 y se redujo de 69,7 % a 57,6 % en el mismo periodo en los predios vecinos (Tabla 9). Esto significó un aumento de casi el 15 % en la cobertura de gramíneas en los predios participantes con respecto a sus vecinos (Tabla 9). Por otro lado, la cobertura de dicotiledóneas en los predios participantes fue de 18,9 % en el 2020 y de 28,5 % en el 2022 y pasó de 19,6 % a 36,5 % en el mismo periodo en los predios vecinos (Tabla 9).

Tabla 9. Promedio de riqueza de especies, diversidad Shannon y cobertura de gramíneas y dicotiledóneas de los predios participantes del proyecto GyC y sus vecinos para el año 2020 y 2022. Sólo sitios del grupo A (+pasto).

	Primavera 2020		Primavera 2022		Cambio con respecto a vecinos	Cambio con respecto a vecinos %
	GyC	Vecino	GyC	Vecino		
Riqueza total de especies	63,3 ns	64,9 ns	64,8 ns	63,3 ns	+3,2 ns	+5,0 ns
Diversidad Shannon	2,10 ns	2,14 ns	2,27 ns	2,30 ns	+0,010 ns	+0,48% ns
Cobertura de Gramíneas (%)	68,8 ns	69,7 ns	67,6 *	57,6 *	+10,9 *	+15,8 *
Cobertura de Dicotiledóneas (%)	18,9 ns	19,6 ns	28,5 ns	36,5 ns	-7,2 ns	-38,4 ns

Finalmente, la identidad y proporción de las principales especies presentes en el año 2020 y 2022 fueron similares en promedio entre los potreros GyC del grupo A y sus vecinos. Pero ambos tipos de potreros sufrieron cambios de especies durante el proyecto, aunque conservando muchas de las especies más abundantes (Figura 20). En términos generales se observan proporciones similares de especies entre los potreros GyC y sus vecinos, con leves cambios en algunas especies. Por ejemplo, se observa una mayor proporción de *Richardia humistrata* y *Eryngium nudicaule* en los predios vecinos y aumentos en la proporción de *Nasella Nessiana*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum dilatatum*, así como de *Eryngium horridum* en los predios GyC (Figura 20).

