



Ganadería  
sostenible  
con arraigo  
e innovación

## XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles

I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles

México, 3 a 5 de noviembre de 2021



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Argentina



# Sistemas Silvopastoriles:

## Ganadería sostenible con arraigo e innovación



XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles  
I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles

México, 3 a 5 de noviembre de 2021

CIPAV

Red Global de Sistemas Silvopastoriles

# **Sistemas silvopastoriles:**

## **Ganadería sostenible con arraigo e innovación**

### **Editores**

Julián E. Rivera  
Luis Colcombet  
Rocío Santos-Gally  
Enrique Murgueitio  
Maura Díaz  
Rogerio Martins Mauricio  
Pablo Peri  
Julián Chará

ISBN: 978-958-9386-99-6

Cali – Colombia  
Noviembre de 2021  
Editorial CIPAV



*Ganadería  
sostenible  
con arraigo  
e innovación*

# XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles

I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles

México, 3 a 5 de noviembre de 2021

INICIO  
CRÉDITOS  
COMITÉS  
CONTENIDO  
SECCIÓN I  
SECCIÓN II  
SECCIÓN III  
SECCIÓN IV



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**



La publicación de este material se llevó gracias al apoyo del Fondo Autónomo para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas y de Minciencias a CIPAV a través del Contrato 80740-006-2020.



El conocimiento  
es de todos

Minciencias



INICIO  
CRÉDITOS  
COMITÉS  
CONTENIDO  
SECCIÓN I  
SECCIÓN II  
SECCIÓN III  
SECCIÓN IV

## TÍTULO

Sistemas Silvopastoriles: Ganadería Sostenible con Arraigo e Innovación

## EDITORES

Julián E. Rivera  
Luis Colcombet  
Rocío Santos-Gally  
Enrique Murgueitio  
Maura Díaz  
Rogerio Martins Mauricio  
Pablo Peri  
Julián Chará

## FOTOGRAFÍA PORTADA

Adolfo Galindo

Sistemas silvopastoriles intensivos en la Amazonía plana del departamento del Guaviare, Colombia. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.

## DISEÑO GRÁFICO

José Antonio Riascos

## ISBN

978-958-9386-99-6

## Para citar este documento:

Rivera J., Colcombet L., Santos-Gally R., Murgueitio E., Díaz M., Mauricio R., Peri P., Chará J. 2021. Sistemas Silvopastoriles: Ganadería Sostenible con Arraigo e Innovación. CIPAV. Cali, Colombia.

ISBN: 978-958-9386-99-6

© 2021. CIPAV

Sistemas silvopastoriles: ganadería sostenible con arraigo e innovación / Rivera, Julian Esteban; Colcombet, Luis; Santos-Gally, Rocío; Murgueitio, Enrique; Díaz, Maura; Martins Rogerio; Peri, Pablo; Chará, Julian. -- Cali, CIPAV, 2021

Digital, formato PDF, 56.5mb, ilustrado

ISBN 978-958-9386-99-6

1. Ganadería sostenible -- 2. Sistemas silvopastoriles. -- 3. Cambio climático. -- 4. Sostenibilidad. -- 5. Pastizales. -- 6. Sistemas forrajeros -- América Latina -- 7. Productividad. -- 8. Agricultura. -- 9. Tecnología relacionada. -- I. Julián Rivera, Luis Colcombet, Rocío Santos-Gally, Enrique Murgueitio, Rogerio Martins, Maura Díaz, Pablo Peri, Julián Chará, Editores; José Antonio Riascos de la Peña, Diseñador gráfico. - - II. Título

632.96 CD 21

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV.



INICIO  
CRÉDITOS  
COMITÉS  
CONTENIDO  
SECCIÓN I  
SECCIÓN II  
SECCIÓN III  
SECCIÓN IV

## COMITÉ ORGANIZADOR NACIONAL

**Martha Xóchilt Flores** – Fundación Produce Michoacán  
**Rocío Santos-Gally** – Instituto de Ecología, UNAM  
**Ramón Del Val** – Fundación Produce Michoacán  
**Arturo Di Costanzo** – Red Nacional de Innovadores Silvopastoriles  
**Teresa Magaña** – Red Nacional de Innovadores Silvopastoriles  
**Carlos S. Brito** – Fundación Produce Michoacán  
**Héctor Mario Jiménez** – Red Nacional de Innovadores Silvopastoriles

## COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

**Rocío Santos-Gally** – Instituto de Ecología, UNAM, México  
**Enrique Murgueitio** – Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV, Colombia  
**Luis Colcombet** – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA – Montecarlo. Misiones, Argentina.  
**Julián E. Rivera** – Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV, Colombia  
**Pablo Luis Peri**: INTA – Santa Cruz. Santa Cruz, Argentina.  
**Julián Chará** – CIPAV. Cali, Colombia.  
**Rogério Martins Mauricio** – Universidade Federal de São João del-Rei. Minas Gerais, Brasil.  
**Maura Díaz** – Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.  
**Adolfo Cardozo** – CENDI Granja, Universidad Nacional de los Llanos Ezequiel Zamora, Venezuela  
**Alicia Calle** – The Nature Conservancy, Colombia.  
**Antonio Solarte** – CIPAV, Colombia  
**Belén Rossner** – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA – Montecarlo. Misiones, Argentina  
**Carlos Sánchez Britto** – Fundación Produce Michoacán, México.  
**Gonzalo Villegas** – CIPAV, Colombia  
**Hugo Fassola** – INTA Montecarlo. Misiones, Argentina.  
**Jatnell Alonso** – Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.  
**Javier Lara** - INTA Leales. Tucumán, Argentina  
**Jhon Jairo Lopera** - CIPAV, Colombia  
**Jorge Esquivel** – CREA Tierra Colorada, Misiones – Argentina.  
**Julio Perrachón** – Plan Agropecuario, Uruguay  
**Karen Castaño** - CIPAV, Colombia  
**Laura Serna** - CIPAV, Colombia  
**Lina Paola Giraldo** – CIPAV, Colombia  
**Marcelo Navall** – INTA, Santiago del Estero, Argentina  
**Natalia Banegas** – INTA Leales. Tucumán, Argentina  
**Patricia Keller** – Universidad de Misiones, Argentina  
**Rolando Barahona** – Universidad Nacional, sede Medellín, Colombia.  
**Rosana Maneschy** – Universidade Federal do Pará, Brasil  
**Simón Pérez** – Universidade Federal do Minas Gerais, Brasil  
**Stella Maris Huertas** – Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.  
**Tomás Ruiz** – Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.  
**Walter Galindo** – CIPAV, Colombia  
**Zoraida Calle** – CIPAV, Colombia



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

## Sistema de monitoreo predial de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI) en bosques de ñire de la provincia de Santa Cruz, Patagonia, Argentina

### Farm monitoring system of Forest Management with Integrated Livestock (MBGI) in ñire forests in Santa Cruz province, Patagonia, Argentina

P.L. Peri<sup>1,2</sup>; J.M. Cellini<sup>3</sup>; A. Alberti<sup>4</sup>; F. Mattenet<sup>4</sup>; L. Huertas<sup>1</sup>; L. Monelos<sup>2</sup>; M. Mónaco<sup>5</sup>; G. Martínez Pastur<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <sup>2</sup>Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CC 332, Río Gallegos 9400, Santa Cruz, Argentina; [peri.pablo@inta.gob.ar](mailto:peri.pablo@inta.gob.ar). <sup>3</sup>Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina. <sup>4</sup>Dirección de Bosques del Consejo Agrario Provincial, Santa Cruz, Argentina. <sup>5</sup>Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina <sup>6</sup>Dirección Nacional de Bosques del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS).

