



IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles

“Una oportunidad para el desarrollo sustentable”

Villa La Angostura, Neuquén, Argentina, 31 de Octubre al 2 de Noviembre de 2018

ACTAS

 **INTA Ediciones**

Colección
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN



IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles

"Una oportunidad para el desarrollo sustentable"

Villa la Angostura, Neuquén, Argentina, 31 de octubre al 2 de noviembre

Rusch, Verónica

Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles /
Verónica Rusch; Gonzalo Caballé; Santiago Varela, Juan Pablo Diez. - - 1ª ed.
San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA, 2018

749 p.

Libro digital

ISSN: 1667-4014

1. Ganadería. 2. Producción Forestal. 3. Sustentabilidad.
4. Ambiente. 5. Productor



Agradecemos a todos los revisores de trabajos, que entregaron su tiempo y sus conocimientos, para ayudar a los autores a presentar sus investigaciones y actividades de una mejor manera.

MIEMBROS DEL COMITÉ CIENTÍFICO

Gonzalo Caballé, Presidente Comité Científico

Dr. Gabriel Stecher	AUSMA, UNCo	Dr. Nahuel Pachas	University of Queensland, Australia
Dra. Pamela Quinteros	CIEFAP	Dra. Guillermina Dalla Salda	INTA, EEA Bariloche
Lic. Jaime Salinas	INFOR, Sede Patagonia, Chile	Dra. Ma Victoria Lantschner	INTA, EEA Bariloche
Dr. Javier Gyenge	INTA, EEA Balcarce	Dr. Alejandro Aparicio	INTA, EEA Bariloche
Dra. María Elena Fernández	INTA, EEA Balcarce	Lic. Leonardo Claps	INTA, EEA Bariloche
Dr. Pablo Laclau	INTA, EEA Bariloche	Dra. Paula Marchelli	INTA, EEA Bariloche
Ms. Karina Cancino	INTA, EEA Bariloche	Dr. Alejandro Martínez	INTA, EEA Bariloche
Ms. Santiago Varela	INTA, EEA Bariloche	Dr. Federico Letourneau	INTA, EEA Bariloche
Ms. Ma Belén Rossner	INTA, EEA Cerro Azul	Dr. Ignacio Gasparri	INTA, EEA Bariloche
Ms. Juan José Verdoljak	INTA, EEA Corrientes	Ms. Victoria Cremona	INTA, EEA Bariloche
Dr. Axel Von Muller	INTA, EEA Esquel	Dr. Marcos Easdale	INTA, EEA Bariloche
Ms. Sebastian Ormaechea	INTA, EEA Manfredi	Ing. Verónica Rusch	INTA, EEA Bariloche
Ms. Marcelo de León	INTA, EEA Manfredi; U.N.Cba.		
Ing. Luis Colcombet	INTA, EEA Montecarlo		
Ms. Hugo Fassola	INTA, EEA Montecarlo		
Dra. Natalia Aguilar	INTA EEA Sáenz Peña		
Dr. Pablo Peri	INTA, EEA Santa Cruz		
Dra. Verónica Gargaglione	INTA, EEA Santa Cruz		
Ms. Héctor Bahamonde	INTA, EEA Santa Cruz		
Dr. Carlos Kunst	INTA, EEA Santiago del Estero		
Ing. Marcelo Navall	INTA, EEA Santiago del Estero		
Ms. Adriana Gómez	INTA, EEA Santiago del Estero		
Dr. Dardo López	INTA, Est. Ftal. Villa Dolores		
Ing. Carlos Carranza	INTA, Est. Ftal. Villa Dolores		
Ms. Carlos Rossi	U.N. de Lomas de Zamora		
Dr. Tomás Schlichter	UBA, FAUBA		



SISTEMA DE MONITOREO A ESCALA PREDIAL PARA MANEJO DE BOSQUE CON GANADERÍA INTEGRADA (MBGI) EN LA REGIÓN CHAQUEÑA.

MONITORING SYSTEM AT FARM LEVEL FOR FOREST MANAGEMENT WITH INTEGRATED LIVESTOCK (FMIL) IN CHACO REGION

Carranza, Carlos A. (1); Dardo R. López (1); Laura Cavallero (1); Pablo L. Peri (1); Gonzalo Daniele (2); María J. Cabello (3); Eloisa Mussat (4); Anahí Manzur (1); Marcela Ledesma (1)

(1) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA);

(2) Dirección de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación;

(3) Secretaría de Ganadería, Ministerio de Agroindustria de la Nación.

