



## **ATN\_RF-16926-RG. Intensificación sostenible de sistemas ganaderos con leguminosas: plataforma de cooperación Latinoamericana y del Caribe**

**Producto 9. Informes técnicos anuales. Secuestro de Carbono y Nitrógeno en praderas mejoradas con leguminosas en la XI Región de Aysén, Chile.**

**Francisco Salazar, Marcelo Panichini y Camila Reyes. INIA Chile 2024.**



Ministry for Primary Industries  
Manatū Ahu Matua



**PROCISUR**



**FONTAGRO**



Códigos JEL: Q16

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

El presente documento ha sido preparado por Francisco Salazar y equipo INIA Chile.

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

**FONTAGRO**

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

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



# Cuadro de Contenidos

<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>8</b>
Descripción de entorno y calicatas de un tipo de suelo sometido a tres diferentes manejos en la XI Región de Aysén, Chile .....	8
Descripción de entorno .....	8
Descripción de calicatas .....	14
Determinación del stock de Carbono y Nitrógeno en suelo .....	14
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>15</b>
Descripción física y morfológica de los sitios de muestreo .....	15
Stock de Carbono .....	21
Stock de Nitrógeno .....	23
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>25</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>25</b>
<b>INSTITUCIONES PARTICIPANTES</b> .....	<b>27</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista panorámica de los 3 sitios: 1: Pradera naturalizada mejorada vía fertilización con P y S, lo que favorece un mayor porcentaje de contribución del trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> ). 2: Bosque de lenga, corresponde a la vegetación original del sitio, con mínima intervención. 3: Pradera naturalizada degradada.....	9
Figura 2. Esquema general de pedones estudiados en el proyecto. ....	10
Figura 3. Mapa de ubicación de calicatas y topografía del lugar. Calicatas en pradera mejorada. ....	11
Figura 4. Mapa de ubicación de calicatas y topografía del lugar. Calicatas en Bosque de Lengas. ....	12
Figura 5. Mapa de ubicación de pedones y topografía del lugar. Ubicación de pedones en la pradera degradada.....	13
Figura 6. Calicata y sector aledaño a pradera mejorada.....	17
Figura 7. Perfil de la Calicata y sector aledaño al Bosque de Lenga. ....	19
Figura 8. Pedón y sector aledaño a pradera degradada. ....	21
Figura 9. Stock de C (Mg. ha <sup>-1</sup> ) a 30 cm de profundidad en: pradera naturalizada mejorada, pradera degradada y bosque de Lenga. Las barras representan el error estándar de la media (n= colocar el número de muestras). Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a Tukey ( $p \leq 0.05$ ) .....	22
Figura 10. Stock de C (Mg. ha <sup>-1</sup> ) a 0-10, 10-20 y 20-30 cm de profundidad para la pradera naturalizada mejorada, pradera degradada y bosque de Lenga. Las barras representan el error estándar de la media. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) de acuerdo a diferencia de comparación de medias de Tukey. ....	23
Figura 11. Stock de N (Mg. ha <sup>-1</sup> ) a los 30 cm de profundidad para la pradera naturalizada mejorada, pradera degradada y bosque de Lenga. Las barras representan el error estándar de la media (n=3). Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) de acuerdo con comparación de medias de Tukey.....	24
Figura 12. Stock de N (Mg ha <sup>-1</sup> ) a 0-10, 10-20 y 20-30 cm de profundidad para la pradera naturalizada mejorada, pradera degradada y bosque de Lenga. Las barras representan el error estándar de la media. Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a prueba de comparación de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).....	25



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características físicas y morfológicas del perfil de suelo de la Pradera mejorada. ....	15
Cuadro 2. Características físicas y morfológicas del perfil del Bosque de Lengas .....	17
Cuadro 3. Características físicas y morfológicas del perfil de la Pradera degradada. ....	19



## RESUMEN

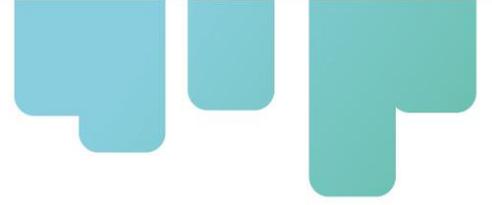
El presente informe entrega antecedentes de la selección y colecta de suelos en la XI Región de Aysén, en el sur de Chile. En estos sitios se seleccionaron suelos con distintos manejos conocidos bajo una condición natural de bosques sin intervención, pradera degradada y praderas con leguminosas, con la finalidad de evaluar el impacto de dichos manejos sobre el stock de carbono y nitrógeno del suelo. Las evaluaciones se realizaron en coordinación con el equipo internacional del proyecto, liderado por EMBRAPA. Para la organización del trabajo se realizaron reuniones técnicas con el equipo de INIA Chile y un taller entre el equipo de INIA y EMBRAPA, con la finalidad de acordar una metodología estandarizada para la colecta. Las muestras de suelo fueron colectadas en distintas calicatas, realizando su caracterización inicial y procesando las muestras para su análisis de carbono en los laboratorios de EMBRAPA en Brasil. Los resultados obtenidos muestran que existe un mayor stock de carbono y nitrógeno en pradera naturalizada y mejorada en comparación al bosque nativo ( $p < 0,05$ ), y se observa un decrecimiento en los contenidos de C y N a medida que incrementa la profundidad en el suelo. Los datos generados contribuyen a generar información base bajo estas condiciones agroclimáticas y uso y manejo de suelo, la cual es reducida a nivel nacional. Bajo las condiciones de estudio se determinó un impacto en el contenido de C y N en el suelo, dependiendo de su uso y/o manejo.

**PALABRAS CLAVE:** CARBONO Y NITRÓGENO DEL SUELO, PRADERAS, LEGUMINOSAS, BOSQUES.

## ABSTRACT

This report provides background information on the selection and collection of soils in the XI Region of Aysén, in southern Chile. In these sites, soils with different management were selected under a natural condition of forests without intervention, degraded grassland and grasslands with legumes, with the purpose of evaluating the impact of said management on the carbon and nitrogen stock of the soil. The evaluations were carried out in coordination with the international project team, led by EMBRAPA. To organize the work, technical meetings were held with the INIA Chile team and a workshop between the INIA team and EMBRAPA, with the purpose of agreeing on a standardized methodology for the collection. The soil samples were collected in different soil profiles, carrying out their initial characterization and processing for carbon and nitrogen analysis in the EMBRAPA laboratories in Brazil. The results obtained show that there is a greater stock of carbon and nitrogen in naturalized and improved grassland compared to the native forest ( $p < 0.05$ ), and a decrease is observed in the contents of C and N as the depth increases in the ground. The data generated contributes to generating base information under these agroclimatic conditions and land use and management, which is reduced at the national level. Under the study conditions, an impact on the C and N content in the soil was determined, depending on its use and/or management.

**PALABRAS CLAVE:** SOIL CARBON AND NITROGEN, GRASSLAND, LEGUMES, FOREST.



## INTRODUCCIÓN

El área muestreada corresponde a suelos de la región de Aysén, del General Carlos Ibáñez del Campo, ubicada en el Sur de Chile, en la Patagonia occidental chilena. La Región tiene una superficie de 108.490 km<sup>2</sup> que es aproximadamente 14,2% de la superficie de Chile continental. Se extiende desde los 43°38' Latitud S. por el Norte y los 49°16' Latitud S. por el Sur, y desde los 71°06' Longitud O hasta las aguas del Océano Pacífico (IGM, 2005).