#### Resumen

El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) es un modelo de gestión sustentable a escala predial del bosque nativo, que tiene como objetivo aumentar los servicios ecosistémicos de provisión, con un mínimo impacto sobre los servicios ecosistémicos de regulación y soporte, y manteniendo los servicios culturales asociados al bosque. El objetivo del presente trabajo fue instalar 23 indicadores (11 ambientales, 5 socio-económicos, 7 productivos) para el monitoreo a escala predial de los planes MBGI en la provincia de Santa Cruz (Patagonia Sur, Argentina). La instalación de los indicadores se realizó en 39 establecimientos ganaderos con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*), basados en encuestas, registros, imágenes satelitales y muestreo de variables a campo. Los valores de los indicadores se transformaron a una escala común de números enteros entre 1 y 4 (1= mal desempeño, 2= aceptable, 3= bueno, y 4 = muy bueno), en función de la situación inicial, el valor objetivo del proyecto, y un valor óptimo obtenido de situaciones de referencia regional. Para los predios ganaderos de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio global fue aceptable-bueno con una valoración de 2,68 puntos. Mientras el indicador socio-económico capacidad de gestión presentó el menor valor (1,57 puntos), el mejor indicador fue el relacionado a la compactación del suelo (3,68 puntos). La cuantificación de los indicadores son una herramienta para la determinación de las líneas de base a nivel predial, brindando elementos básicos para el ajuste de las prácticas de manejo implementadas en el campo

**Palabras claves:** *sustentabilidad; monitoreo; ganadería; servicios ecosistémicos; bosques nativos*



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

## Abstract

Forest Management with Integrated Livestock (MBGI) is a sustainable management model of the native forest at farm scale, which aims to increase the provision ecosystem services with a minimum impact on the regulation and support ecosystem services and maintaining the cultural services associated with the forest. The objective of this work was to set up 23 indicators (11 environmental, 5 socio-economic, 7 productive) for monitoring MBGI plans at the farm level in Santa Cruz province (southern Patagonia, Argentina). The installation of the indicators was carried out in 39 livestock establishments with ñire (*Nothofagus antarctica*) forest, based on surveys, satellite images and field sampling. The values of the indicators were transformed to a common scale from 1 to 4 (1 = poor performance, 2 = acceptable, 3 = good, and 4 = very good), depending on the initial situation, the objective of the project, and an optimal value obtained from regional reference situations. The global average value for livestock farms of Santa Cruz with ñire forests was 2.68 points (acceptable-good). While the socio-economic management capacity indicator presented the lowest value (1.57 points), the best indicator was related to soil compaction (3.68 points). The quantification of these indicators is a tool for determining the baselines at the farm level, providing basic elements for adjusting the management practices implemented in the field.

**Key words:** *sustainability; monitoring; cattle raising; ecosystem services; native forests*

## Introducción

En los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de la provincia de Santa Cruz (Patagonia Sur, Argentina), la actividad ganadera se desarrolla en el 90% del total de su superficie (159.720 ha), siendo la producción mixta bovina (raza Hereford) y ovina (raza Corriedale) la que tienen la mayor participación en los establecimientos ganaderos (Peri y Ormaechea, 2013).

El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) es un modelo de gestión sustentable a escala predial del bosque nativo, que tiene como objetivo aumentar los servicios ecosistémicos de provisión (ej. madera, productos forestales no madereros, ganaderos), con un mínimo impacto sobre el resto de los servicios ecosistémicos (ej. regulación y soporte), y manteniendo los servicios culturales asociados al bosque. El MBGI se implementó en el año 2015 a partir de un convenio entre el Ministerio de Agroindustria y el Ministerio Ambiente y Desarrollo Sustentable, con los objetivos de (i) establecer lineamientos técnicos para planes foresto-ganaderos en las áreas de bosques nativos, respetando los criterios de sustentabilidad establecidos en la Ley Nacional de Bosques Nativos N° 26.331, (ii) articular políticas públicas, y (iii) fomentar el fortalecimiento de



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

las provincias, impulsando la generación de capacidades para la implementación de planes MBGI mediante comités técnicos provinciales (Navall *et al.*, 2016; Peri *et al.*, 2018). En este contexto, la provincia de Santa Cruz (Patagonia Sur, Argentina) firmó el convenio MBGI en el año 2016.

Las propuestas técnicas se basan en el manejo adaptativo y se deben plasmar en la presentación de un Plan MBGI, donde a través de un abordaje sistémico, se deben planificar las intervenciones de todos los componentes del sistema (ej. el forestal, el ganadero, el forrajero, el suelo, la biodiversidad). Para llevar a cabo el ordenamiento predial bajo el concepto del manejo adaptativo, es imprescindible contar con un sistema de monitoreo que verifique que la planificación cumple con los objetivos en todas las dimensiones de la sustentabilidad: ambiental, social-económica y productiva. Adicionalmente, es importante destacar que el mantenimiento de la producción va más allá del beneficio del productor, teniendo un impacto a escala regional, beneficiando a otros actores.

El objetivo del presente trabajo fue instalar indicadores MBGI a una escala predial para la provincia de Santa Cruz, elaborados bajo tres principios de sustentabilidad: (a) la capacidad productiva del ecosistema debe mantenerse o mejorarse; (b) la integridad del ecosistema y sus servicios ecosistémicos deben mantenerse o mejorarse; y (c) el bienestar de las comunidades asociadas a su uso debe mantenerse o mejorarse.

### **Materiales y Métodos**

Los indicadores de monitoreo a escala predial se adaptó del Manual de Indicadores MBGI para la Región Patagónica donde se establecieron 23 indicadores (12 ambientales, 5 socio-económicos, 6 productivos) (Peri *et al.*, 2021). La instalación de los indicadores en la provincia de Santa Cruz, se realizó en 39 establecimientos ganaderos con bosque de ñire. Para la estimación de los indicadores se recurrió a diferentes fuentes de datos: encuestas, registros, imágenes satelitales y muestreo de variables a campo. Las dos primeras fuentes se aplican a indicadores socio-económicos y productivos, las imágenes satelitales sirvieron para la determinación de áreas a muestrear y para verificar indicadores de cobertura de bosque y conectividad a nivel de predio y con su contexto. El muestreo a campo permitió medir o estimar variables relacionadas al ambiente y la producción.

#### *Procedimiento para el relevamiento de datos a través de encuestas y registros*

A través de encuestas y registros se relevaron datos durante un año para la valoración de cuatro indicadores sociales, dos económicos y cinco productivos. Mientras algunos indicadores sociales seleccionados para el



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

MBGI corresponden a la categoría de *resultados sociales directos* (adopción de tecnología y trabajo), ya que pueden verificarse a través de datos objetivos, otros, se encuentran bajo la categoría de *percepción* (grado de satisfacción) que se relacionan a la valoración de la “condición del productor”, es decir como el productor califica su condición en relación al manejo predial. Los datos necesarios para el cálculo de los indicadores productivos y económicos, se obtuvieron de los registros de los productores y encuestas abiertas y semi-estructuradas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Indicadores que se calculan a partir de registros del productor y encuesta

<i>Dimensión del indicador</i>	<i>Indicador</i>	<i>Fuente de los datos</i>	<i>Verificadores</i>
<i>Socio-económico</i>	<b>Grado de satisfacción del productor</b>	Registros de reuniones y encuestas semiestructuradas.	Perceptivos: Situación actual con respecto a situación inicial. Satisfacción con respecto a expectativa o resolución de problemas.
	<b>Grado de adopción de la tecnología</b>	Encuestas con ejes semiestructurados referidos a los diferentes subsistemas (forestal, ganadero, otros usos del bosque).	Dificultades para la aplicación del plan; innovaciones y aportes propios del productor al plan; apropiación de la tecnología y del plan en general.
	<b>Trabajo</b>	Registros y encuesta cuali-cuantitativa .	Cantidad y calidad del trabajo: horas de trabajo de los integrantes de la familia productora, contratación de mano de obra; mano de obra en blanco, acceso a seguridad social y salud, acceso a capacitación.
	<b>Resultado económico</b>	Registros y encuestas.	Preferentemente <i>Margen Neto</i> , si no es posible se utiliza <i>Margen Bruto</i>
	<b>Capacidad de gestión</b>	Registros y encuestas.	Nivel de asociativismo, posibilidad de acceso a créditos, acceso a la tecnología, interacción con organismos gubernamentales.
	<i>Productivo</i>	<b>Producción forestal</b>	Registros (guías) y encuestas (autoconsumo).
<b>Producción de productos forestales no madereros (PFNM)</b>		Encuestas.	Unidades; volumen o biomasa de productos forestales no madereros extraídos (comercializados y consumidos).
<b>Producción ganadera de carne</b>		Registros de venta y encuestas incluyendo autoconsumo.	Kg de carne/ha/año.
<b>Producción de lana</b>		Registros de venta y encuestas.	Kg de lana/ha/año.
<b>Eficiencia reproductiva ganadera</b>		Registros de manejo, encuestas y planillas de romaneo.	% de destete/señalada referido al total de vientres que entraron en servicio.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