(4) Consultora independiente;

Resumen

Los Planes de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI), son un modelo de gestión sustentable del bosque nativo a escala predial, que tiene como objetivo conjugar la producción y la conservación de los bosques, a través de intervenciones de bajo impacto. Considerando que la propuesta se basa en el manejo adaptativo y sustentable de socio-ecosistemas complejos, es imprescindible contar con un sistema de monitoreo que verifique que la planificación cumple con los objetivos en todas las dimensiones de la sustentabilidad. Para tal fin, en el presente trabajo se presenta la metodología utilizada para contar con un conjunto de indicadores bajo tres principios de sustentabilidad: a) La capacidad productiva del ecosistema deben mantenerse o mejorarse; b) La integridad del ecosistema y sus servicios ecosistémicos deben mantenerse o mejorarse; c) El bienestar de las comunidades asociadas a su uso debe mantenerse o mejorarse. El trabajo consistió en tres etapas: I Consulta a expertos; II taller para priorización de indicadores; III metodología para recolección de datos, valoración de los indicadores y validación en sistemas reales. Se propone interpretar los indicadores en base a situaciones de referencia mediante análisis multicriterio.

Palabras clave: sustentabilidad; indicadores; planes de manejo

Abstract

The guidelines of Forest Management with Integrated Livestock (FMIL) plans are a model of sustainable management of native forests at the farm level that combine wood and meat production with forest conservation, through low impact interventions. These guidelines are based on adaptive and sustainable management of complex socio-ecosystems. A monitoring system is implemented to test whether management plans meet the production and conservation objectives considering all dimensions of sustainability. This work presents the methods used to select a set of indicators under the three principles of sustainability, which should be achieved through FMIL plans: (a) The productive capacity of the ecosystem must be maintained or improved; (b) The integrity of the ecosystem and its associated ecosystem services must be maintained or improved; (c) The well-being of the associated communities must be maintained or improved. The selection of indicators had three stages: I proposal of indicators through expert consultation; II expert workshop for the prioritization of indicators; III guidelines for data collection, valuation of indicators and validation of the monitoring system in real systems. The indicators are interpreted in relation to a reference situation using a multicriteria analysis.

Key words: sustainability; indicators; management plan



INTRODUCCIÓN

El Gran Chaco Americano es la región forestal tropical seca más grande del mundo, con una superficie de más de 1.100.000 km², de la cual un 62% se asienta en la Argentina. En éste país es la región que presenta la mayor tasa de deforestación en las últimas dos décadas, debido a la reciente expansión de agro-negocios para la producción de carne y granos (Zak et al. 2004; Hoyos et al. 2012; Gasparri et al. 2015; Peri et al. 2017). La Ley Nacional 26331/2007, disminuyó drásticamente la superficie desmontada anualmente. Sin embargo, puso en evidencia conflictos entre diferentes grupos sociales. Parte de la sociedad urbana, apoya la restricción a la producción cuando los servicios ecosistémicos que proveen los bosques nativos se ven comprometidos; movimientos organizados de productores campesinos apoyados por parte de la sociedad urbana apoyan las restricciones al uso de los bosques por ver amenazado el uso común tradicional ante la aparición de nuevos actores en los territorios y por último un sector de pequeños, medianos y grandes productores con dominio sobre la mayor parte de la superficie de bosques siente que la ley afecta su capacidad productiva.

En el año 2015, para zanjar el conflicto conservación – producción, INTA, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y el entonces Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación proponen lineamientos generales para el Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI). El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI), es un modelo de gestión sustentable a escala predial de Bosque Nativo, que tiene como objetivo aumentar los servicios ecosistémicos de provisión: forestales, no forestales, ganaderos, con el mínimo impacto sobre los servicios ecosistémicos de regulación y sostén, manteniendo los servicios culturales asociados al bosque. Entre los servicios de provisión se incluye al forraje y se incorpora a la ganadería como un componente integrado culturalmente al bosque, ya que está presente en prácticamente todos los bosques nativos del país. La propuesta técnica se basa en el manejo adaptativo y se plasma en la presentación de un Plan MBGI, donde a través de un abordaje sistémico, se planifican las intervenciones sobre todo los componentes del sistema (Peri et al 2017). Para el ordenamiento de los predios a través de planes MBGI, se proponen intervenciones de bajo impacto en la mayor parte de la superficie del predio, regulando intensidad, extensión y periodicidad de las intervenciones sobre los diferentes componentes del sistema (árboles, estrato arbustivo, forraje herbáceo). En sectores de menor superficie y ubicación estratégica, se proponen núcleos de conservación/corredores y áreas para la producción intensiva de forrajeras, que mejoren la eficiencia productiva y faciliten el manejo del bosque (exclusiones temporarias, descanso de pastizales, etc). Si bien los planes son prediales, su ordenamiento debe guardar relación con el paisaje, sobre todo para definir las áreas de conservación y corredores, o sea están relacionados a una planificación del territorio de menor escala (Peri et al 2017).