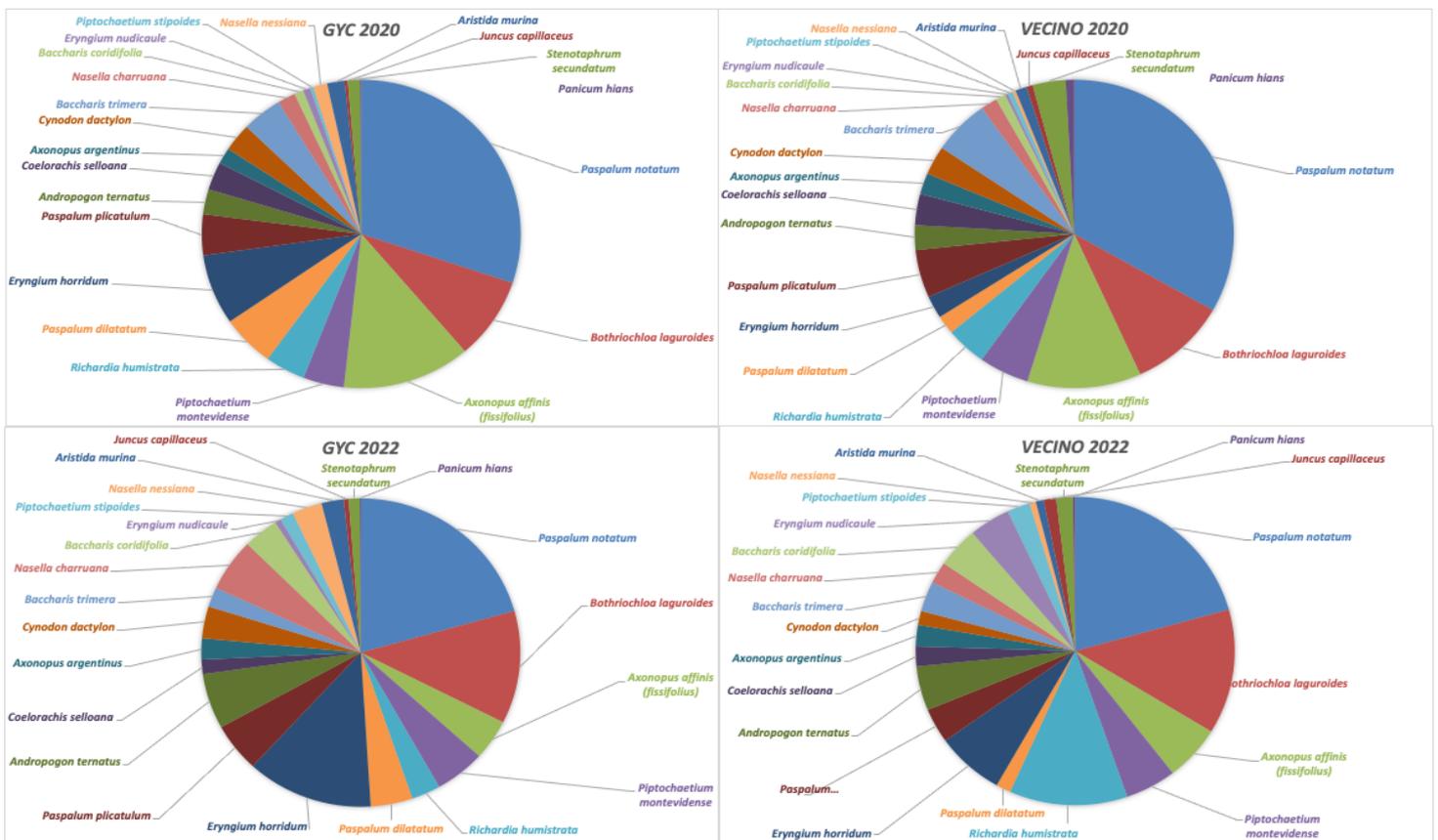


Figura 20. Proporción relativa de la cobertura de las principales especies relevadas en los censos de vegetación promedio para cada zona durante la primavera del 2020 y del 2022. Promedio de predios del Grupo A (+Pasto).

9. Mediciones de la Fertilidad de los suelos

Mediante muestreos de suelos se evaluaron los cambios en la fertilidad del suelo a través de un análisis del potencial de mineralización de nitrógeno en condiciones anaeróbicas (también llamado PMN o Nan). Se compararon los contenidos de Nan en los primeros 5 cm de suelo de los potreros pertenecientes al proyecto GyC y sus vecinos (Ver figura 21). En estos sitios también se tomaron muestras de suelo a las cuales se realizarán análisis de contenidos de carbono y nitrógeno en la fracción particulada y asociada a los minerales, pero estos resultados correspondientes a las muestras de suelo tomadas en el 2022 estarán disponibles al final del año, debido a los tiempos de análisis requeridos por los laboratorios (los datos para el año 2020 ya han sido reportados [en este documento](#)).