### *Procedimiento para el muestreo a campo*

A través de la metodología propuesta para el muestreo a campo, se relevaron datos para el cálculo o estimación de siete indicadores ambientales, dos indicadores productivos-ambientales y uno productivo a través de la instalación de transectas, fajas y parcelas puntuales (Tabla 2). En el diseño se procuró optimizar la estimación de datos de calidad con la economía de los recursos del monitoreo y el tiempo. Atento a esta premisa, se estableció como base a una *transecta lineal*, fajas de diferentes anchos asociadas a la transecta, y cuadros de censo cada 5 metros de transecta para cada unidad de muestreo específica.

En cada establecimiento se delimitó las áreas homogéneas en cuanto a la vegetación, las condiciones ambientales e historia de uso de los potreros. Además, en el predio, se delimitó el área destinada al pastoreo y aprovechamiento forestal y las áreas de conservación y conectividad, ya que cada una tiene objetivos diferentes, y por ende distintos umbrales de aceptación para algunos indicadores. Para esto se utilizó imágenes satelitales Landsat TM y el Google Earth. Las unidades seleccionadas cubrieron las diferentes fisonomías dentro del paisaje (ej. bosque, pastizal, arbustal) captando la heterogeneidad espacial y abarcando la composición específica característica del ecosistema bajo análisis. Para esto se identificaron rodales o estados de "referencia" (bosque con la condición de mayor integridad ecológica), con el menor impacto posible pasado y presente, como punto de comparación del impacto o el cambio frente a las distintas estrategias de manejo propuestas o implementadas (ej. comunidades de plantas). Es importante destacar que los "estados de referencia" no siempre estuvieron en el campo donde se establecieron los indicadores. En muchos casos se compararon con estados de referencia de la bibliografía para los bosques de ñire de Santa Cruz (Peri *et al.*, 2017a) presentes en el predio. En el momento de inicio del plan MBGI, en cada unidad homogénea de bosque nativo que se decidió incluir en el monitoreo, se estableció una transecta de 50 m de longitud. El punto "0" se identificó con estaca para poder volver al mismo punto en otra oportunidad.

**Al inicio (0 m) y final (50 m) de la transecta:** Parcelas permanentes de inventario forestal caracterizando el sitio por medio de la altura dominante (HD) y por medio de recuentos angulares de Bitterlich (K=1 a 6), determinando especies, clase de copa, fase de desarrollo (desmonoramiento, envejecimiento, crecimiento óptimo), presencia de cavidades, árboles muertos en pie, diámetros a la altura del pecho (DAP) (>10 cm y alturas >1,3 m) calculando áreas basales (AB), diámetros cuadráticos medios (DCM) y mediciones de cobertura de copas.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

La regeneración avanzada (DAP <10 cm y alturas >1,6 m) se midió en parcelas rectangulares de 5 m<sup>2</sup> (5 x 1 m) considerando DAP, altura, forma y sanidad forestal. La regeneración inicial (altura <1,6 m) se midió en parcelas permanentes rectangulares de 1 m<sup>2</sup> (5 x 0,2 m) o de superficie variable (5 m x ancho variable) de modo de ingresar al menos 5 plántulas por parcela, estimando conteos por especie, altura individual y daños producto de efectos bióticos (ramoneo) o abióticos (efectos de heladas o sequías).

**Cada 1 m:** mediante el método de punto-intercepción (método de “toque”) se registró cobertura y composición de especies o formas de vida del sotobosque, suelo desnudo, hojarasca, piedras/rocas y residuos leñosos. Esta información se utilizó para el cálculo del indicador “*estructura de la vegetación*” y “*diversidad de la vegetación*”. Se registraron todas las especies o formas de vida que intercepten ese punto (no solo las dominantes) para valorar *riqueza de plantas vasculares*. Se registró las especies exóticas invasivas que limitan la regeneración de las principales especies forestales y disminuyen la biodiversidad (por ejemplo, *Hieracium praealtum*, *Hypochoeris radicata*).

**A lo largo de la transecta:** Se registraron ancho y altura de cárcavas y/o surcos de escorrentía que intercepta la transecta. Para estimar el nivel de actividad del proceso de erosión, se apuntó cobertura vegetal de herbáceas (si/no) en cárcavas y surcos. Se registró la presencia de plantas en pedestal. Esta información fue utilizada para valorar el indicador “*signos de erosión*”.

**En una faja de 50m por 4m de ancho (2m a cada lado de la transecta):** Se registró cuevas en el suelo, fecas (mamíferos nativos como zorros, pumas, guanacos) y otros signos de presencia de fauna. Se obtuvo una muestra compuesta de 4 sub-muestras de suelo al azar (0-10 cm de profundidad), en las cuales se determinó el carbono (C) orgánico total. En cada submuestra se calculó la densidad aparente del suelo mediante un cilindro de volumen conocido, balanza y estufa de secado. Esta información se utilizó para valorar el indicador “*materia orgánica del suelo*”. A cada una de estas submuestras se le determinó la densidad aparente efectiva del suelo.

En un sitio representativo se instalaron en forma permanente una jaula de exclusión de 1-2 m<sup>2</sup> para realizar cortes (0,25 m<sup>2</sup>) en el pico de biomasa (primavera-verano). Las gramíneas y especies herbáceas se cortaron a 1 cm de altura, y en el caso de especies leñosas se cortaron los brotes del último año. Esta información se utilizó para calcular el indicador “*oferta forrajera*”.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

**Tabla 2.** Indicadores obtenidos a partir de los datos de las transectas y las fajas.

<i>Dimensión del indicador</i>	<i>Muestras obtenidas / variables relevadas</i>	<i>Indicador</i>	<i>Verificadores</i>
<i>Ambiental</i>	Muestras de suelo muestra compuesta).	Materia orgánica del suelo.	Carbono orgánico total del suelo (t C/ha) (0-10 cm).
	Cobertura de suelo y estratos inferiores del sotobosque.	Índices de cobertura del suelo.	Porcentaje (%) cobertura vegetal, hojarasca y residuos leñosos del suelo. Porcentaje (%) suelo desnudo.
	Especies dominantes por estrato.	Biodiversidad plantas vasculares.	Diversidad beta de la comunidad del predio con respecto a comunidad de referencia.
	Registro de especies invasoras indicadoras de degradación.	Frecuencia de ocurrencia de especies invasoras.	Cobertura (%) de especies invasoras exóticas como indicadoras de degradación.
	Calidad de hábitat.	Complejidad estructural de la vegetación.	Índice de heterogeneidad espacial horizontal. Índice de heterogeneidad espacial vertical.
	Signos de erosión (a lo largo de la transecta).	Erosión de suelo.	Signos de erosión: ancho y profundidad de cárcavas o surcos, presencia de erosión laminar y/o plantas en pedestal.
	Compactación del suelo.	Densidad aparente.	Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-10 cm (gr/cm <sup>3</sup> ).
<i>Productivo</i>	Biomasa especies forrajeras.	Oferta forrajera.	Kg materia seca/ha.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

<b>Productivo-Ambiental</b>	Regeneración especies arbóreas nativas.	Regeneración.	Densidad de regeneración inicial (<1,3 m altura). Densidad de regeneración avanzada (>1,3 m de altura y <10 cm DAP).
	Estructura y funcionalidad de la cobertura arbórea.	Capacidad productiva forestal.	Área basal (m <sup>2</sup> /ha). Volumen bruto con corteza (m <sup>3</sup> /ha/año). Cobertura de copas (%).
<b>Ambiental (información complementaria)</b>	Frecuencia de cavidades en árboles y suelo, otras señales de presencia de fauna (heces).	Biodiversidad.	Riqueza específica. Presencia / ausencia de especies de alto valor de conservación. Densidad de micrositios relacionados a hábitat de especies claves de fauna.