Para llevar a cabo el ordenamiento predial bajo el concepto de manejo adaptativo, es imprescindible contar con un plan de mediano plazo (PMBGI) y 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 (Peri et al 2017).

El plan de monitoreo propuesto para MBGI se basa en un sistema de Principios, Criterios e Indicadores (P, C&I). Los P, C&I, son sistemas jerárquicos que permiten abordar la complejidad del concepto de sustentabilidad en forma lógica, objetiva y anidada, en relación a las escalas espaciales y temporales, permitiendo fijar umbrales de aceptación y explicitar los supuestos subyacentes de



las propuestas de manejo (Rusch et al 1999).

En el caso de MBGI, se adoptaron tres grandes principios, que deben cumplirse simultáneamente para considerar que la propuesta de gestión del predio es sustentable (Rusch et al 1999):

- a) La capacidad productiva y la productividad del ecosistema deben mantenerse o mejorarse.
- b) La integridad del ecosistema y sus servicios deben mantenerse o mejorarse.
- c) El bienestar de las comunidades asociadas a su uso debe mantenerse o mejorarse.

Bajo estos principios, el proceso que se presenta tuvo por objetivo la construcción de un sistema de monitoreo de planes de MBGI a nivel predial para la región del Parque Chaqueño, a través del uso de indicadores.

METODOLOGÍA

Etapa I

Se definió un conjunto de criterios e indicadores (C&I) de sustentabilidad para los bosques bajo MBGI siguiendo la metodología propuesta en Prabhu et al. (1999). En una primera instancia se realizó un trabajo individual de un grupo diversificado de expertos de diferentes instituciones (INTA, Universidades, CONICET, direcciones de bosques provinciales, MAyDS). Los responsables del proceso consultamos a 21 especialistas que reunieran dos condiciones básicas: ser reconocidos como referentes en su especialidad en las ciencias ambientales, sociales o en el ámbito de la producción, y que tuvieran antecedentes laborales en la utilización de indicadores de sustentabilidad. A estos referentes se les solicitó a su vez que recomendarán al menos tres especialistas en su área de conocimiento, para incorporarlos a la consulta. A la lista ampliada de 51 profesionales se les solicitó que propusiera indicadores de sustentabilidad relacionados a su área de especialidad, verificadores para su estimación, umbrales (si se conocieran), frecuencia y metodología de medición y referencias bibliográficas que sustenten al indicador.

Etapa II

Esta etapa consistió en dos jornadas de trabajo grupal, en el que se promovieron las discusiones y se priorizaron los indicadores que formarían parte del conjunto de C&I, en base a los identificados en la etapa I. Un objetivo específico del taller fue reducir el número total de indicadores a no más de 20, que fueran operativos, sensibles y representativos del manejo propuesto en MBGI. En esta etapa participaron 25 expertos.

Etapa III

En la tercera etapa, un grupo reducido conformado por técnicos de INTA, Ministerio de Agroindustria y Dirección de Bosques del Ministerio de Ambiente de Nación, revisaron los indicadores y verificadores seleccionados, en consulta con los técnicos que participaron de la etapa II. Se revisó fundamentalmente la valoración de cada indicador en función de sus verificadores y se validaron en situaciones reales de producción, realizando mediciones a campo y entrevistas a productores, a fin de ajustar la metodología. Se proponen dos posibilidades para la evaluación de los indicadores: una evaluación individual teniendo en cuenta umbrales de aceptación y una interpretación integrada de la información que aportan los indicadores a través de análisis multicriterio. Para ésta última fue necesario la transformación de los resultados a una escala



discreta de valores para visualizar en una escala unificada valores las diferentes dimensiones: ambiental, socio-económica, productiva. Para esto, se consensó una escala de 1 a 4, siendo 1 la expresión de la performance más baja del indicador y 4 la mejor. El análisis multicriterio permite una visualización rápida de los puntos fuertes y débiles de los planes MBGI. Tratándose del monitoreo de sistemas dinámicos, el comportamiento de los indicadores debe analizarse en función de su tendencia. Un ejemplo claro sería el del indicador "Área basal de especies forestales", definido como un indicador de la producción potencial forestal. Este indicador podría marcar un retroceso en algún momento del ciclo de manejo, luego de un aprovechamiento. La alerta que plantearía ese valor, nos debe llevar a analizar la regeneración. Si en sucesivos monitoreos el valor del indicador "regeneración forestal" es adecuado para cubrir en el futuro el stock forestal, aquel valor de disminución de área basal del año de aprovechamiento no habrá significado un problema.