Este sector originalmente estuvo cubierto por bosques nativos (*e.g. Notofagus spp.*), donde a través de la colonización se abrieron campos para la producción agrícola y ganadera. La región tiene una importante producción ganadera en base a praderas naturales y mejoradas. Los suelos en la región son de los órdenes Entisols, Inceptisols, Histosols, Mollisols, Andisols y Spodosols (Stolpe, 2021), siendo Andosoles donde se colectaron las muestras para el presente estudio.

La región cuenta con una superficie de 108.494 kilómetros cuadrados, de los cuales una parte importante se destina a la ganadería. La producción ganadera se centra principalmente en la cría de bovinos y ovinos. Esta Región tiene distintas áreas edafoclimáticas, dividiéndose transversalmente en: Zona Agroecológica Húmeda, conformada por el sector de canales y fiordos, mientras que su porción continental corresponde a la vertiente occidental de la Cordillera Patagónica; la Zona Agroecológica de Estepa Fría, que ocupa los sectores adyacentes a la frontera Argentina, caracterizada por sus cuencas y amplias mesetas; y la Zona Agroecológica Intermedia (Ganderats, 2001), siendo esta última donde se colectaron muestras de suelo para este estudio.

Entre las características del sector ganadero en la Región de Aysén, se pueden destacar principalmente la producción ganadera de ovinos y bovinos en base a sistemas extensivos de praderas naturales y mejoradas, con muy baja incorporación de praderas sembradas y cultivos.

En la zona intermedia de la región de Aysén, las praderas son principalmente naturalizadas, crecen por períodos muy acotados, básicamente desde fines de octubre hasta enero o febrero, pudiendo rendir desde menos de 1 t MS/ha hasta 2-3 t MS/ha, según el status del suelo y las especies dominantes. Esta pradera se puede mejorar vía fertilización (azufre y fósforo en la zona intermedia) y llegar a rendir normalmente entre 5-8 t MS/ha. La pradera naturalizada fertilizada tiene también un período de crecimiento más amplio, desde octubre hasta fines de marzo o incluso abril consiguiendo mejor calidad nutritiva (Hepp y Stuardo, 2014).

En aquellos suelos que permiten ser cultivados (clase III y IV), es posible intensificar más los sistemas y lograr aumentos sustanciales de producción en praderas y cultivos. Junto con ello es posible la siembra de especies forrajeras de mayor potencial productivo y calidad, como el pasto ovido, ballica perenne y festuca, entre las gramíneas, y tréboles blancos y rosados mejorados. Los rendimientos fluctúan habitualmente entre 7 y 10 t MS/ha, pudiendo en ciertos casos llegar a 12 t MS/ha (Hepp y Stuardo, 2014).



De acuerdo a los antecedentes expuestos, el objetivo del estudio fue evaluar el contenido de carbono en suelos con praderas de leguminosas de la región de Aysén, comparando distintos manejos y sistemas agroecológicos: pradera naturalizada (sin fertilización), pradera naturalizada mejorada (fertilización y/o manejo) y bosque nativo.

## METODOLOGÍA

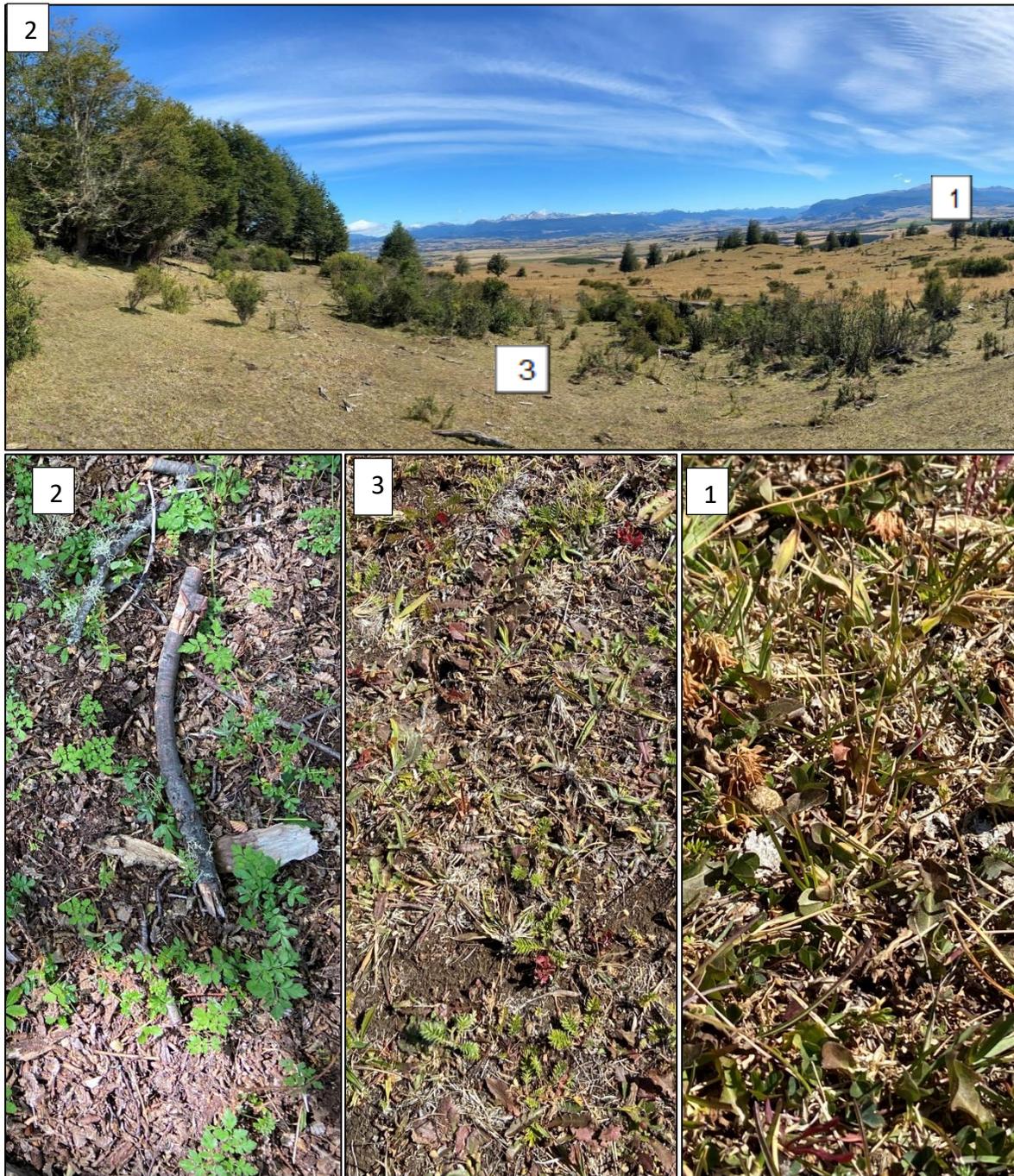
### Descripción de entorno y calicatas de un tipo de suelo sometido a tres diferentes manejos en la XI Región de Aysén, Chile.

#### Descripción de entorno

En la Zona Intermedia de la región de Aysén, ubicada en la vertiente oriental de la cordillera, es frecuente el clima andino boreal (Cfc), mientras que en zonas más bajas (habitualmente bajo 500 m sobre el nivel del mar) se encuentra el clima templado húmedo intermedio. En este último caso, la precipitación promedio anual puede fluctuar entre los 800-1.200 mm y en localidades como Coyhaique, la temperatura media anual está en torno a los 8,1°C, la máxima media anual es de 13°C, mientras que la temperatura mínima media anual es de 4,4°C. El mes más cálido (enero) presenta una temperatura media de 13,7°C, una máxima media de 19,5°C, y una mínima media de 8,8°C. El mes más frío (julio) tiene una temperatura media de 2,0°C, una máxima media de 5,5°C, y una mínima media de -0,4°C. La amplitud térmica media entre el mes más cálido y el más frío es de 11,7°C (Hepp, 2022).