*Procedimiento para el muestreo en cursos de agua y gabinete con imágenes satelitales*

El manejo del agua es uno de los lineamientos que plantea MBGI, donde se debe establecer la planificación y el diseño del uso eficiente y productivo del agua, mediante un plan de acción incluido en el plan de manejo, que incluya el aprovisionamiento y la distribución de la misma, y que permita disminuir los impactos del ganado evitando la contaminación y la erosión de los cursos de agua (Tabla 3). Por otro lado, para garantizar la sustentabilidad de sistemas productivos en bosque nativo, es indispensable la implementación de sistemas de monitoreo a niveles de paisaje a través del uso de imágenes satelitales (Tabla 3).



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

**Tabla 3.** Indicadores estimados mediante teledetección y en cursos de agua

<i>Dimensión del indicador</i>	<i>Indicador</i>	<i>Fuente de los datos</i>	<i>Verificadores</i>
<i>Ambiental</i>	Configuración espacial y superficie del bosque a nivel de predio.	Imágenes Landsat o MODIS.	Superficie de bosque en el predio y de bosques destinados a conservación. Distancia entre parches de bosque (a nivel del predio). Conectividad con bosque de predios vecinos. Conectividad de áreas de conservación.
	Calidad de hábitat y de provisión de agua de arroyos y ríos.	Estabilidad y protección vegetal de la ribera en tramo de río o arroyo de 100 metros de largo.	Ranking de estabilidad protección vegetal de riberas (óptimo, sub-óptimo, marginal, pobre).
	Calidad de agua.	Índice de calidad de aguas de ríos patagónicos basado en macro-invertebrados bentónicos o presencia y cantidad de coliformes.	Categorías de calidad de agua (muy limpia, limpia, polución incipiente, regular poluída, fuertemente poluída).

### Resultados y Discusión

Para llevar a cabo un análisis multidimensional, fue imprescindible transformar los valores de los indicadores a una escala común de números enteros entre 1 y 4. Se consideró: 1= mal desempeño, 2= aceptable, 3= bueno, y 4 = muy bueno, en función de la situación inicial, el valor objetivo del proyecto, y un valor óptimo obtenido de situaciones de referencia regional.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

## Indicadores productivos

La medición del indicador de la **oferta de especies forrajeras** (Fig. 1) es de fundamental importancia para evaluar, previo y posterior a las intervenciones silvícolas, o en forma anual, la capacidad productiva ganadera del predio bajo MBGI. En Patagonia Sur, una forma de medir este indicador es a través del uso del Método Ñirantal Sur (San Jorge) que estima la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal en función de la clase de sitio expresado por la altura promedio (m) de los árboles dominantes de ñire, la cobertura de copas, el área basal, los residuos leñosos y momento de uso (Peri, 2009 a, b). Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio de este indicador fue de 2,85 puntos, lo cual representa aproximadamente el 50% de la PPNAP (máxima acumulación de materia seca del pastizal).

La producción del componente animal representa el principal ingreso anual en estos sistemas productivos y se sustenta en el pastizal nativo conformado en varias zonas por especies naturalizadas de alto valor forrajero (Peri *et al.*, 2012). Este indicador es sensible a las prácticas silvícolas, implantación de pasturas y reserva forrajeras ya que influye en oferta y calidad forrajera, como así también depende del tipo de manejo animal (rotativo, continuo, veranada-invernada) y ajuste de carga que se realicen en predios bajo manejo MBGI. Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio del indicador **producción ganadera de carne** fue de 2,45 puntos para bovinos (15-20 kg/ha/año) y de 2,12 puntos para ovinos (6-8 kg/ha/año) (Fig. 1).

En Patagonia, la producción ovina es una de las principales actividades ganaderas, de la cual se obtiene como productos principales lana cruda fina y carne de cordero. En zonas con precipitaciones mayores a 200 mm anuales, predominan los sistemas doble propósito carne/lana basados mayoritariamente en la raza Corriedale con producción de lanas cruzas y cruzas finas, y en menor proporción Dohne Merino, Poll Merino y otras razas, que, si bien son doble propósito carne/lana, se caracterizan por una producción de lana fina. La producción de lana depende de la raza, la edad, el sexo y el clima, así como diferentes variables dentro del manejo animal. Para los establecimientos ganaderos ovinos de Patagonia Sur con bosques de ñire, la producción media de lana por animal es de 4,7 kg/animal, con valores de carga animal que fluctúan entre 0,60 y 0,65 ovejas/ha (Ormaechea *et al.*, 2009). En los establecimientos ganaderos de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio del indicador **producción ganadera de lana** fue de 3,22 puntos, lo cual representa valores productivos superiores a 1,5 kg lana/ha/año.

El porcentaje de destete, se considera un buen indicador del manejo ganadero en sistemas de cría o mixtos. El valor resume el resultado del



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

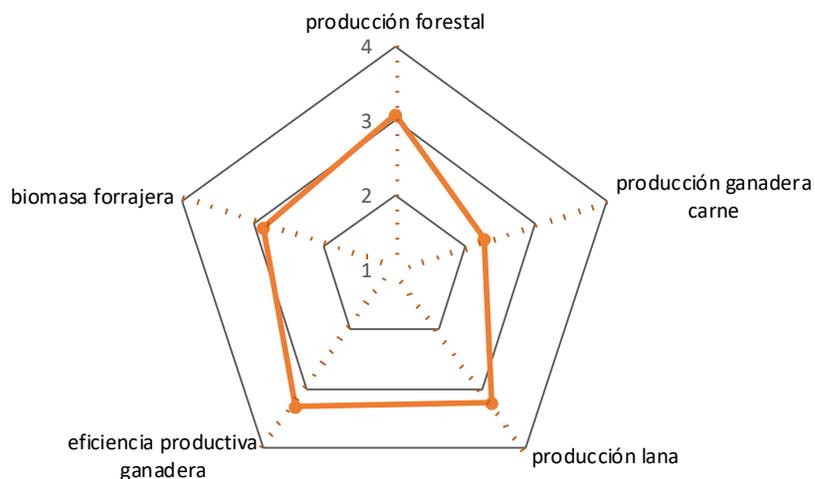
SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

manejo del rodeo de bovinos o majadas de ovinos en los aspectos nutricionales, reproductivos y sanitarios. Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio del indicador **eficiencia productiva ganadera** (Fig. 1) fue de 3,45 puntos para bovinos (95% de destete) y de 3,13 puntos para ovinos (88-92% de señalada). Es posible mejorar el índice a través de un plan de manejo animal como el ajuste de carga para lograr un buen estado corporal de los vientres al momento del parto), evitar retención de vientres que no parieron en el año (muchas veces poco fértiles) y deficiencia de los toros, aplicar suplementación estratégica, entre otros.



**Figura 1.** Valoración media de indicadores productivos para el monitoreo a escala predial de los planes MBGI en establecimientos con bosque de ñire en la provincia de Santa Cruz, Patagonia, Argentina.