Se sugiere también que la tendencia de los indicadores debe evaluarse como positiva o negativa de acuerdo a tres situaciones de referencia:

- a- Los valores del punto "0" o línea de base, ya que los principios sobre los que se sustentan los indicadores son conservar o mejorar la situación inicial en cada dimensión de la sustentabilidad
- b- Los objetivos del Plan MBGI, que deben ser explícitos y referirse a todas las dimensiones de la sustentabilidad.
- c- Los valores de referencia de un bosque en buen estado de conservación, sobre todo para valorar aspectos relativos a biodiversidad y servicios ecosistémicos de regulación.

RESULTADOS DEL PROCESO

Los expertos en la Etapa I definieron 251 indicadores (24 Socio económicos, 170 ambientales y 57 de producción y gestión). Muchos de los indicadores sugeridos tenían bastante similitud, difiriendo en su enunciación, en los verificadores o en la forma de cálculo para su valoración.

En la segunda etapa, luego del trabajo de Taller, se acordó por consenso de los especialistas una lista de 17 indicadores: 7 ambientales, 4 socio-económicos, 6 productivos.

En la tercera etapa finalmente quedaron definidos 18 indicadores, ya que al indicador "Estructura y composición de la vegetación" propuesto en la etapa II, se lo separó en un indicador que expresa la ocupación física de la comunidad: "Estructura y complejidad de la vegetación" y otro indicador que aborda la diversidad de la comunidad: "Diversidad vegetal". Además se agregó como información complementaria a la riqueza específica y a la presencia de especies raras o endémicas.

Para la estimación de los indicadores se recurre a encuestas y registros en el caso de indicadores socio-económicos y productivos a muestreo de variables a campo. para medir o estimar variables relacionadas al ambiente y la producción y al análisis de imágenes satelitales para verificar indicadores de cobertura de bosque y conectividad, a nivel de predio y del predio con su contexto.



Procedimiento para el relevamiento de datos a través de encuestas y registros:

Las encuestas son abiertas y semiestructuradas y los datos se verifican con el acompañamiento del proyecto. No se trata de un interrogatorio, sino de la interpretación participativa de hechos y percepciones de los productores, trabajadores y familias ligadas al proyecto, que nos permite valorar indicadores del proceso de implementación del MBGI (Cuadro 1). El encuestador registra y analiza las opiniones de la familia y trabajadores del predio, para lo cual debe disponer de algunas preguntas disparadoras que ayuden a valorar los indicadores.

Los indicadores productivos y económicos, si es posible, se estiman con registros objetivos. En caso de no contar con registros, la información también se puede obtener a través de encuesta.

La sistematización es parte del proceso participativo. El tipo de sistematización de los procesos participativos con los usuarios pueden ser de varios tipos: registros escritos, grabaciones de audio y la transcripción de las mismas; registros fotográficos; etc.

Es importante que en el Plan MBGI se prevea el registro de datos objetivos en algunas variables. En lo económico, serán importantes registros de ingresos, egresos, autoconsumo, inversiones productivas. En lo productivo, ventas, registros ganaderos de nacimientos, destete, evolución de stock, suplementación, registros forestales de venta de madera y de PFNM.

Cuadro 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>	Grado de Satisfacción	Registros de reuniones y actividades durante el acompañamiento del plan. Encuestas semi estructuradas	Perceptivos: Situación actual (bajo plan MBGI) con respecto a situación inicial (sin plan). Satisfacción con respecto a expectativa o resolución de problemas.
	Grado de adopción de la tecnología	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.
	Trabajo	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; efectividad del trabajo; percepción de cada trabajador. Mano de obra en blanco, acceso a seguridad social y salud, acceso a capacitación, uso de destrezas locales.