Los sitios seleccionados para el muestreo de suelo de este estudio corresponden a un área edafoclimática representativa de la región de Aysén, donde existen praderas y bosques nativos característicos de esta zona (*e.g. Nothofagus spp.*).

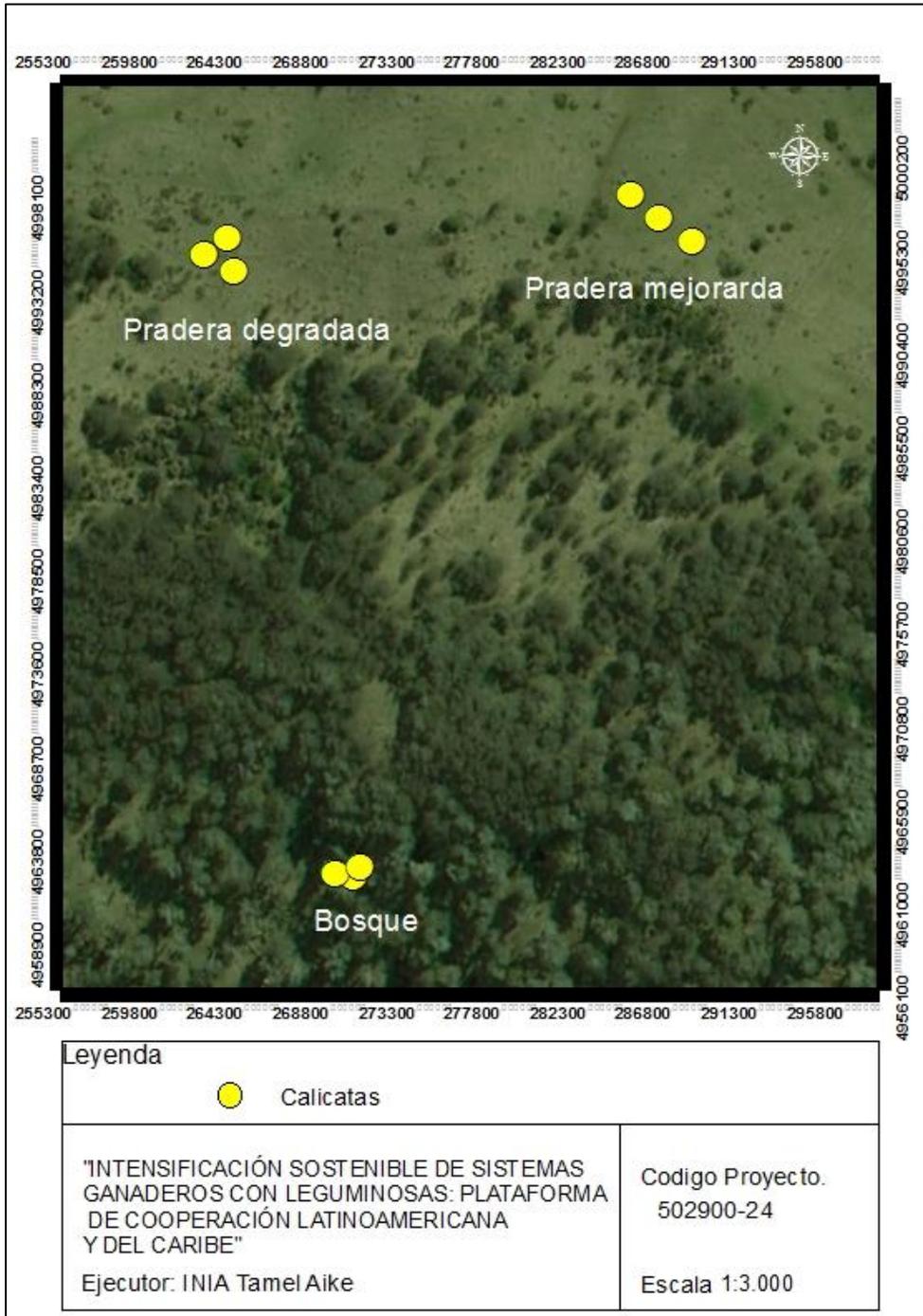
Para este estudio, se seleccionaron tres diferentes condiciones: pradera naturalizada (sin fertilización), pradera naturalizada mejorada (fertilización y/o manejo) y bosque nativo, constituido por Lengua (*Nothofagus pumilio*). La topografía del sector corresponde a lomaje suave. En la Figura 1 puede observarse la vista panorámica de los tres sitios relevados.



**Figura 1. Vista panorámica de los 3 sitios: 1: Pradera naturalizada mejorada vía fertilización con P y S, lo que favorece un mayor porcentaje de contribución del trébol blanco (*Trifolium repens*). 2: Bosque de lenga, corresponde a la vegetación original del sitio, con mínima intervención. 3: Pradera naturalizada sin fertilización.**

En la Figura 2 puede observarse la ubicación de los tres sitios seleccionados para cada sistema de

manejo: Pradera mejorada, Bosque y Pradera degradada.



**Figura 2. Esquema general de pedones estudiados en el proyecto.**

En las figuras 3, 4 y 5, se puede observar con más detalle la ubicación de las calicatas dentro de cada sitio, como la topografía general del lugar para los tres manejos seleccionados: la pradera

mejorada, el bosque y la pradera degradada, respectivamente.