La propuesta silvícola en MBGI combina criterios económicos y ecológicos que contempla la intensidad de los raleos y aspectos relacionados a la continuidad del estrato arbóreo teniendo en cuenta las interacciones positivas y negativas entre los componentes árboles, pasturas y ganado. La realización de raleos tiene por objetivo incrementar el crecimiento y la calidad maderera del dosel remanente, mantener la cobertura dentro de los límites de manejo aumentando la oferta forrajera y la obtención de productos madereros (Peri *et al.*, 2016 a, b). Para los bosques de ñire, se generó un índice de densidad de rodal, independiente de la edad del rodal y la calidad de sitio, como una herramienta biométrica para determinar intensidades de raleo de modo de alcanzar diferentes coberturas arbóreas bajo un uso silvopastoril (Ivancich *et al.*, 2009). Basado en la superficie productiva de bosque del predio, los datos de inventario forestal, la intensidad de raleo y los incrementos volumétricos para diferentes calidades de sitio u estado del bosque, se propuso utilizar el criterio de posibilidad del bosque. Es decir, la posibilidad se define como el producto maderero que se puede extraer de un bosque, de modo que se mantenga una tasa de extracción uniforme del mismo a lo largo del tiempo coincidente con la tasa de crecimiento de la masa



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

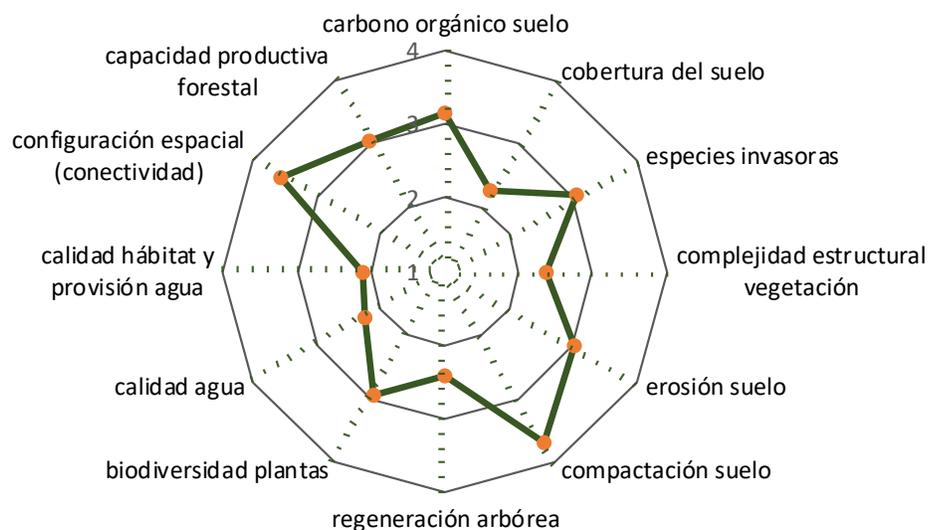
SECCIÓN III

SECCIÓN IV

forestal del predio. El promedio del indicador **aprovechamiento forestal ( $m^3/año$ ) del predio** fue de 3,08 puntos (Fig. 1), lo cual representa un 5% superior respecto a la posibilidad del bosque. Por otro lado, en los establecimientos evaluados, no se registró actividad para el indicador **productos forestales no madereros (PFNM)**.

### Indicadores ambientales

Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio del **indicador regeneración de las especies arbóreas** fue de 2,42 puntos (Fig. 2), lo cual determina que la densidad de renovales es mínima para garantizar la continuidad del estrato arbóreo con ganadería integrada en rodales en fase maduras. Para los bosques de ñire en Patagonia Sur, la valoración de 3 (buena regeneración) representaría rodales en fase de envejecimiento con regeneración inicial no ramoneada de 300 individuos/ha y 150 individuos/ha de regeneración avanzada. La cantidad de regeneración “adecuada” para una situación en particular, dependerá de la composición original de la comunidad, de la composición objetivo del manejo y del momento del ciclo forestal en que se realiza el monitoreo. En general, la regeneración es un proceso muy variable, especie específico, que depende de años de alta producción y germinación de semillas, y de años de escasa producción, generando cohortes a veces distanciadas en el tiempo (Peri *et al.*, 2006a; Bahamonde *et al.*, 2018). Por otro lado, el efecto del pisoteo, ramoneo y competencia por parte de los pastos son en muchos casos los factores desencadenantes de la falta de regeneración.



**Figura 2.** Valoración media de indicadores ambientales para el monitoreo a escala predial de los planes MBGI en establecimientos con bosque de ñire en la provincia de Santa Cruz, Patagonia, Argentina.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

El promedio del indicador **diversidad de plantas vasculares** fue de 2,93 puntos (Fig. 2). El mantenimiento de la diversidad de las plantas es clave para los demás eslabones de la cadena trófica. Como verificador se utilizó el índice de similitud de Sorensen, que estima la diversidad beta entre hábitats, o sea el grado de reemplazo de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Vettesse *et al.* 2019). El índice toma valores entre “0” y “1”, siendo “0” cuando no existe ninguna coincidencia en la composición específica de las comunidades y “1” cuando las comunidades tienen composición específica idéntica. El valor determinado para los establecimientos ganaderos evaluados representa un rango de índice de similitud entre 0,50 y 0,75. El rango más frecuente de diversidad de especies predominante del sotobosque de los bosques de ñire de Santa Cruz es el de 11 a 20 especies por rodal. Sin embargo, hubo rodales en que se relevó un máximo de 42 especies. En general, los bosques más abiertos (cobertura arbórea menores a 40%) presentaron mayor diversidad de especies en el estrato arbustivo y herbáceo, mientras que los bosques más húmedos y más cerrados (cobertura arbórea mayores a 70%) presentaron una menor estratificación del sotobosque.

El indicador de la **cobertura del suelo y estratos inferiores del sotobosque** es relevante ya que está asociado a los hábitats para la biodiversidad, a la producción de forraje, los ciclos bioquímicos y procesos de erosión. Por ejemplo, el retorno anual de materia orgánica y minerales al suelo en los bosques caducifolios de ñire se produce a través de la caída de la hojarasca (1300 a 2000 kg MS/ha/año) siendo uno de los principales aportes de nutrientes al rodal y determinando los procesos del reciclaje (descomposición y mineralización) de los mismos en el sistema silvopastoril (Bahamonde *et al.*, 2012a, 2013, 2015; Peri *et al.*, 2006b, 2008 a, b). Por otro lado, para el área destinada a pastoreo, la producción del sotobosque en sistemas silvopastoriles de ñire en la región patagónica depende de la cobertura de especies forrajeras que tiene relación directa con la cobertura del dosel arbóreo, y con la temperatura y régimen hídrico interactuando con los diferentes niveles de sombra (Bahamonde *et al.*, 2012b; Peri *et al.*, 2005). Además, la presencia y cobertura de residuos leñosos (troncos y ramas >10 cm) en el suelo proveen de micro-hábitats como refugio de fauna y fuente de alimentación de micro organismos, artrópodos y la fauna asociada (Rusch y Varela, 2019). Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio de este indicador fue de 2,25 puntos, lo cual representa una cobertura mayor al 50% de especies forrajeras para el área de producción con ganadería y aprovechamiento forestal, y para las áreas de conservación coberturas de



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

16% suelo desnudo, 10 % residuos leñosos, 28 % hojarasca, 10 % especies forrajeras exóticas.

El indicador **especies invasoras como indicadores de degradación** en promedio fue de 3,05 (Fig. 2), representando un valor moderado con coberturas inferiores al 12%, aunque hay zonas como los bosques del área de Río Turbio con valores severos de invasión. El principal impacto de las especies invasoras exóticas es la reducción de la biodiversidad del sotobosque y de la producción y calidad del forraje. También cuando invaden un rodal, estas especies limitan el desarrollo de la regeneración al ocupar físicamente la superficie del bosque. Por ejemplo, para Patagonia Sur se definió que un rodal de ñire presenta un cuadro invasivo de *Hieracium praealtum* (hierba perenne con rizomas y estolones) cuando la producción de biomasa del sotobosque disminuye en un 20-25% (o más) o la biodiversidad de especies disminuye en un 15% (Peri y Ormaechea, 2013).