	Resultado Económico	Registros - Encuesta	Preferentemente Margen Neto , si no es posible se utiliza Margen Bruto ; en caso de pequeños productores campesinos se puede utilizar Ingreso , contemplando autoconsumo y autoinsumo.
	Producción Forestal	Registros (guías); encuesta (autoconsumo y autoinsumo)	Volumen de productos forestales madereros extraídos
Productivo	Producción de Productos Forestales no Madereros	Encuesta	Unidades; volumen o biomasa de productos forestales no madereros extraídos (comercializados y consumidos)
	Productividad ganadera	Registros de venta, encuesta incluyendo autoconsumo	Kg de carne/ha
	Eficiencia reproductiva ganadera	Registros de manejo; encuesta	% de destete referido al total de vientres que entraron en servicio

Procedimiento para el Muestreo a Campo

La metodología propuesta para el muestreo a campo, intenta congeniar la estimación de datos de calidad con economía de recursos y tiempo. Atento a esta premisa, se planificó de tal manera que tomando como base 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, se pudieran medir o estimar todas las variables necesarias para calcular o estimar los verificadores de 6 indicadores ambientales y 2 productivos (Cuadro II). Se presenta como ejemplo las dimensiones de la transecta, las fajas y los cuadros de censo validados en diferentes fisonomías de Chaco árido, en el NO de Córdoba. Otras fisonomías chaqueñas pueden diferir en cuanto a estas dimensiones. En cualquier caso, el tamaño muestral se definirá en función de cubrir adecuadamente la variación de las variables medidas y estimadas mediante el muestreo.

El primer paso consiste en delimitar áreas homogéneas en cuanto a condiciones ambientales e historia de uso. Para esto se pueden utilizar desde imágenes satelitales hasta google earth. Estas unidades tendrán diferentes fisonomías (bosque, pastizal, matorral, cultural) y tendrán una heterogeneidad espacial y composición específica característica.

En el momento de inicio del plan MBGI, en cada unidad homogénea se establecerá una transecta de 200 m de longitud (Fig. 1). Cuando las unidades de vegetación se componga de parches menores a 200 m de diámetro dispersos en una matriz de distinta fisonomía (por ej. parches de bosque en matorral, o parches de bosque en pastizales), se considerará como unidad de muestreo al mosaico, adaptando el largo y ubicación de la transecta, de tal modo de abarcar la variabilidad. Se deberá instalar 1 transecta por cada unidad vegetación homogénea de 500 ha presente en el predio a evaluar adicionando una nueva transecta por cada excedente de igual dimensión (dispuestas al azar). Las transectas deben instalarse a más de 30 m del borde de un



alambrado, picada, aguada y/o camino de acceso. El punto "0" se identificará con estaca o cualquier referencia que permita volver al mismo punto en otra oportunidad. La dirección debe seguir el sentido del flujo del principal agente erosivo (viento / agua) (Fig. 1) (Tongway y Hindley 2004; Herrikdk et al. 2005). Es de suma importancia determinar la dirección de la transecta para poder analizar la capacidad que tiene el sistema para evitar pérdidas de agua, suelo y materia orgánica, estimando el nivel de resistencia a la erosión que ofrece la vegetación.

Una vez fijado el punto de inicio y dirección (rumbo), en cada transecta se registrará mediante el método de punto-intercepción (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974; Elzinga et al. 2001); (Fig. 1):

1. Cada 1 m:

1.a- Se registrará cobertura y composición de especies herbáceas, leñosas y criptógamas. Teniendo en cuenta la clasificación del sistema de Raunkiær (1934), el espacio vertical se dividirá en tres estratos: bajo (individuos de altura ≤ 2 m), medio (individuos entre 2 m y 8 m) y alto (individuos >8 m). Cuando en un mismo estrato exista más de un individuo, en la planilla de campo se registrará el individuo más alto dentro de cada estrato. Un mismo individuo nunca puede registrarse en dos estratos diferentes. Esta información se utilizará para el cálculo del indicador "*estructura de la vegetación*" y *diversidad de la vegetación*.

1.b- Se registrarán todas las especies que intercepten ese punto (no solo las dominantes), información que se utilizará para valorar *riqueza de plantas vasculares*, como dato complementario de los indicadores.

1.c- Se registrará cobertura basal de especies forrajeras, que expresa el vigor forrajero del sistema. Esta información se utilizará para calcular el indicador "*oferta forrajera*".

2. Cada 5 m:

2.a- Se medirá o estimará la mayor altura a la cual los individuos de cada estrato interceptan el punto de la transecta (no la altura máxima del individuo). En algunos sistemas existen especies no leñosas que cumplen un rol diferente a las herbáceas y si dominan en algún estrato (ej. Bromeliáceas, subarbustivas, etc en los estratos bajo o medio) deben ser contempladas. Esta información, junto a la del punto 1.a se utilizará para el cálculo del indicador "*estructura de la vegetación*", a través de índices que resumen la heterogeneidad espacial en cuanto a distribución horizontal y vertical de la comunidad (López et al 2013; Cavallero et al 2015).