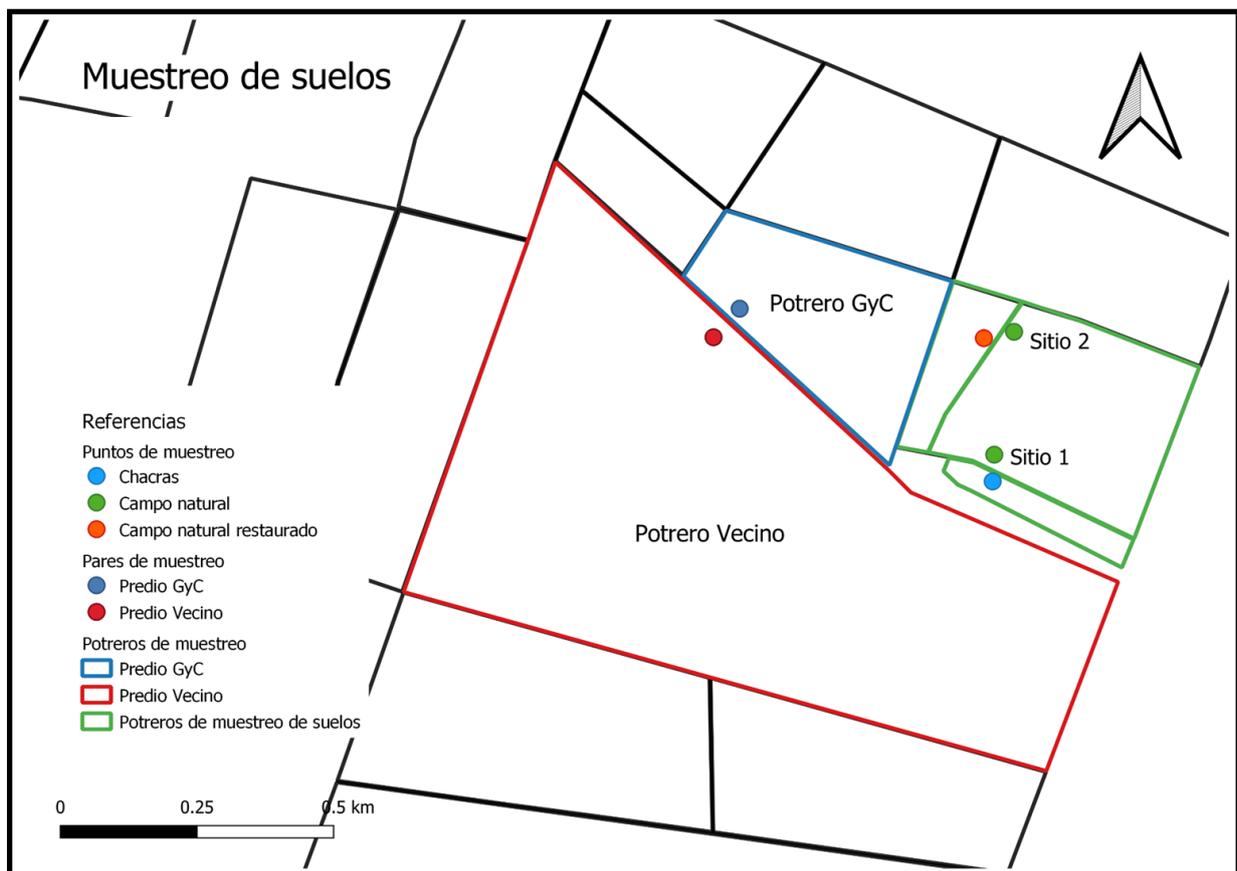


Figura 21. Ejemplo de ubicación de los sitios muestreados en un predio.

El potencial de mineralización de nitrógeno es un indicador rápido de la fertilidad del suelo y su capacidad de aportar nitrógeno a las plantas. Los resultados mostraron que existió mucha variabilidad en el contenido de Nan entre los distintos potreros evaluados, tanto del grupo A como del grupo B, y no se detectaron diferencias significativas entre los potreros participantes del proyecto o sus vecinos, ni el año 2020 ni en el 2022 (Tabla 10, Figura 22). Sin embargo, se observó una tendencia a que en los

potreros del Grupo A (más pasto en los predios GyC) los contenidos de Nan fueran mayores en los predios GyC que sus vecinos y una tendencia inversa en los predios del grupo B (Tabla 10, figura 22), aunque en ambos casos estas tendencias no fueron significativas estadísticamente.

Tabla 10. Contenidos nitrógeno anaeróbico mineralizable (Nan) en los predios GyC y sus vecinos para los años 2020 y 2022.

	2020		2022		Diferencias	
	GyC	Vecino	GyC	Vecino	2020	2022
Grupo A (+Pasto)	207	191	177	171	15,7 ns	5,8 ns
Grupo B (-Pasto)	184	188	176	198	-4,1 ns	-22 ns

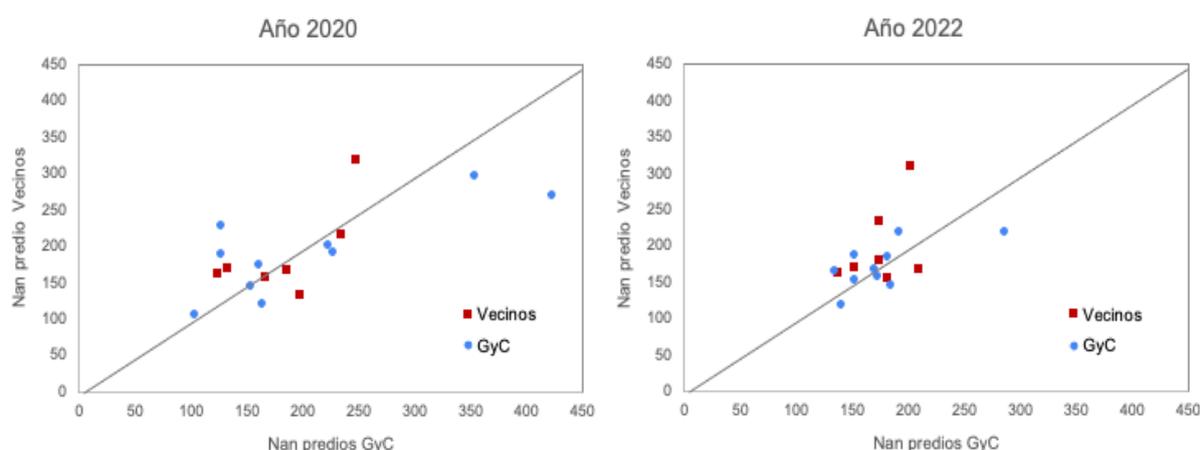


Figura 22. Contenidos nitrógeno anaeróbico mineralizable (Nan) en los predios GyC y sus vecinos para los años 2020 (panel izquierdo) y 2022 (panel derecho). Cada punto representa un sitio pareado, y la línea 1:1 señala los sitios en donde los contenidos de Nan fueron iguales en los predios GyC y sus Vecinos.