Los establecimientos ganaderos de Santa Cruz con bosques de ñire presentaron un valor promedio del indicador **complejidad estructural de la vegetación** de 2,37 puntos. Es un indicador de biodiversidad bajo el supuesto de que la heterogeneidad espacial está asociada con diversidad de nichos (Warfe *et al.*, 2008). Es un indicador compuesto por dos índices que reflejan la distribución horizontal de la vegetación (Índice de Heterogeneidad Horizontal, IHHV) y la distribución vertical de la vegetación (Índice de Heterogeneidad Vertical, IHVV). Por expresar la ocupación espacial de la vegetación, el indicador también está relacionado a la eficiencia del uso de los recursos (luz, agua y nutrientes) para la producción. El valor de los verificadores (IHHV/IHVV o valores de cobertura por estrato) debería acercarse a los valores de la fisonomía que se corresponda con su sitio ecológico y en el estado que preste mayores servicios ecológicos. Si la fisonomía que corresponde al sitio ecológico del predio (o sector del predio) se corresponde a un bosque alto de ñire, los valores de referencia para valorar el indicador serán los valores que presenta el bosque al inicio del plan y el valor que asumen los verificadores para un bosque alto en buen estado. La calificación entre 1 y 4 se adjudicó considerando al 1 como valor que indica un mal desempeño del indicador (los valores en el tiempo se alejan de los valores de referencia) y 4 como valor que indica un muy buen desempeño del indicador, cuando la trayectoria de los valores de los verificadores en monitoreos sucesivos se acercan a los valores de un bosque en buen estado de conservación.

Para el indicador **capacidad productiva forestal**, el promedio fue de 3,05 puntos (Fig. 2), lo cual determina un buen estado estructural y capacidad productiva de los bosques (1,6-1,8 m<sup>3</sup>/ha/año), considerando que



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

mayoritariamente (91%) se desarrollan en una clase de sitio V (altura de los árboles dominantes menor a 8 m) (Peri y Ormeachea, 2013).

Entre los principales servicios ambientales de los bosques nativos se incluye la capacidad de fijación de gases de efecto invernadero. Dada la extensa área de tierra actualmente gestionada como sistemas de producción de rumiantes en Patagonia, el potencial para la mitigación del cambio climático a través del secuestro de C por los sistemas silvopastoriles toma gran relevancia. Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio del indicador **carbono orgánico del suelo (COS)** (0-10 cm) fue de 3,16 puntos. En Patagonia Sur, basado en el modelo de Estados y Transiciones, el principal sitio ecológico para ñirantales de Santa Cruz que representan el 80% de su superficie (159.720 ha) se desarrollan en una clase de sitio V (altura media de los árboles dominantes < 8 m), con temperatura media anual de 5,0-6,2 °C, precipitaciones de 280- 600 mm, Evo de 950-1650 mm/año, Pendiente de 0° a 5°, altitud < 450 msnm, profundidad efectiva del suelo de 0,4-0,6 m y capacidad retención hídrica (capacidad de campo a 0,3 m profundidad) de 50 a 60%. El contenido de COS (0-10 cm) para el estado de referencia o la condición de mayor integridad del bosque de ñire para ese sitio ecológico es de 15,1-17,6 tn C/ha (Peri *et al.*, 2017b).

El suelo es el sostén de la producción forestal, ganadera, de alimentos y de los usos múltiples del bosque. La degradación más importante está vinculada al riesgo de erosión de los suelos con la consecuente pérdida de materia orgánica, fertilidad natural y la capacidad productiva de los campos. En Patagonia, la erosión del suelo es un proceso degradativo que disminuye la productividad del sistema productivo la cual puede ser provocada por un manejo inadecuado como la remoción excesiva de la cobertura vegetal. Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio del indicador de **erosión de suelo** fue de 3,04 puntos (Fig. 2), lo cual determina poca superficie de erosión en potreros con ñire (presencia de erosión laminar en una superficie < 10%).

Dependiendo de la textura de los suelos, la compactación por tránsito de animales en ocasiones puede tener efectos nocivos sobre la aireación del suelo, modificando la disponibilidad de agua y nutrientes a las plantas. El efecto de la presión que se observa mayormente en los 5 a 10 cm superficiales, es la eliminación de los poros de mayor tamaño (llenos de aire), lo cual incrementa la densidad aparente. Este efecto puede aumentar la capacidad de retención de agua de los suelos, al reemplazar los poros de mayor tamaño, por poros de menor tamaño (Sharrow, 2007). El promedio del indicador **compactación del suelo** fue de 3,68 puntos (Fig. 2), lo cual determina poca compactación de los suelos (0-10 cm) en potreros con



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

ganadería, determinado con un aumento de la densidad aparente  $< 10\%$  respecto al bosque de referencia.

La configuración espacial y el tamaño de los elementos del paisaje predial son determinantes del nivel de provisión de servicios ecosistémicos de soporte y de biodiversidad. Para los planes MBGI, se identificaron los elementos parches de bosque, áreas de no-bosque y corredores de bosque. En la región patagónica, la heterogeneidad natural de la vegetación, amplificada por diferentes historias de uso e incendios, provocan una diversidad de estructuras vegetales. Comparando los índices (en promedios y variabilidad) de parches de vegetación observados y parches de referencia de bosque conocido (elegido dentro del mismo sitio ecológico que el parche observado y que cumpla con las definiciones locales de bosque), se definió en cada mapa predial (densidad mínima de un punto al azar cada 200 hectáreas), la ubicación y extensión de los elementos bosque, no-bosque y corredores de bosque (Basualdo *et al.*, 2019). Los establecimientos ganaderos con bosques de ñire presentaron un valor promedio de 3,56 puntos para el indicador **configuración espacial y superficie a nivel de predio** (Fig. 2), lo cual determina una muy buena configuración espacial de paisaje donde menos del 20% de los puntos de observación tienen una configuración espacial poco adecuada.

Uno de los servicios ambientales más importantes que prestan los ambientes boscosos es su efecto positivo sobre calidad del agua y la regulación de los cuerpos y cursos de ríos y arroyos (FAO, 2008). En este sentido son tres los elementos centrales a tener en cuenta en la evaluación: el cuidado de las cabeceras de cuenca, el de los márgenes de cursos y cuerpos de agua y la cobertura de las laderas. Basado en el índice de valoración de hábitat para ríos de montaña desarrollado por Miserendino (2005) se utilizó 2 variables de fácil evaluación visual, que definen la calidad de un curso de agua: la estabilidad de su ribera y la protección de la ribera por plantas nativas. Para determinar la estabilidad de la ribera se observó la exposición de raíces y suelos, bancos desprotegidos por falta de vegetación y erosión por pisoteo de ganado. Para el grado de protección vegetal de la ribera, se tuvo en cuenta las características de la vegetación arbórea nativa del área ribereña y en el tipo de arroyo. El promedio del indicador **calidad de hábitat y de provisión de agua** fue de 2,11 puntos (Fig. 2), lo cual resalta la importancia de mantener coberturas arbóreas que mejoren la infiltración del agua y reduzca la escorrentía superficial, como así también evitar el acceso de los animales a los márgenes de cuerpos y cursos de agua para evitar la destrucción de los taludes. Así, mientras mayor sea la degradación del suelo menor será la posibilidad de sostener una cobertura vegetal, generándose una retroalimentación positiva que incrementa la erosión y la respuesta hidrológica (menor tiempo de espera) a un evento de precipitación.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

Los cursos y cuerpos de agua son de alto valor por la importancia del agua como recurso de consumo humano y animal. En este sentido, existen antecedentes de efectos del ganado como (i) disminución de la escorrentía superficial por compactación del suelo debido a altas cargas animales lo cual genera una mayor deposición de material orgánico sobre los cauces (Lowrance *et al.*, 2002); (ii) aumento de nitrógeno (N) y fósforo (P) por deyecciones animales (heces y orina) ya sea por lavado o deposiciones directas cuando los animales beben en los cursos de agua (Zaimes y Schultz, 2002). En cada punto de muestreo se realizó los siguientes análisis de **calidad de agua en ríos y arroyos** según a los métodos establecidos en estándares internacionales descritos en Eaton *et al.* (2005): nitratos (Método SM 4500 B), sólidos suspendidos disueltos totales (SS) (Método SM 2540 B), bacterias coliformes (BC) y presencia de *Escherichia coli* (Método IMVIC) (Método SM 9221). Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio de este indicador fue de 2,24 puntos, lo cual resalta que los sólidos suspendidos, nitratos y dureza fueron los parámetros que fueron mayores en los lugares con uso ganadero en bosques de ñire. Esto sugiere que debería prestarse especial atención a los sitios en donde los animales acceden a los cursos de agua, evitando que los mismos ingresen de manera indiscriminada.