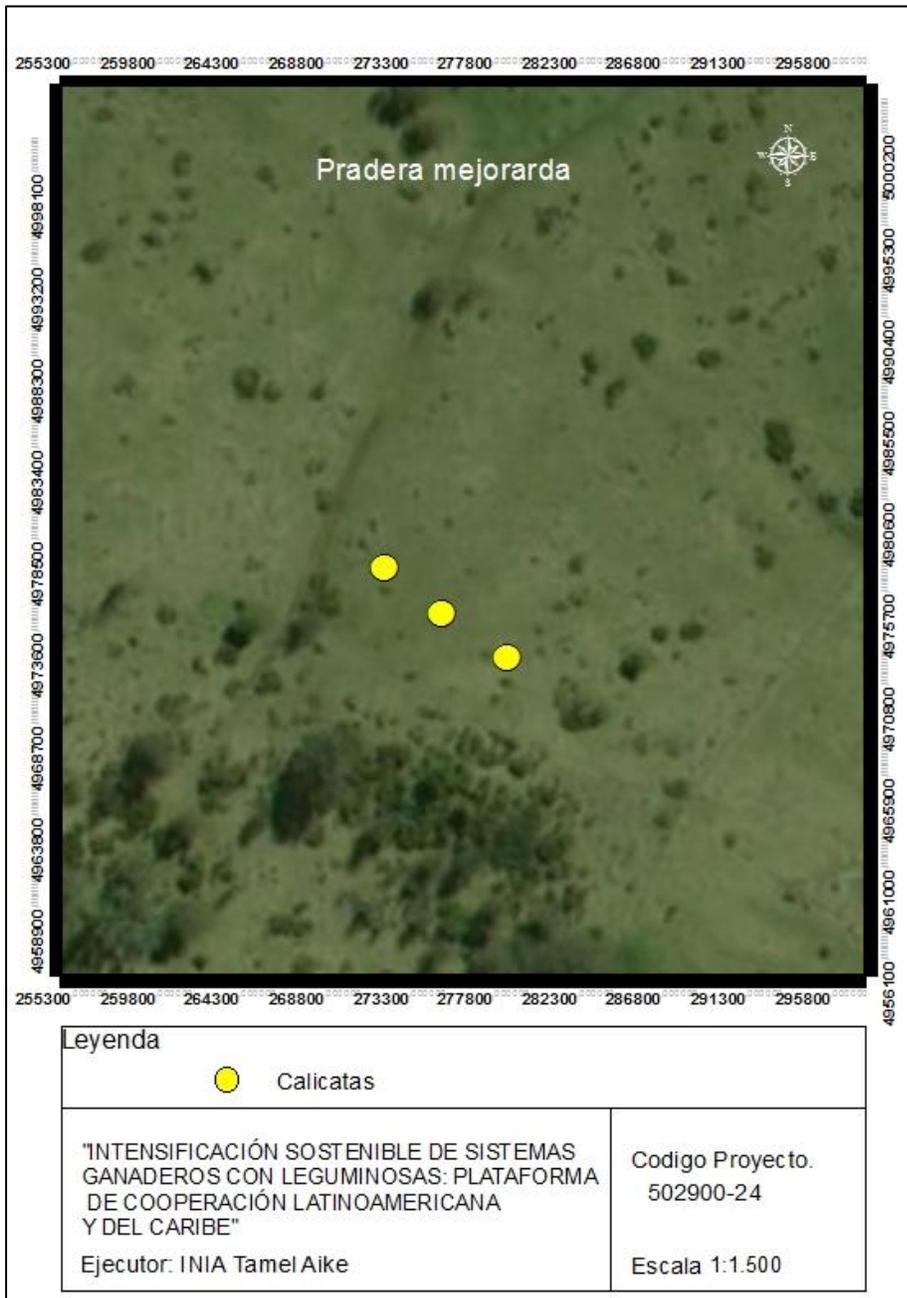
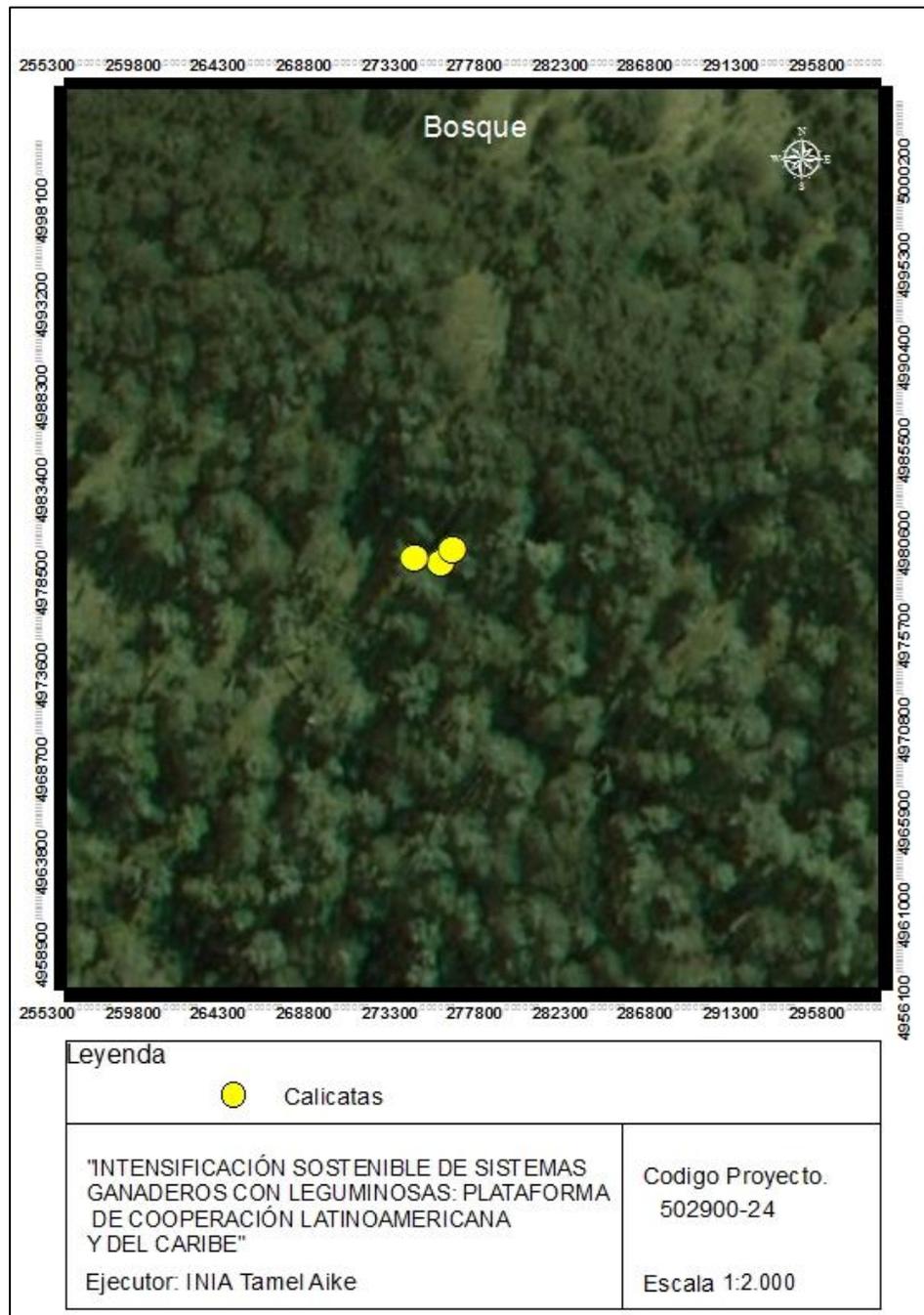
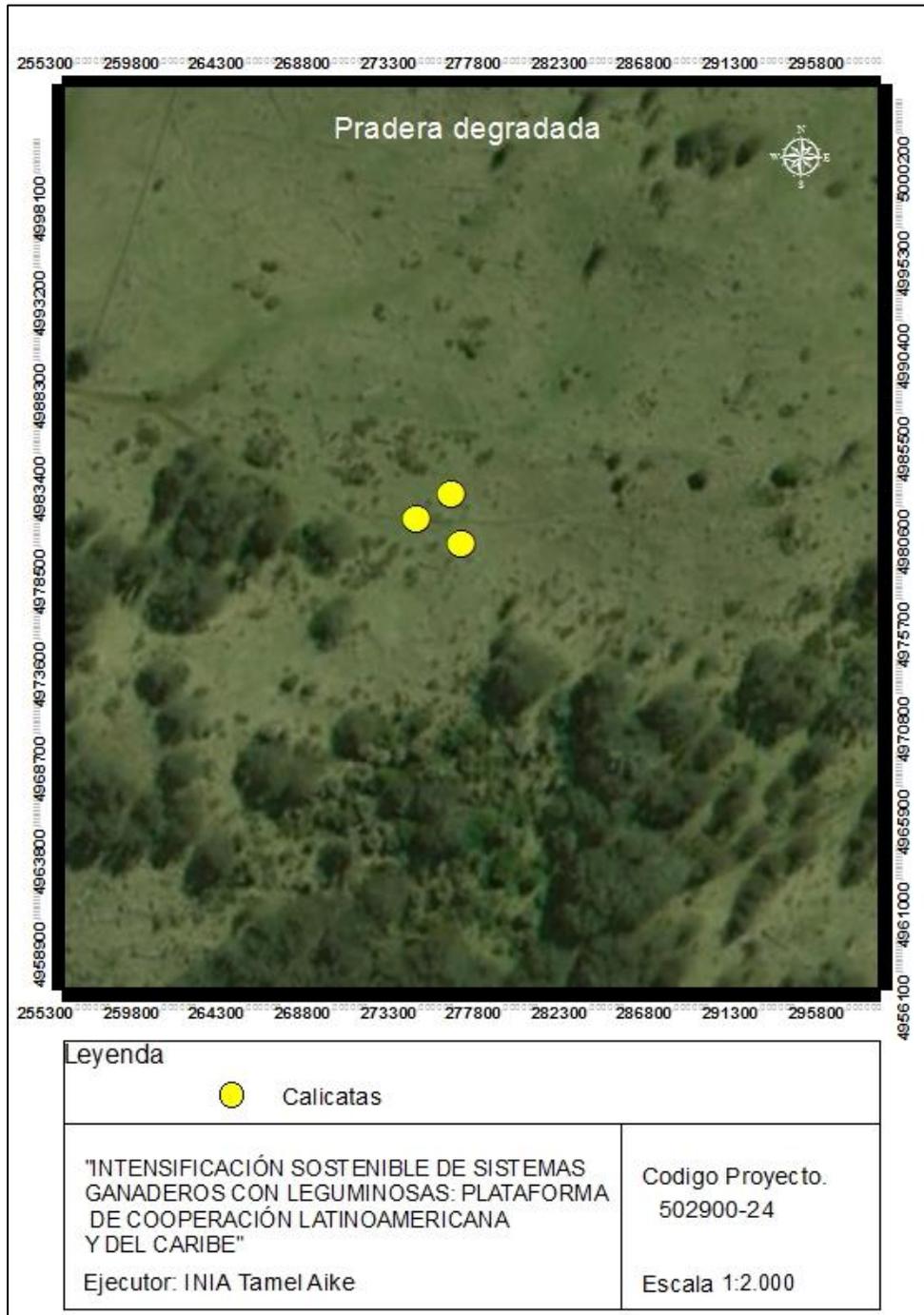