Por otro lado, para evaluar el efecto sobre la fertilidad del suelo de realizar una chacra (verdes, cultivos de grano, etc.) o de abandonar la agricultura y dejar que se regenere el campo natural, se buscaron en los predios dos porteros adyacentes que tuvieran uno un campo natural como referencia y el lindero que fuera una chacra o un campo natural regenerado (ver ejemplo para un predio en Figura 21). En distintos predios del proyecto se identificaron estas situaciones, totalizando 14 sitios pareados de campo natural y chacras y 15 sitios pareados de campo natural y campo natural regenerado.

Los resultados del análisis mostraron que la pérdida de fertilidad del suelo por hacer chacra fue en promedio de -30 % ($p=0.0001$) (Tabla 11). Los sitios de más fertilidad inicial (mayores valores de potencial de mineralización de nitrógeno en el campo

natural) fueron los que mostraron una disminución mayor en los valores de potencial de mineralización de nitrógeno luego de realizar agricultura (Figura 23).

Tabla 11. Cambios promedio en la fertilidad del suelo al realizar una chacra en comparación al campo natural de referencia (n=14).

	Campo Natural	Chacra	Diferencia	Diferencia en %
Potencial de mineralización de nitrógeno (mg de Nitrógeno/kg de suelo)*	196	132	-65	-30% (p=0.0001)

*primeros 5 cm del suelo.

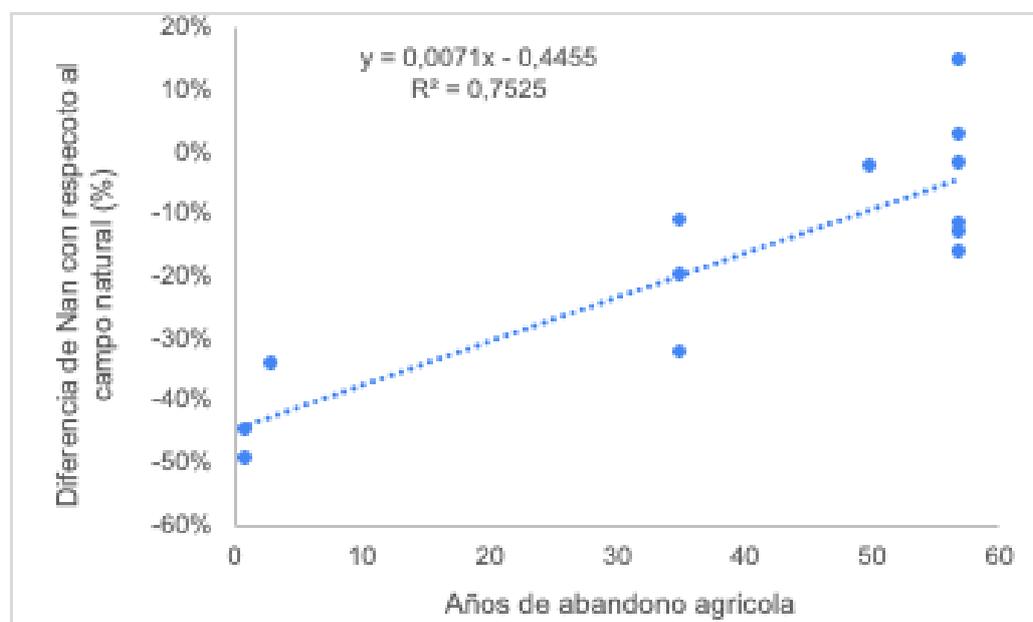


Figura 23: Contenidos de Nitrógeno anaeróbico mineralizable (Nan), un indicador de la fertilidad del suelo, en cada sitio pareado de campo natural y chacra. Análisis realizados para los primeros 5 cm del suelo.

Por otro lado, el campo natural regenerado presentó valores de fertilidad similares a los del campo natural luego de casi 70 años de regeneración, sugiriendo que en ese tiempo se logran restablecer los niveles de fertilidad del suelo luego del abandono de las chacras (Figura 24). La tasa de aumento de fertilidad (medida como Nan) fue de aproximadamente 0,007 gramos de nitrógeno por kg de suelo/año, que representa un aumento de la disponibilidad de N potencialmente mineralizable de aproximadamente 300 gr/ha por año en los primeros 5 cm del suelo.