#### *Indicadores socio-económicos*

Al abordar los indicadores sociales de la sustentabilidad para MBGI es importante tener en cuenta el carácter heterogéneo de éstos y los procesos de cambio que involucran a la sociedad. Debido a que el indicador **grado de satisfacción** por parte de los productores está determinado por la subjetividad del concepto, fue necesario “objetivar” la encuesta en el momento de inicio del proceso de elaboración del plan MBGI. Los satisfactores podrían referirse por ejemplo a: (i) mejora de la autoestima del o de los productores, (ii) incorporación y/o reconocimiento de mujeres y jóvenes en función productiva, (iii) recuperación de prácticas culturales y valorización de destrezas locales, (iv) valorización de productos tradicionales, (v) posicionamiento social del o de los productores, (vi) facilidad para incorporar las nuevas actividades, y (vii) mejora en los ingresos familiares. Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio de este indicador fue de 2,07 puntos (Fig. 3). Este indicador hizo referencia a la valoración de la “condición del productor”, es decir como el productor califica su condición en relación al manejo predial.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

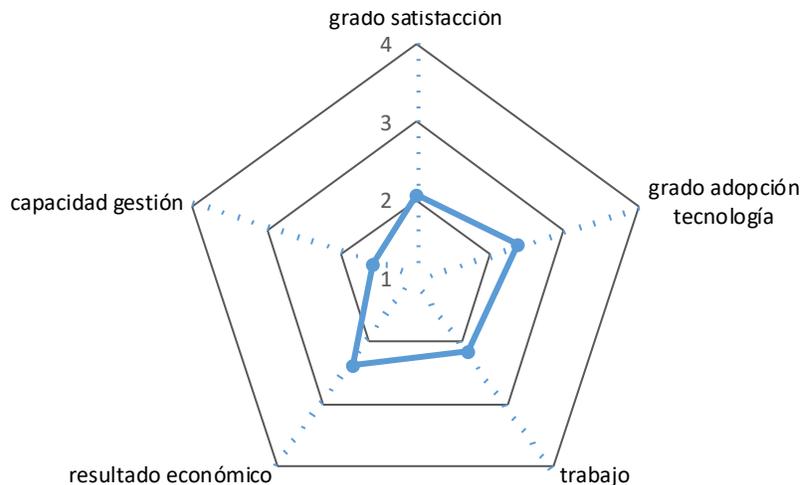
CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV



**Figura 3.** Valoración media de indicadores socio-económicos para el monitoreo a escala predial de los planes MBGI en establecimientos con bosque de ñire en la provincia de Santa Cruz, Patagonia, Argentina.

Una de las claves en la adopción de las tecnologías es el acompañamiento y los métodos de la transmisión. El manejo adaptativo como marco de MBGI y las experiencias de investigación/experimentación participativa constituyen herramientas adecuadas para poder transmitir la complejidad de la tecnología y el éxito de su adopción. Para facilitar la interpretación del indicador **grado de adopción de tecnologías**, se sugiere desdoblarse el Plan de Manejo MBGI en sus componentes por actividad (forestal, ganadera) (Sánchez Toledano *et al.*, 2013). Algunos verificadores que pueden ser de utilidad para valorar el indicador son: (i) grado de participación en el diseño del plan por parte del productor, (ii) apropiación del plan por parte del productor, (iii) inversión en el plan, y (iv) introducción de adaptaciones por parte del productor dentro del marco de la sustentabilidad. Para los establecimientos evaluados el promedio de este indicador fue de 2,38 puntos (Fig. 3), lo cual determina una adopción media o moderada de tecnologías.

El indicador **trabajo** se fundamenta en el consenso de que el trabajo es fuente de bienestar a nivel socio-económico y comunitario (Harshaw *et al.*, 2009). A través de este indicador se explora la cantidad y calidad de trabajo generado por la unidad productiva que implementa el plan de manejo MBGI. En este marco, fue importante contar con un registro donde figure la cantidad y el rol/función de cada uno de los trabajadores de la unidad de producción, el tipo (asalariado o mano de obra familiar) y la variación anual o temporal en la cantidad de puestos de trabajo. Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio de este indicador fue de 2,15 puntos (Fig. 3), lo cual determina que el trabajo en los últimos 5 años mantuvo estable la cantidad y calidad del trabajo.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

El resultado económico de un Plan Predial se evalúa a través de diferentes verificadores, dependiendo de la tipología del productor y la posibilidad de acceder a registros que posibiliten su cálculo. Para valorar el indicador **resultado económico** se toma como punto de referencia a la situación inicial del verificador (valor al momento “0”) y un valor objetivo (valor del verificador que se propone alcanzar en el Plan de Manejo MBGI) que puede estar expresado como un aumento porcentual del valor en el inicio del plan en el predio. Se calificó al indicador entre un valor de 1 (mal desempeño de este indicador) y 4 (muy buen desempeño del indicador), dependiendo de que el verificador se mantenga o empeore con respecto a la situación inicial, mejore levemente sin alcanzar los objetivos o los supere. Para los predios de Santa Cruz con bosques de ñire el promedio de este indicador fue de 2,38 puntos, principalmente basado en el margen bruto (Fig. 3).

La aplicación de los 7 lineamientos técnicos de MBGI requiere en muchos casos de inversiones (alambrado para separación de ambientes, manejo del acceso del agua, suplementación invernal para animales, prevención y control de incendios forestales). En este contexto, las posibilidades y condiciones de financiamiento constituyen un factor muy importante, ya sea desde una perspectiva de corto plazo (financiamiento gastos raleos y comercialización), o desde los requerimientos de inversión de largo plazo (financiamiento para renovar el parque de maquinarias, realizar mejoras, adquirir nuevas instalaciones o poner en marcha nuevas alternativas productivas). El promedio del indicador **capacidad de gestión** fue de 1,57 puntos (Fig. 3), lo cual representa que la implementación del Plan de Manejo, se mantuvo o mejoró levemente respecto al acceso a créditos o subsidios, el acceso a nuevas tecnologías y la gestión de riesgos o contingencias respecto a la situación previa.

### Conclusiones

La importancia de contar con un conjunto de indicadores prediales permitirá a los productores y técnicos realizar una evaluación y seguimiento del manejo MBGI en el campo, e identificar los desvíos existentes respecto de lo planificado, así como ajustar sus objetivos y las estrategias de intervención para mejorar los resultados de la ejecución. Es decir, esta propuesta hace posible el manejo adaptativo en la práctica. También la información proveniente del monitoreo de los indicadores MBGI es de importancia para la Dirección de Bosques del Consejo Agrario Provincial (CAP) de Santa Cruz en la gestión de los bosques nativos junto al Comité Técnico Provincial MBGI, en el contexto de contar con una línea de base, evaluar el impacto de los Planes de Manejo sobre los principales procesos naturales en el estado de conservación de los bosques y en la calidad de vida de la población asociada a ellos.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