Figura 3. Mapa de ubicación de calicatas y topografía del lugar. Calicatas en pradera mejorada.



**Figura 4. Mapa de ubicación de calicatas y topografía del lugar. Calicatas en Bosque de Lengas.**



**Figura 5. Mapa de ubicación de pedones y topografía del lugar. Ubicación de pedones en la pradera degradada.**



## Descripción de calicatas

La descripción de las calicatas se realizó bajo el sistema USDA (Schoeneberger et al., 2012), en el cual se identifican y reportan los antecedentes más relevantes del sector y del suelo en general. En este informe se detallan las características de color de suelo (húmedo y seco), textura al tacto, estructura y consistencia por cada horizonte, presencia de raíces, moteados, límite de los horizontes y otras observaciones que representan alguna característica relevante del suelo. Además, se anexan mapas con la ubicación geoespacial de las calicatas y fotografías de la vegetación existente, lo cual ayudará a comprender y evaluar los sitios en estudio.

## Determinación del stock de Carbono y Nitrógeno en suelo

Se obtuvieron muestras de suelo para determinar carbono orgánico total (C), Nitrógeno total (N), y densidad aparente con el Método del cilindro (Burke et al., 1986). Las muestras se tomaron a las profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 cm profundidad. Las determinaciones de C y N se realizaron con analizador elemental por combustión seca (LECO, Corporation, St. MI, USA). Previo al análisis, a cada muestra se le determinó cualitativamente la presencia o ausencia de carbonatos con ácido clorhídrico; en los casos en que la reacción fue positiva, a cada muestra se le realizó un proceso de descarbonatación con ácido clorhídrico, según lo descrito por Skjemstad & Baldock (2008).

Para comparar los stocks de C y N del perfil del suelo en las condiciones de campo, fue necesario realizar una corrección para llevar los perfiles de suelo a masa equivalente hasta la profundidad que se evaluó, según lo expresado matemáticamente según Sisti et al. (2004).

$$C_s = \sum_{i=1}^{n-1} C_{ti} + \left[ Mt_n - \left( \sum_{i=1}^n M_{ti} - \sum_{i=1}^n M_{si} \right) \right] C_{tn}$$

Donde  $\sum_{i=1}^{n-1} C_{ti}$  es la suma del contenido de carbono o nitrógeno total desde la estrata 1 (superficie) hasta la capa "n-1" (penúltima) del perfil de suelo del tratamiento;  $Mt_n$  es la masa de la capa más profunda del perfil del tratamiento;  $\sum_{i=1}^n M_{si}$  es la suma de la masa de suelo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) desde la capa 1 (superficie) a "n" (última capa) del perfil de suelo de referencia;  $\sum_{i=1}^n M_{ti}$  es la suma de la masa de suelo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de la capa 1 (superficie) a "n" (última capa) del perfil del suelo del tratamiento y  $C_{tn}$  el contenido de C o N en  $\text{Mg.Mg}^{-1}$  de suelo de la última capa del perfil de un tratamiento dado.

Con esta corrección se logra que los stocks de C y N sean comparables en las distintas situaciones, independientemente de que exista algún grado de compactación variable entre las estratas.

Las diferencias entre tratamientos para los stocks de C y N fueron analizadas con ANOVA y test de comparación de medias de Tukey ( $p < 0,05\%$ ).



## RESULTADOS

### Descripción física y morfológica de los sitios de muestreo

En el Cuadro 1 se puede observar la descripción morfológica de las calicatas realizadas en la pradera mejorada (Figura 6).

**Cuadro 1. Características físicas y morfológicas del perfil de suelo de la Pradera mejorada.**

<b>Calicata</b>	<b>Pradera fertilizada</b>
Lugar	Predio El Ciruelo, Tamel Aike, Coyhaique (18S 728135mE 4927894mN)
Altitud	594 msnm.
Clima	Intermedio.
Vegetación	Pradera Naturalizada compuesta principalmente por gramíneas y leguminosas.
Geomorfología	Ladera de Montaña.
Pendiente	+15%
Material Parental	Ceniza Volcánica.
Drenaje	Bueno.
CUS	VI
Orden de Suelo	Andisol.

Oi	10 a 0 cm: Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo y Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en seco; Franco; no adhesivo y ligeramente plástico, friable en húmedo, Blando en seco; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces abundantes, fina y medias. Límite lineal, claro.
A	0 a 10 cm: Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo y Pardo amarillento muy oscuro (10YR 4/4) en seco; Franco Arenoso; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico; Muy friable en húmedo, blando en seco; estructura granular finas, moderadas. Raíces abundantes finas y medias. Límite irregular, difuso. Da xx gr/cc
B1	10 a 29 cm: Pardo amarillento muy oscuro (10YR 3/4) en húmedo y Pardo amarillento claro (10YR 6/4); Franco Arcillo arenoso; Ligeramente adhesivo y plástico, Muy friable en húmedo, blando en seco; Estructura bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas abundantes. Límite Ondulado gradual. Da xx gr/cc
BC	29 a 55 cm: Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo y Pardo amarillento (10YR 5/4) en seco;



	Franco Arenoso ; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico; Muy friable en húmedo, blando en seco; estructura granular grandes, moderados. Raíces finas abundantes. Límite irregular difuso. Observación: Presencia de Pumicita.
A2	+55cm Pardo amarillento muy oscuro (10YR 3/4) en húmedo y Pardo muy pálido (10YR 7/4) en seco; Arcillo arenoso; adhesivo y ligeramente plástico, muy friable en húmedo, blando en seco; estructura granular media, moderados. Raíces finas comunes.





**Figura 6. Calicata y sector aledaño a pradera mejorada.**

En el Cuadro 2 se presenta la descripción morfológica de las calicatas realizadas en el Bosque de Lengas (Figura 7).