2.b- En parcelas de 2m x 2m, considerando a la línea de la transecta como eje central del cuadro, se realizará conteo de: (*Clase I*) plántulas de especies arbóreas menores a 0,30 m de altura; (*Clase II*) renovales de especies arbóreas mayores a 0,30 m y menores o iguales a 1,5 m de altura y (*Clase III*) renovales mayores a 1,5 m de altura y con menos de 5 cm de diámetro del fuste a 1,3m de altura (DAP). Esta información se utilizará para el cálculo del indicador "*regeneración*". Para todas las categorías de regeneración se deberán contabilizar aquellos renovales que presenten buen estado sanitario y que tengan posibilidades de regenerar una estructura similar a la del sistema de referencia.



5. En una faja de 200m por 10 m de ancho (5m a cada lado de la transecta):

5.a- Se medirán los diámetros de fuste de las especies arbóreas mayores a 5 cm de diámetro a 1,30 m de altura (DAP). Con estos datos se calculará el indicador "*capacidad productiva forestal*"

5.b- En la misma faja se registrarán el número de huecos o cavidades en árboles y el nº y largo de troncos caídos en el suelo (con DAB > 10 cm). Al igual que con el registro de cuevas en el suelo, ésta información servirá para la estimación del indicador "*diversidad*". Es recomendable avanzar hacia indicadores más específicos de requerimientos de hábitat de especies clave en los ecosistemas que se intervengan, a fin de relevar aspectos estructurales que manifiesten su capacidad para albergar esas especies.

Cuadro 2. Indicadores que se calculan 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>
	Muestras de suelo (al comienzo de la transecta, muestra compuesta) y mantillo (al comienzo de la transecta)	Materia Orgánica del suelo	- Carbono Orgánico de suelo Total (0-10cm y 10-20 cm) - Biomasa de mantillo leñoso y no leñoso
Ambiental	Especies dominantes por estrato / suelo desnudo (cada 1 m) y alturas de especies dominantes por estrato (cada 5m)	Estructura de la vegetación (ocupación del espacio por los distintos estratos) / índices de diversidad	- Índice de heterogeneidad espacial Horizontal - Índice de heterogeneidad espacial vertical - Diversidad alpha, beta y gamma de las comunidades a nivel intrapredial - Diversidad beta de la comunidad del predio con respecto a comunidad de referencia
	Frecuencia de cavidades en árboles (faja 200m x 10m), frecuencia de cavidades en el suelo, otras señales de presencia de fauna (faja 200m x 2m)	Diversidad	- Densidad de micrositios relacionados a hábitat de fauna
	Registro de especies vegetales (cada metro)	Número de especies; especies raras, especies endémicas, especies de	- Riqueza específica



			baja frecuencia	
	Signos de erosión (cada 5m)	Erosión de suelo	de	- Signos de erosión: ancho y profundidad de cárcava o vías de escurrimiento, cobertura de la vía de escurrimiento
Productiva	Cobertura especies forrajeras (cada 1m)	Oferta forrajera		- Cobertura de matas a la altura de la base
	Regeneración (cada 5 m)	Regeneración		- Densidad de regeneración de clase I - Densidad de regeneración de clase II - Densidad de regeneración de clase III
Productiva Ambiental	Estructura de tamaño de árboles > 5cm DAP (faja 200m x 10m)	Capacidad productiva forestal		- Area Basal /ha - Distribución de tamaños
Ambiental (información complementaria)	Listado completo de especies contabilizando especies raras que no entraron en el muestreo pero se observaron en el sitio			- Riqueza específica - Presencia / ausencia de especies raras, endémicas, claves, etc

6. En el inicio y en dirección transversal a la transecta principal:

6.a- Se obtendrá una muestra compuesta de 10 submuestras de suelo de los perfiles 0-10 y 10-20 cm de profundidad, con una separación de 1m entre muestras, en las cuales se determinará C orgánico total y en lo posible C orgánico particulado. Esta información se utilizará para valorar el indicador "materia orgánica del suelo".

6.b- Se colectará el mantillo acumulado en 10 cuadros de ¼ m, separados 1 m entre sí. En gabinete se separará mantillo no leñoso (variable rápida de ciclo de nutrientes) de mantillo leñoso (variable lenta de ciclo de nutrientes).