## Bibliografía

- Bahamonde, H., Peri, P.L., Alavarez, R., Barneix, A., Moretto, A., Martínez Pastur, G., 2012a. Litter decomposition and nutrients dynamics in *Nothofagus antarctica* forests under silvopastoral use in Southern Patagonia. *Agroforestry Systems* 84, 345-360.
- Bahamonde, H., Peri, P.L., Alavarez, R., Barneix, A., Moretto, A., Martínez Pastur, G., 2012b. Producción y calidad de gramíneas en un gradiente de calidades de sitio y coberturas en bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. en Patagonia. *Ecología Austral* 22, 62-73.
- Bahamonde, H., Peri, P.L., Alavarez, R., Barneix, A., Moretto, A., Martínez Pastur, G., 2013. Silvopastoral use of *Nothofagus antarctica* in Southern Patagonian forests, influence over net nitrogen soil mineralization. *Agroforestry Systems* 87, 259-271.
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Monelos, L., 2015. Litterfall and nutrients return in *Nothofagus antarctica* forests growing in a site quality gradient with different management uses in Southern Patagonia. *European Journal of Forest Research* 134, 113-124.
- Bahamonde, H., Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Monelos, L., Soler, R., Peri, P.L., 2018. Ten years of seed production and establishment of regeneration measurements in *Nothofagus antarctica* forests under different crown cover and quality sites, in Southern Patagonia. *Agroforestry Systems* 92, 623-635.
- Basualdo, M., Huykman, N., Volante, J.N., Paruelo, J.M., Piñeiro, G., 2019. Lost forever? Ecosystem functional changes occurring after agricultural abandonment and forest recovery in the semiarid Chaco forests. *Science of the Total Environment* 650, 1537-1546.
- Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Rice, E.W., Greenberg, A.E., Franson, M.A.H., 2005. *Standard Methods, for the Examination of Water & Wastewater- 21st edition*, American water work association, US, pp. 1368.
- FAO, 2008. *Forests and Water: A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma, pp. 92.
- Harshaw, H.W., Sheppard, S., Jeakins, P., 2009. Public attitudes toward sustainable forest management. *Journal of Ecosystems and Management* 10(2), 81-103.
- Ivancich, H., Soler Esteban, R., Martínez Pastur, G., Peri, P.L., Bahamonde, H., 2009. Índice de densidad de rodal aplicado al manejo silvopastoril en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur. *Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*. Ediciones INTA, Posadas, Misiones, pp. 245-250.
- Lowrance, R., Dabney, S., Shultz, R., 2002. Improving water and soil quality with conservation buffers. *J. Soil Water Conserv.* 57, 36-43.
- Miserendino, L., 2005. *Guía de Campo Índice de Valoración de Hábitat para Ríos de Montaña*. CIEFAP-GTZ-DGByP-UNPSJB, 16 pp.
- Navall, M., Peri, P.L., Merletti, G., Monaco, M., Carranza, C., Medina, A., 2016. Acuerdo MBGI: Una iniciativa para devolver el significado a los Sistemas Silvopastoriles sobre bosques nativos. *Quipu Forestal* 2, 20-21.
- Ormaechea, S., Peri, P.L., Molina, R., Mayo, J.P., 2009. Situación y manejo actual del sector ganadero en establecimientos con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Sur. *Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*, Posadas, Misiones, pp. 385-393.
- Peri, P.L., Sturzenbaum, M.V., Monelos, L., Livraghi, E., Christiansen, R., Moretto, A., Mayo, J.P., 2005. Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. *Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*, Corrientes, 10 pp.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

- Peri, P.L., Monelos, H.L., Bahamonde, H.A., 2006a. Evaluación de la continuidad del estrato arbóreo en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril con ganado ovino en Patagonia Sur, Argentina. Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Pecuaria Sostenible, Varadero, Cuba, 6 pp.
- Peri, P.L.; Gargaglione, V.; Martínez Pastur, G., 2006b. Dynamics of above- and below-ground biomass and nutrient accumulation in an age sequence of *Nothofagus antarctica* forest of Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 233, 85-99.
- Peri, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., 2008a. Above- and belowground nutrients storage and biomass accumulation in marginal *Nothofagus antarctica* forests in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 255, 2502-2511.
- Peri, P.L., Bahamonde, H., Monelos, L., Martínez Pastur, G., 2008b. Producción de hojarasca en bosques primarios y bajo manejo silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Actas Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – EcoNothofagus, pp. 149-155.
- Peri, P.L., 2009a. Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Ediciones INTA, Posadas, Misiones, pp. 335-342
- Peri, P.L., 2009b. Método Ñirantal Sur -San Jorge: una herramienta para evaluar los pastizales naturales en bosques de ñire. Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, Sección 9, Producción Animal. Edición EEA Santa Cruz. pp. 33-38
- Peri, P.L., 2012. Implementación, manejo y producción en SSP: enfoque de escalas en la aplicación del conocimiento aplicado. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Ediciones INTA, Santiago del Estero, Argentina, pp. 8-21.
- Peri, P.L., Ormaechea, S., 2013. Relevamiento de los Bosques Nativos de Ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: Base para su Conservación y Manejo, Ediciones INTA, Buenos Aires, 88 pp.
- Peri, P.L.; Bahamonde, H.; Lencinas, M.V.; Gargaglione, V.; Soler, R.; Ormaechea, S.; Martínez Pastur, G., 2016a. A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems* 90, 933-960.
- Peri, P.L., Hansen, N.E., Bahamonde, H.A., Lencinas, M.V., Von Müller, A.R., Ormaechea, S., Gargaglione, V., Soler, R., Tejera, L.E., Lloyd, C.E., Martínez Pastur, G., 2016b. Silvopastoral systems under native forest in Patagonia Argentina. En: Peri, P.L., Dube, F., Varella, A. (Eds.), *Silvopastoral Systems in Southern South America*, Advances in Agroforestry, Springer International Publishing, Switzerland, pp. 117-168.
- Peri, P.L., López, D.R., Rusch, V., Rusch, G., Rosas, Y.M., Martínez Pastur, G., 2017a. State and transition model approach in native forests of Southern Patagonia (Argentina): linking ecosystemic services, thresholds and resilience. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13(2), 105-118.
- Peri, P.L., Banegas, N., Gasparri, I., Carranza, C., Rossner, B., Martínez Pastur, G., Cavallero, L., López, D.R., Loto, D., Fernández, P., Powel, P., Ledesma, M., Pedraza, R., Albanesi, A., Bahamonde, H., Iglesia, R.P., Piñeiro, G., 2017b. Carbon sequestration in temperate silvopastoral systems, Argentina. En: Montagnini, F., (Ed.), *Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty*, Advances in Agroforestry 12, Springer International Publishing, Switzerland, pp. 453-478.
- Peri, P.L., Fermani, S., Monaco, M., Rosales, V., Díaz, F., Collado, L., Torres, S.C., Ceballos, E., Soupet, J., Perdomo, M., Soto Castelló, A., Antequera, S., Navall, M., Tomanek, E., Colomb, H., Borrás, M., 2018. Manejo de bosques con ganadería integrada (MBGI) en Argentina. Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Ediciones INTA, Villa La Angostura, Neuquén, pp. 724-748.
- Peri, P.L., Rusch, V., Von Muller, A., Varela, S., Quinteros, P., Martínez Pastur, G., 2021. Manual de Indicadores para Monitoreo de Planes Prediales de Manejo de Bosque con



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SECCIÓN I

SECCIÓN II

SECCIÓN III

SECCIÓN IV

Ganadería Integrada – MBGI Región Patagónica. Editorial INTA-MayDS, Buenos Aires, pp.167.

Rusch, V., Varela, S., 2019. Bases para el Manejo de Bosques Nativos con Ganadería en Patagonia Norte. Buenos Aires, Ediciones INTA, pp. 160.

Sánchez Toledano, B.I., Zegbe Domínguez, J.A., Rumayor Rodríguez, A.F., 2013. Propuesta para evaluar el proceso de adopción de las innovaciones tecnológicas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4, 855-868.

Sharrow, R., 2007. Soil compaction by grazing livestock in silvopastures as evidenced by changes in soil physical properties. Agroforestry Systems 71, 215-223.

Vettese, E.S., Orellana Ibáñez, I.A., Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Peri, P.L., 2019. Diversidad de plantas vasculares en bosques continuos y relictuales de *Nothofagus antarctica* (Nothofagaceae) en Patagonia Austral. Anales del Instituto de la Patagonia 47(1), 31-53.

Warfe, D.M., Barmuta, L.A., Wotherspoon, S., 2008. Quantifying habitat structure: surface convolution and living space for species in complex environments. Oikos 117, 1764–1773.

Zaimas, G.N., Schultz, R.C., 2002. Phosphorus in Agricultural Watersheds, a Literature Review. Department of Forestry, Iowa University, Ames, Iowa. 116 pp.