**Cuadro 2. Características físicas y morfológicas del perfil del Bosque de Lengas**

<b>Calicata</b>	<b>Bosque</b>
Lugar	Predio El Ciruelo, Tamel Aike, Coyhaique (18S 727965mE 4927591mN)
Altitud	655 msnm.
Clima	Intermedio
Vegetación	Bosque de Lengas antiguas
Geomorfología	Ladera
Pendiente	0-15%
Material Parental	Cenizas volcánicas
Drenaje	Bueno
CUS	VI
Orden de Suelo	Andisol

Oi	7 a 0 cm: Negro (10YR 2/1) en húmedo, Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en seco; Franco; no adhesivo y ligeramente plástico, Friable en húmedo, blando en seco; estructura granular fina, moderada. Raíces medias escasas. Límite Lineal claro.
A	0 a 13 cm: Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, Pardo (10YR 4/3) en seco; Franco arenoso; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, friable en húmedo, blando en seco; estructura bloques subangulares medios, débiles; Raíces comunes medias. Límite



	irregular difuso.
B1	13 a 39 cm: Pardo oscuro (10YR 3/3) en Húmedo, Pardo amarillento muy oscuro (10YR 4/4) en seco; Franco Arcillo arenoso; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, friable en húmedo, blando en seco; estructura granular medios, moderados; Raíces medias grandes comunes. Límite ondulado gradual.
B2	39 a 60 cm: Pardo amarillento muy oscuro (10YR 3/6) en húmedo, Pardo amarillento (10YR 5/6) en seco; Arcillo arenoso; Adhesivo y ligeramente plástico, friable en húmedo, blando en seco; estructura granular medios, débiles; Raíces medias escasas. Límite ondulado claro.
BC	60 a 72 cm: Pardo amarillento muy oscuro (10YR 3/6) en húmedo, Amarillo (10YR 8/6) en seco; Arcillo Arenoso; adhesivo y Ligeramente plástico, friable en húmedo, ligeramente duro en seco; estructura granular grande débiles; Raíces finas escasas. Límite ondulado claro. Observaciones: presencia de pumicitas de tamaño pequeño.
C	72 a 84 cm: Pardo amarillento (10YR 5/6) en húmedo, Pardo muy pálido (10YR 7/3) en seco; arenoso; no adhesivo y no plástico, Suelto en húmedo, suelto en seco; estructura de grano suelto; Sin presencia de raíces. Límite lineal abrupto. Observaciones: presencia de pumicitas de tamaño mediano.
A2	84+ cm: Pardo amarillento muy oscuro (10YR 3/4) en húmedo, Pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco; Franco arcillo arenoso; Ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, friable en húmedo, blando en seco; estructura granular fina, moderados. Sin presencia de raíces. Observación: perfil enterrado.



**Figura 7. Perfil de la Calicata y sector aledaño al Bosque de Lengua.**

En el Cuadro 3 se presenta la descripción morfológica de la calicata realizada en la pradera degradada(Figura 8).

**Cuadro 3. Características físicas y morfológicas del perfil de la Pradera degradada.**



<b>Calicata</b>	<b>Pradera Degradada</b>
Lugar	Predio El Ciruelo, Tamel Aike, Coyhaique (18S 7279166mE 4927893mN)
Altitud	589 msnm.
Clima	Intermedia
Vegetación	Pradera natural
Geomorfología	Ladera
Pendiente	0-30%
Material Parental	Cenizas volcánicas
Drenaje	Buen drenaje
CUS	VI – VII
Orden de Suelo	Andisol

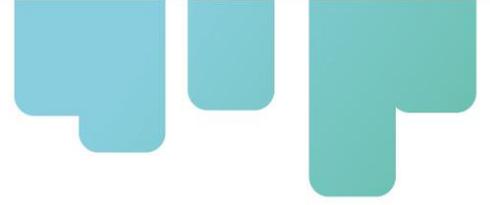
Oi	9 a 0 cm: Negro (10YR 2/1) en húmedo, Pardo (10YR 4/3) en seco; Franco Limoso; Ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, muy friable en húmedo, ligeramente duro en seco; Estructura bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas abundantes. Límite lineal gradual.
A	0 a 12 cm: Negro (10YR 2/1) en húmedo, Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en seco; Franco arcillo arenoso; Ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, Muy friable en húmedo, ligeramente duro en seco; estructura bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas comunes. Límite lineal claro.
B1	12 a 46 cm: Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, Pardo amarillento muy oscuro (10YR 4/4) en seco; Franco arenoso; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, friable en húmedo, blando en seco; estructura granular fina moderada; Raíces finas medias abundantes. Límite ondulado difuso.
B2	46 a 78 cm: Negro (10YR 2/1) en húmedo, Pardo (10YR 4/3) en seco; Franco arcillo arenoso; adhesivo y ligeramente plástico, friable en húmedo, blando en seco; estructura bloques subangulares medios débiles. Raíces finas escasas. Limite ondulado claro
BC	78 a 88 cm: Pardo amarillento muy oscuro (10YR 3/6) en húmedo, Amarillo pardusco (10YR 6/6 en seco); Franco arenoso; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, muy friable en húmedo, blando en seco; estructura bloques subangulares, grandes y débiles. Sin presencia de raíces. Limite Lineal Claro. Observaciones: depósitos de pumicita, al romper los Bloques subangulares tiende a ser granular.
C	88 a 100 cm: Pardo amarillento, muy oscuro (10YR 3/6) en húmedo. Pardo muy pálido (10YR 7/4) en seco; Franco arenoso; ligeramente adhesivo y ligeramente plástico, Muy friable en húmedo, blando en seco; estructura bloques granulares medios moderados. Sin presencia de raíces. Limite ondulado abrupto. Observaciones: depósitos de pumicita, al romper los Bloques subangulares tienden a ser granular.