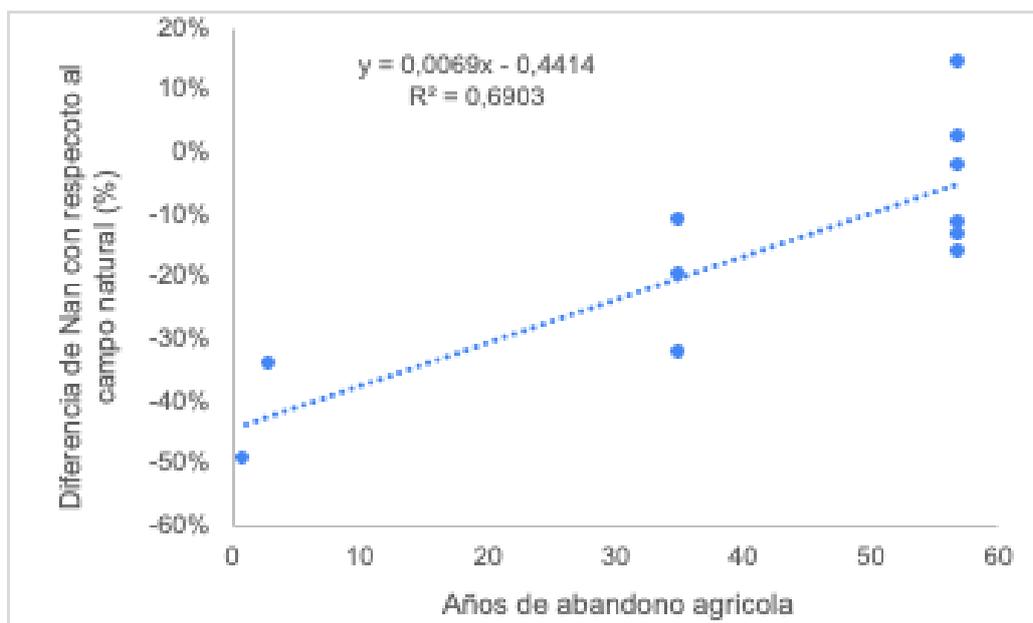


Figura 24: Diferencia en el Nitrógeno anaeróbico mineralizable (Nan), un indicador de la fertilidad del suelo, entre cada par de campo natural regenerado y campo natural, en función de la edad de abandono desde la agricultura (tiempo en regeneración del campo natural). Análisis realizados para los primeros 5 cm del suelo.

10. Mediciones de la calidad del agua.

En esta sección se muestran los datos de calidad de agua de cuerpos de agua (cañadas, tajamares y lagos naturales) presentes en los potreros donde se hicieron el resto de las mediciones a campo. Las mediciones de agua se realizaron en el verano del 2021 y en las primaveras 2020, 2021 y 2022 en los predios participantes de GyC y en sus vecinos. En cada cuerpo de agua se midió al menos tres veces en diferentes zonas de espejo de agua para abarcar la heterogeneidad ambiental. Los cuerpos de agua muestreados fueron cuerpos de agua lénticos (lagos naturales, tajamares y una cantera abandonada) y lóxicos (arroyos y cañadas) en zonas de remansos. Sin embargo, en este informe se presentan resultados de tajamares, cañadas y lagos naturales, dado que son los cuerpos de agua que están más influenciados por los potreros donde se encuentran. En cambio, los arroyos que son de un mayor caudal que las cañadas, pertenecen a cuencas mayores y tienen influencia de zonas más distantes que pueden incluso ser de predios vecinos no linderos. Por otra parte, la cantera muestreada es un sistema poco comparable con otros cuerpos de agua por su profundidad, origen, fondo y laterales de piedra, etc., motivo por el cual tampoco fue incluido en el análisis. La medición de calidad del agua se basa en cinco variables que fueron medidas con el sensor de mano o multiparámetro (HORIBA). Las variables son: cantidad de oxígeno disuelto, turbidez, temperatura, acidez (pH) y conductividad.

Tabla 12. Calidad de agua de los predios del grupo A. Se muestran valores promedios de oxígeno disuelto (mg/L), turbidez (Unidades Nefelométricas de Turbiedad, UNT), temperatura (°C), pH y conductividad (mS/cm) para el grupo A (+pasto) previamente descrito. Se muestran resultados para Cañadas, Lagos naturales y Tajamares. Letras distintas indican diferencias significativas con prueba de Tukey (p<0.05) para cada variable a lo largo de los muestreos en predios GyC y vecinos.