Cuadro 3. Indicadores estimados mediante teledetección

Dimensión del indicador	Indicador	Fuente de los datos	Verificadores
Ambiental	Configuración espacial y superficie del bosque a nivel de predio	Imágenes Landsat o MODIS	- Superficie de bosque en el predio - Distancia entre parches de bosque (a nivel del predio) - Conectividad con bosque de predios vecinos
	Dinámica de la captura de Carbono	Series temporales de índices de vegetación, a partir de imágenes Landsat o MODIS	- Cambios en los comportamientos de los índices de vegetación comparados con el comportamiento del último "período estable" (Volante et al 2012)



Análisis de los resultados del monitoreo:

Los indicadores pueden ser analizados en forma individual o agrupados, en relación a las situaciones de referencia ya mencionadas: a- Valor de partida de los indicadores (línea de base); b- valor esperado de los indicadores explicitado en el plan MBGI; c- valor de los indicadores en un bosque en buen estado, representativo de la región en que se lleve a cabo el plan.

Para los indicadores que se calculan con mayor grado de objetividad (productivos, económicos y ambientales), el intervalo de aceptación estaría ubicado dentro del espacio que se puede graficar entre los valores de referencia del bosque en buen estado de conservación y los valores esperados en el plan de manejo (Fig. 2). Cuando el valor de un indicador se aleje de ese intervalo, habrá que revisar si se debe a dificultades para llevar adelante el plan o si se debe a fallas de origen del plan.

En los indicadores que se estiman con mayor carga de subjetividad, como "grado de satisfacción"; ó "adopción", los límites de aceptación estarán relacionados a una graduación que se establece con el productor, la familia y/o el personal, a través de las encuestas y el seguimiento del proceso de implementación.

La transformación de los valores de los indicadores a una escala común permite una visualización rápida de aquellos aspectos que ponen en riesgo la sustentabilidad del sistema de producción. Una herramienta que permite una visualización expeditiva son los gráficos radiales (Fig. 3). Estos pueden utilizarse para visualizar todos los indicadores a la vez o para grupos de indicadores de interés. Posibilita también agrupar indicadores de la misma dimensión, por ejemplo sociales, en un valor medio o medio ponderado y analizarlos conjuntamente con otros indicadores individuales o agrupados en otra dimensión, por ejemplo productivos. El ejemplo de La figura 3 muestra un análisis multicriterio de los indicadores productivos, que para su análisis fueron previamente adaptados a una escala de números enteros entre 0 y 4. Se consideró: 0= muy bajo; 1= bajo; 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. Indica que la implementación de MBGI mejoró todos los indicadores relacionados a la ganadería y mantuvo la capacidad productiva forestal actual, pero empeoró en cuanto a regeneración y a la producción de productos forestales no madereros. En este caso entonces, habrá que corregir alguna práctica de manejo ya que la sustentabilidad no está garantizada a futuro si no se asegura la regeneración

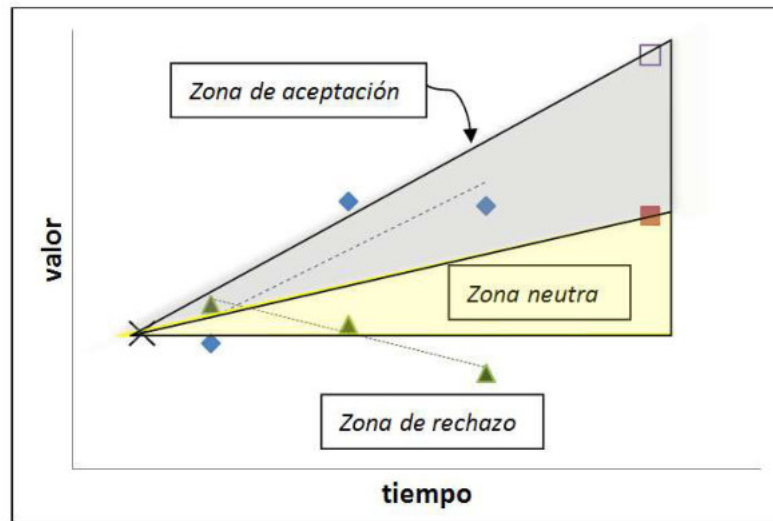


Figura 2: Ejemplo de análisis de un indicador de sustentabilidad de Plan MBGI. El área sombreada delimita la zona de aceptación: X Valor de inicio del indicador (línea de base); cuadrado vacío: valor de referencia del indicador en un bosque en buen estado; cuadrado lleno: valor esperado del indicador en el plan MBGI; rombo: valores sucesivos del indicador dentro del rango de aceptación; triángulo: valores sucesivos del indicador por debajo del rango de aceptación.