**Figura 8. Pedón y sector aledaño a pradera degradada.**

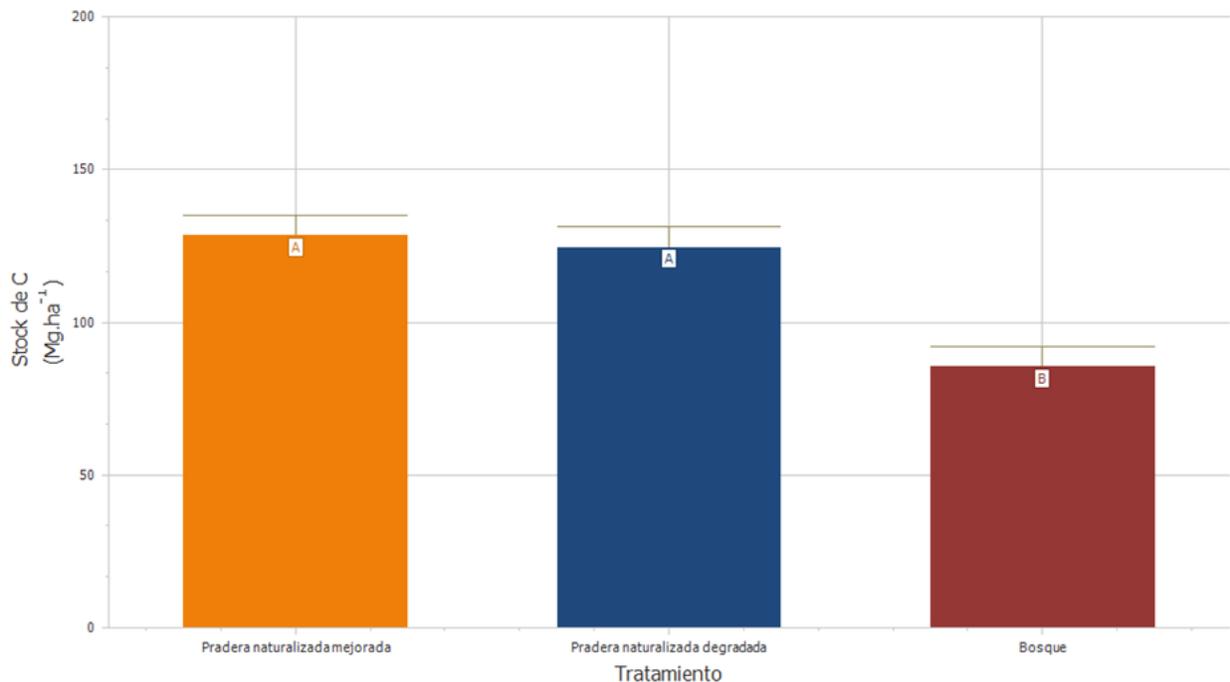
### Stock de Carbono

Los resultados muestran (Figura 9) que el stock de carbono fue de 85,7; 124,6 y 128,6 Mg C/ha



para el bosque nativo, pradera naturalizada y pradera mejorada, respectivamente, siendo los contenidos de C en el suelo distintos para las dos praderas comparados con el bosque nativo ( $p < 0,05$ ). Estos valores se encuentran por debajo de lo reportado previamente por Programa Austral Patagonia (2019) en base a datos de Pfeiffer et al. (2019) para uso y coberturas de suelos de la región de Aysén. Cabe destacar que los sistemas manejados con praderas presentan un stock de C más alto que el bosque. Una de las razones es que el potencial de almacenamiento en praderas es mayor que los bosques, dado que los bosques al encontrarse en equilibrio tienden a acumular más C en la hojarasca y en la madera de los árboles, en cambio, en las praderas los suelos poseen un déficit de saturación mayor, otorgando un potencial más alto de almacenamiento de C. Otra razón está dada por la calidad de materia orgánica que se deposita en el suelo. Las gramíneas son capaces de aportar con una materia orgánica más procesada que tiene un tiempo de residencia mucho mayor en el suelo, en cambio, los bosques depositan hojarasca que tienen una tasa de descomposición más lenta. Por lo tanto, se aporta con materia orgánica más degradable debido a que el suelo está en equilibrio (todo lo que ingresa se descompone).

Para todos los sistemas evaluados se observó una disminución importante en los contenidos de C de acuerdo con la profundidad del suelo, siendo mayores en la estrata 0-10 cm en comparación a 10-20 cm y 20-30 cm, respectivamente (Figura 10). Esto es normal, debido a que es muy difícil que la materia orgánica se transporte a través del perfil de suelo.



**Figura 9. Stock de C (Mg. ha<sup>-1</sup>) a 30 cm de profundidad en: pradera naturalizada mejorada,**



pradera degradada y bosque de Lengua. Las barras representan el error estándar de la media (n= colocar el número de muestras). Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a Tukey ( $p \leq 0.05$ )

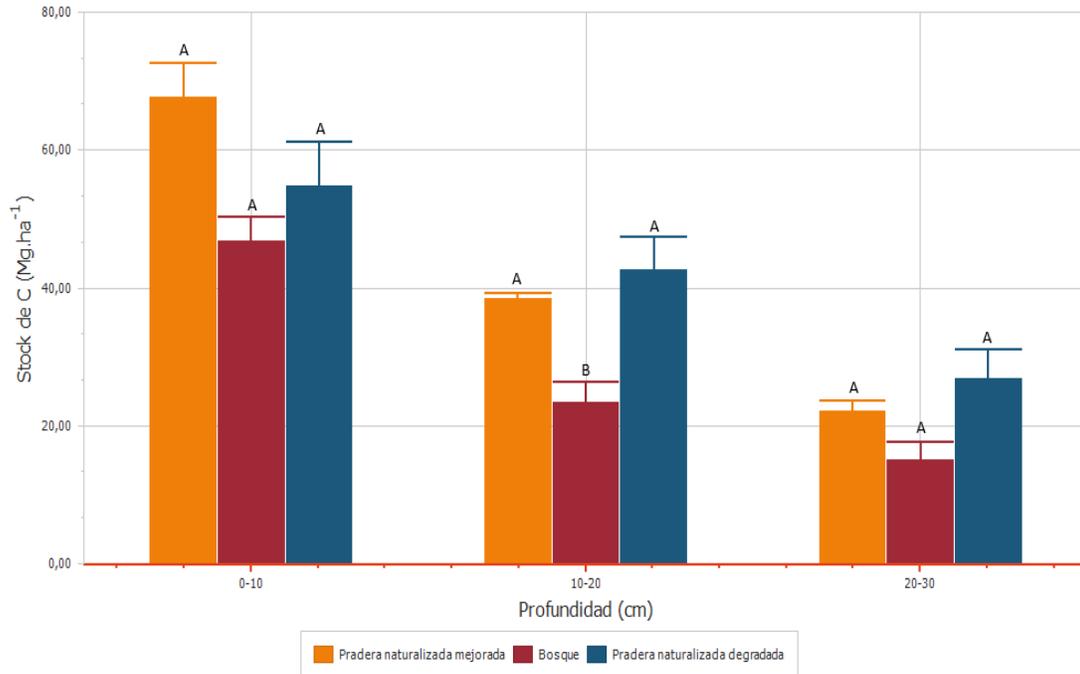
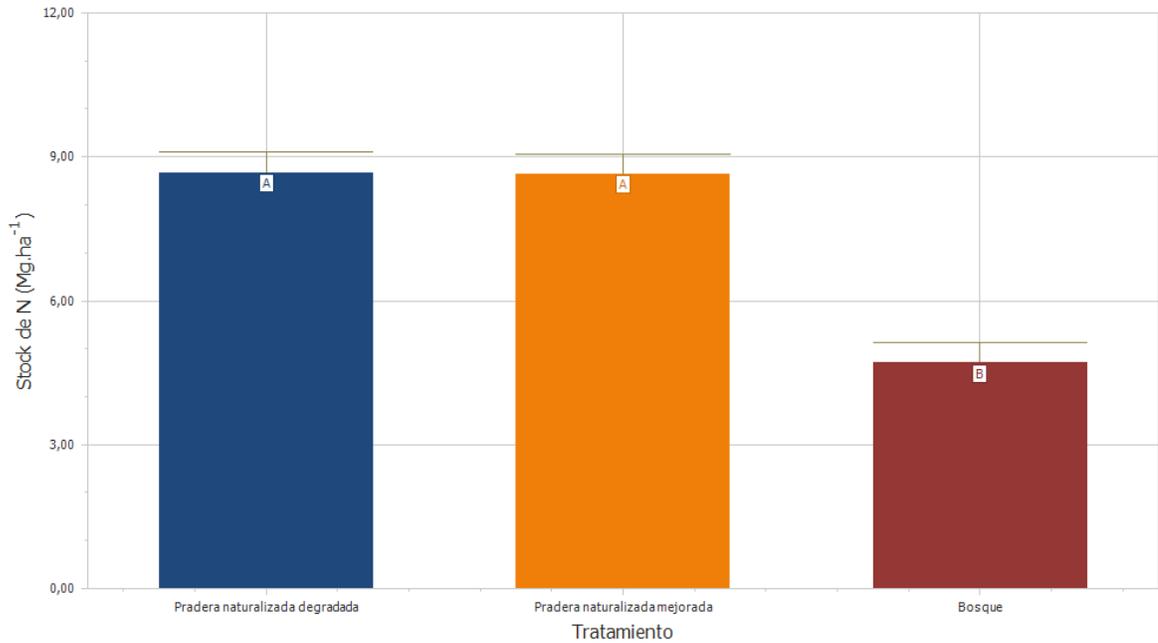