GRUPO A. (+) Pasto	Primavera 2020		Primavera 2021		Primavera 2022		Verano 2021	
	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.40a	6.71a	6.88a	7.01a	7.47a	7.47 ^a	5.98a	7.42a
Turbidez (UNT)	54.5a	25.2a	83.4a	18.6a	61.8a	98.7 ^a	37.2a	33.1a
Temperatura (°C)	24.5ab	22.9a	25.4 ab	27.4b	23.9a	25.9ab	23.8a	24.8ab
pH	7.74 abcd	7.53 abcd	7.94 abc	7.68 abd	7.47 ad	7.28d	8.25 bc	8.30c
Conductividad (mS/cm)	0.25a	0.16a	0.23a	0.30a	0.19a	0.20 ^a	0.23a	0.19a

Tabla 13. Calidad de agua de los predios del grupo B. Se muestran valores promedios de oxígeno disuelto (mg/L), turbidez (Unidades Nefelométricas de Turbiedad, UNT), temperatura (°C), pH y conductividad (mS/cm) para el grupo B (-pasto) previamente descrito. Se muestran resultados para Cañadas, Lagos naturales y Tajamares. Letras distintas indican diferencias significativas con prueba de Tukey (p<0.05) para cada variable a lo largo de los muestreos en predios GyC y vecinos.

GRUPO B. (-) Pasto	Primavera 2020		Primavera 2021		Primavera 2022		Verano 2021	
	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino	GyC	Vecino
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.64ab	2.27a	6.24a b	6.79b	7.28b	6.63b	5.36a b	6.41b
Turbidez (UNT)	90.7a	13.1a	48.4a	77.6a	115a	82.5a	69.7a	29.6a
Temperatura (°C)	24.6abc	19.6ab	29.9d	30.1cd	22.5a	22.3a	23.5a b	26.1bc
pH	8.38a	8.13a	8.32a	8.17a	6.94b	6.70b	8.17a	8.18a
Conductividad (mS/cm)	0.17a	0.06a	0.40a	0.23a	0.22a	7.26a	0.17a	0.15a

La calidad del agua no mostró grandes diferencias entre los predios GyC y vecinos en los grupos A y B descritos (Tablas 12 y 13). Si bien hay algunas diferencias para las variables de temperatura, acidez (pH) y oxígeno disuelto, estas diferencias están marcadas principalmente por el momento de muestreo más que por las diferencias de manejo entre predios GyC y vecinos. Por otra parte, para las variables que sí podrían estar influenciadas por las prácticas de manejo, como son la turbidez y la conductividad, no se observaron diferencias significativas entre los predios GyC y vecinos a lo largo de los muestreos en ninguno de los dos grupos de altura de pasto A y B, previamente identificados.

Las evaluaciones de la calidad del agua mostraron que en los potreros evaluados la calidad del agua es en general buena. Sin embargo, en ningún predio muestreado los cuerpos de agua tenían limitado el acceso del ganado, lo que se asoció en algunos casos a altos valores de turbidez. Dado esto, sugerimos evitar que el ganado ingrese a los cuerpos de agua para disminuir la resuspensión de sedimento y la erosión de las márgenes provocado por el pisoteo, aumentando la turbidez del agua. Además, el ingreso y permanencia de animales en el agua aumenta la concentración de nutrientes a través del aporte de materia fecal y orina. Ambos factores favorecen que ocurran procesos que empeoran la calidad del agua y pueden incluso afectar negativamente la salud animal de ganado.

11. Mediciones de Aves

Para evaluar la riqueza y abundancia de aves entre ambos predios (GyC y vecinos) y las cuatro regiones del país se realizaron muestreos a través de transectas lineales de 400 metros de largo y 200 metros de ancho, seleccionando entre dos y tres transectas por predio. Los muestreos fueron realizados en marzo y primeros días de abril de 2021 entre las 9:00 y las 18:00, aproximadamente medio año luego de los cambios de manejo en la mayoría de los predios GyC.

Para analizar la riqueza de aves fueron utilizados modelos generalizados mixtos (GLMMs). Para ello las aves fueron categorizadas según su grado de dependencia con los pastizales (aves obligatorias y facultativas de pastizal) y su asociación con la altura del pastizal (aves especialistas de pasto corto, de pasto alto y especies que utilizan un rango amplio de alturas). Para los modelos de abundancia fueron utilizados modelos de abundancia N-mixture, considerándose únicamente aquellas especies con frecuencia de ocurrencia mayor o igual a 8 % (Figura 24).



Figura 24. Especies con mayor frecuencia de ocurrencia en los predios participantes (GyC) y los vecinos. Arriba izquierda: Tero (*Vanellus chilensis*), Arriba derecha: Perdiz (*Nothura maculosa*), Abajo izquierda: Batitú (*Bartramia longicauda*), Abajo derecha: Ñandú (*Rhea americana*)

No hubo diferencias en la riqueza de aves entre los predios participantes (GyC) y los predios vecinos. Esto puede deberse a que las diferencias en la estructura de la vegetación entre ambos predios no hayan sido de una magnitud suficiente para repercutir en la comunidad de aves en general. Por otro lado, existieron diferencias en la abundancia de especies entre predios, siendo la abundancia de la Perdiz (*Nothura maculosa*) mayor en los predios participantes (GyC) y la abundancia del Tero (*Vanellus chilensis*) mayor en los predios vecinos (Figura 25). Es de destacar que estas dos especies fueron las más frecuentes en los muestreos y que cada una respondió según sus requerimientos específicos. La Perdiz necesita de una estructura más heterogénea del pastizal, en donde exista un segundo estrato para poder esconderse de posibles depredadores, características que estuvieron mayor presentes en los predios participantes (GyC). Mientras que el Tero se ve favorecido por los pastizales homogéneamente cortos, característica presente en mayor medida en los predios vecinos.

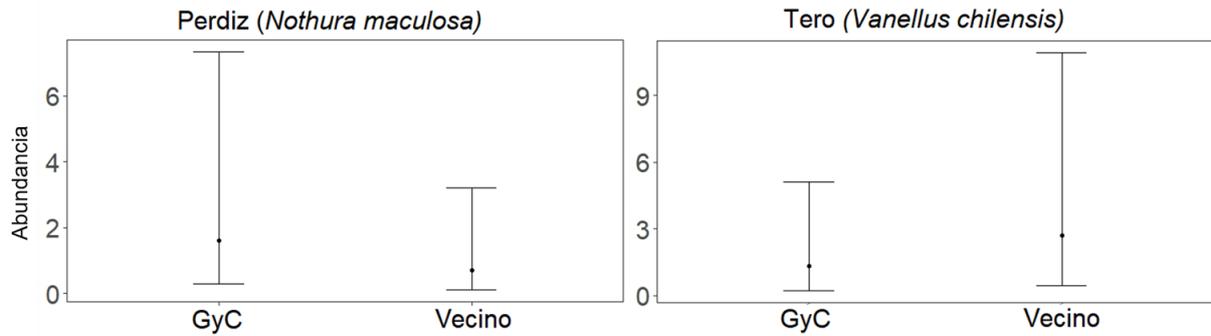


Figura 25. Predicciones de abundancia y su correspondiente intervalo de credibilidad (2.5 – 97.5%) de dos especies especialistas de pastizal que mostraron diferencias entre los predios participantes (GyC) y los predios vecinos.

Respecto a las diferencias regionales de aves, la riqueza total de especies, de especies facultativas de pastizal y de especies que utilizan un rango amplio de alturas del pastizal fue menor en el Centro que en el resto de las regiones, mientras que en el Norte hubo una tendencia a albergar mayores riquezas. En cuanto a la abundancia de especies, el Batitú (*Bartramia longicauda*) presentó mayor abundancia en el Norte que en el resto de las regiones, mismo patrón observado en el Ñandú (*Rhea americana*), que tendió a mayores abundancias en el Norte (Figura 26).

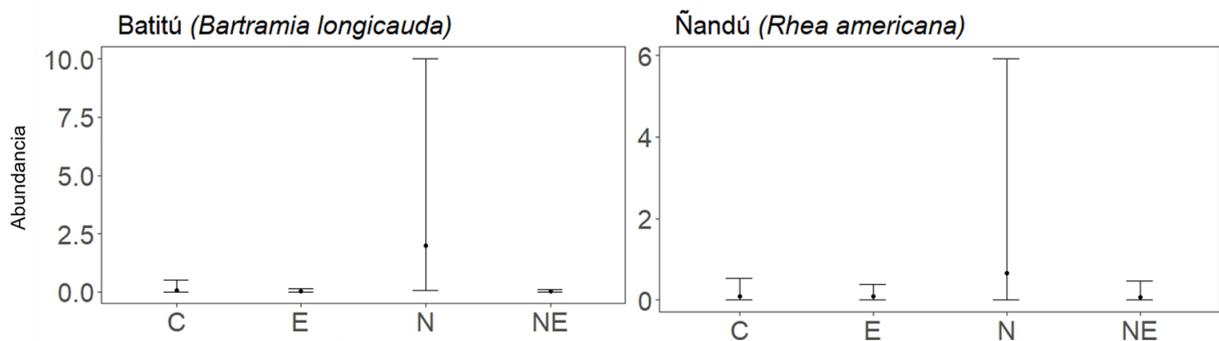


Figura 26. Predicciones de abundancia y su correspondiente intervalo de credibilidad (2.5 – 97.5%) de dos especies especialistas de pastizal que mostraron diferencias regionales en Uruguay. En eje por las regiones de Uruguay: Centro (C), Este (E), Norte (N) y Noreste (NE).

12. Consideraciones finales

En este informe se presentaron los resultados de las mediciones ambientales intensivas realizadas a campo en los veinte predios participantes del proyecto y en veinte predios vecinos. Debido a la gran cantidad de muestras tomadas y a los tiempos normales de procesamiento del laboratorio, aún restan procesar y analizar algunas muestras cuyos resultados serán luego enviados a los productores y productoras del proyecto, así como autoridades y otros grupos de interés. En este informe se presentarán resultados y patrones generales a partir del análisis conjunto de las mediciones realizadas en todos los predios.