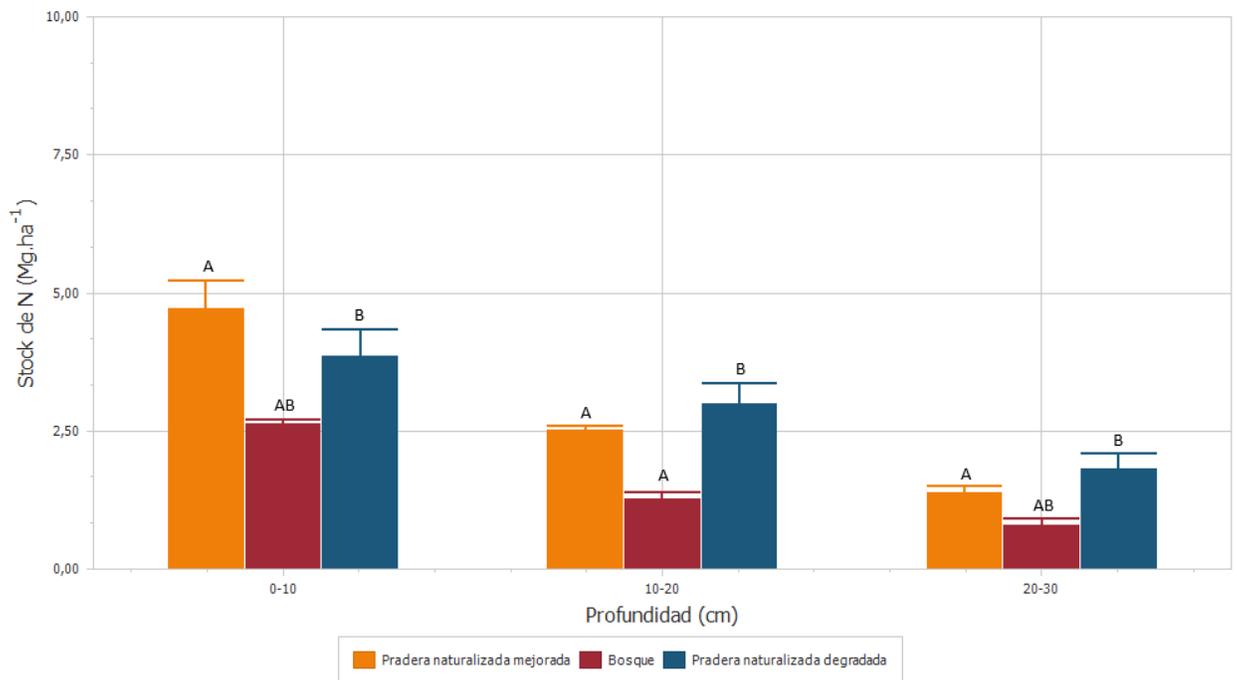
Figura 10. Stock de C (Mg. ha<sup>-1</sup>) a 0-10, 10-20 y 20-30 cm de profundidad para la pradera naturalizada mejorada, pradera degradada y bosque de Lengua. Las barras representan el error estándar de la media. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) de acuerdo a diferencia de comparación de medias de Tukey.

### Stock de Nitrógeno

En cuanto al contenido de nitrógeno en el suelo, esta muestra una tendencia similar a los de C, con mayores contenidos en la pradera mejorada y naturalizada en comparación a bosque ( $p < 0,05$ ), y con una reducción del contenido de C al aumentar la profundidad en el perfil de suelo.



**Figura 11. Stock de N (Mg. ha<sup>-1</sup>) a los 30 cm de profundidad para la pradera naturalizada mejorada, pradera degradada y bosque de Lengua. Las barras representan el error estándar de la media (n=3). Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) de acuerdo con comparación de medias de Tukey.**





**Figura 12. Stock de N ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) a 0-10, 10-20 y 20-30 cm de profundidad para la pradera naturalizada mejorada, pradera degradada y bosque de Lengua. Las barras representan el error estándar de la media. Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a prueba de comparación de Tukey ( $p \leq 0.05$ )**

## CONCLUSIONES

- Se observó un mayor stock de carbono y nitrógeno en pradera naturalizada y mejorada en comparación al bosque nativo ( $p < 0,05$ ).
- Se determinó una reducción en los contenidos de C y N a medida que incrementa la profundidad en el suelo.
- Bajo las condiciones del estudio se determinó un impacto en el contenido de C y N en el suelo, dependiendo de su uso y/o manejo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burke, W; Gabriels, D & Bouma, J. 1986. Soil structure assessment: AA Balkema. Rotterdam, Netherlands, 30-31.
- Ganderats, S. 2001. Antecedentes sobre la producción de praderas en Aysén [en línea]. Coyhaique, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 69. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7807>
- Hepp, C. y Stuardo, R. 2014. Distribución y caracterización productiva de los suelos de interés agropecuario de la región de Aysén [en línea]. Coyhaique: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 298. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7801>
- Hepp, C. 2022. Prácticas conservacionistas de suelo y agua para la Región de Aysén. Teuber, O. y S. Espinoza (eds.). Boletín Técnico N° 444. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén Patagonia, Chile. 197 p.
- IGM, Instituto Geográfico Militar. 2005. Atlas Geográfico. Instituto Geográfico Militar de Chile. Santiago, Chile. 208 p.
- Programa Austral Patagonia. 2019. Estimación del carbono contenido en los ecosistemas de la Patagonia chilena. Universidad Austral de Chile - Valdivia, Chile. 27p.
- Pfeiffer, M., Padarian, J., Osorio, R., Bustamante, N., Olmedo, G., Guevara, M., Aburto, F., Antilen, M., Araya, E., Arellano, E., Barret, M., Barrera, J., Boeckx, P., Briceño, M., Bunning, S., Cabrol, L., Casanova, M., Cornejo, Pablo, C. F., Curaqueo, G., Doetterl, S., Duran, P., Escudey, M., Espinoza, A., Francke, S., Fuentes, J. P., Fuentes, M., Gajardo, G., García, R., Gallaud, A., Galleguillos, M., Gomez, A., Hidalgo, M., Ivelic-Sáez, J., Mashalaba, L., Matus, F., Mora, M., Mora, J., Muñoz, C., Norambuena, P., Olivera, C., Ovalle, C., Panichini, M., Pauchard, A., Perez-Quezada, J., Radic, S., Ramirez, J., Riveras, N., Ruiz, G., Salazar, O., Salgado, I., Seguel, O., Sepúlveda, M., Sierra, C., Tapia, Y., Toledo, B., Torrico, J. M., Valle,



- S., Vargas, R., Wolff, M., and Zagal, E. 2019. CHLSOC: The Chilean Soil Organic Carbon database, <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/NMYS3>.
- Sisti, C. P; dos Santos, H.P; Kohhann, R; Alves, BJ; Urquiaga, S and Boddey, RM. 2004. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil and tillage research*, 76(1):39-58.
- Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE., USA.
- Skjemstad, JO & Baldock, J. 2007. Total and organic carbon. M.R. Karter, E.G. Gregorich (Eds.), *Soil Sampling and Method of Analysis* (2nd ed.), Canadian Society of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, FL, US (2008)
- Stolpe, Neal B. 2021. Clasificación de suelos de valles productivos de la Región de Aysén. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/33123>

## INSTITUCIONES PARTICIPANTES



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



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

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