En términos generales los análisis realizados mostraron que **13 de los 20 potreros evaluados perteneciente a los predios participantes del proyecto GyC lograron trabajar con mayores alturas de pasto** (Grupo A +pasto) que sus vecinos (aproximadamente entre 0,5 a 1cm más que los vecinos). Estas mayores alturas de pasto se asociaron con mayores biomásas de pasto ofertadas en los potreros GyC, ya que se obtuvo una asociación positiva entre la altura de pasto y la biomasa presente.

Estos pequeños cambios en la altura de pasto no se vieron reflejados en diferencias significativas en la calidad de las heces recolectadas en los potreros, pero si se observó una **tendencia de aumento de la frecuencia de heces tipo 3 (de buena calidad) durante el proyecto en los potreros de los predios GyC del Grupo A con respecto a sus vecinos y no en los potreros del grupo B**. Por otro lado, también se observaron pequeñas disminuciones en la calidad del forraje ofertado en los predios GyC con mayor altura de pasto en comparación con sus vecinos. Al comparar la calidad de las heces y de la vegetación ofertada, se observó que **en un porcentaje importante de los predios (cerca al 70 %) el ganado mostro una mayor selectividad en su dieta**, es decir que, en comparación con sus vecinos, el ganado que se encontraba en los potreros pertenecientes a predios del proyecto, pudo realizar una mayor selección de las especies que consumió en su dieta, lo cual estuvo relacionado a una mayor altura de pasto en estos predios.

Por otro lado, no se observaron cambios importantes en la producción de forraje de los potreros (la PPNA) durante el proyecto en comparación con sus vecinos, aunque sí disminuciones con respecto a la línea de base (debido a las sequías). Tanto los potreros del Grupo A como del Grupo B no mostraron diferencias significativas en la producción de forraje con respecto a sus vecinos, a pesar de la mayor altura de pasto registrada en los potreros del grupo A. Dentro del grupo A, se agruparon los predios en dos subgrupos, unos donde la producción de forraje previa al proyecto y luego durante el proyecto fue más alta que la de sus vecinos y otro subgrupo que antes del proyecto y luego del mismo presentaron valores menores de producción de forraje. En ambos grupos no se observó un efecto significativo del proyecto. Sin embargo, si **se observó una mayor resistencia a la sequía de la producción de forraje en los predios GyC del Grupo A**, al comparar las disminuciones en la producción de forraje durante las primaveras y veranos de los predios GyC y de sus vecinos, los cuales mostraron

disminuciones mayores de su producción de forraje con respecto de su línea base que los predios participantes del proyecto.

La riqueza y la diversidad de las especies vegetales tendió a aumentar o conservarse (pese a la sequía) en los predios GyC del grupo A en comparación a sus vecinos, aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Si **se observaron aumentos significativos en la cobertura relativa de gramíneas en los predios GyC y una tendencia a disminuir la cobertura de dicotiledóneas**. La riqueza y diversidad de especies de aves, tampoco mostró diferencias significativas entre los predios participantes y sus vecinos, aunque si se observaron cambios significativos en las abundancias de algunas especies particulares.

La fertilidad del suelo (medida a mediante del potencial de mineralización de nitrógeno o Nan) no cambio significativamente entre los potreros GyC y sus vecinos al final del proyecto. Sin embargo, si observamos disminuciones, en promedio de un 30 %, al realizar una chacra y cultivos agrícolas en comparación con el campo natural circundante. En los potreros en donde se habían realizado chacras viejas, pero luego fue abandonada la agricultura, y por lo tanto se regeneró el campo natural, observamos aumentos en la fertilidad del suelo durante la edad de abandono. Los niveles de fertilidad natural parecen restablecerse luego de 70 años aproximadamente, mostrando una tasa de aumento de la fertilidad de 0,007 gramos de nitrógeno por kg de suelo/año.

La calidad del agua no mostró diferencias significativas entre los predios GyC y vecinos en los grupos A y B. Estas mediciones de la calidad del agua sugieren que en general en los potreros evaluados la calidad del agua es buena. Sin embargo, en ningún predio muestreado los cuerpos de agua tenían limitado el acceso del ganado, lo que se asoció en algunos casos a altos valores de turbidez en el agua.

Finalmente queremos agradecer enormemente la colaboración y participación en la recolección de muestras de las productoras y los productores del proyecto Ganadería y Clima, y de los productores vecinos y las productoras vecinas, que amablemente nos permitieron realizar las mediciones en sus establecimientos y nos brindaron toda la información necesaria.