La disminución de PFM, aún cuando puedan no ser del interés económico del productor, podría estar relacionada a pérdida de biodiversidad, para lo cual habrá que revisar los indicadores ambientales y corregir las prácticas que los están poniendo en riesgo. Estos análisis sirven para tener una visualización rápida de la situación, pero tienen limitaciones importantes, por ejemplo analizan una situación estática. Por eso es importante recurrir a análisis que contemplen umbrales de aceptación y tengan en cuenta tendencias, como el sugerido arriba para análisis de indicadores individuales.

CONCLUSIONES:

El monitoreo de planes de manejo MBGI a través de indicadores, es útil a la hora de objetivizar el concepto de sustentabilidad que subyace a la propuesta y constituye una herramienta operativa que permitirá ajustar los planes a través de manejo adaptativo.

Es importante que se avance en estudios específicos para la determinación de umbrales de aceptación de los indicadores. El manejo adaptativo mejorará en tanto se disponga de mayor cantidad de información confiable, y para lograrlo se propone la creación de un banco de datos de monitoreo MBGI de casos reales y con metodología de relevamiento unificada.

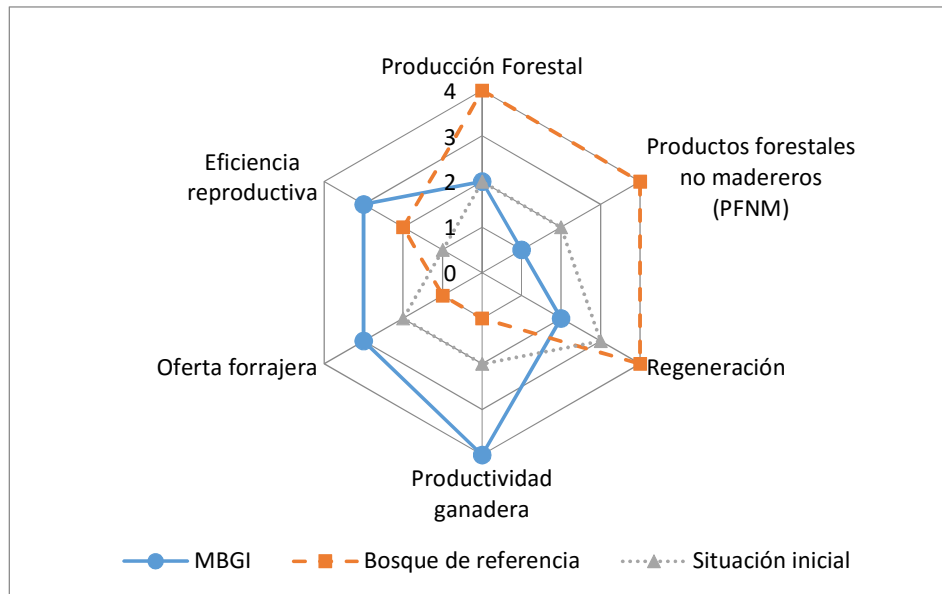


Figura 3: Ejemplo de análisis multicriterio a través de gráfico radial, de indicadores relacionados a producción en un Plan MBGI. Para graficar variables de diferentes dimensiones (ej: eficiencia reproductiva medida como % junto a producción forestal medida en m²/ha), se transformaron los valores originales de cada indicador a una escala de valores enteros entre 0 y 4. Se consideró: 0= muy bajo; 1= bajo; 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.

Sería deseable que se cuente con valores de referencia de bosques en buen estado de conservación para las diferentes comunidades y condiciones ambientales de las principales regiones. Para garantizar la sustentabilidad de sistemas productivos en bosque nativo, es indispensable que se avance en la implementación de sistemas de monitoreo en escalas menores, a niveles de paisaje y regional.

Si bien como quedó expresado en esta instancia se propone elaborar un sistema de evaluación a escala de predios, en etapas posteriores será fundamental elaborar sistemas de evaluación a escalas de paisaje y regionales.

Agradecimientos:

Los autores agradecemos a todos los técnicos y científicos consultados en el proceso de selección de indicadores de sustentabilidad para monitoreo MBGI²⁵. En especial agradecemos a la Ing. Verónica Rusch, por sus valiosos aportes a este artículo.

Bibliografía:

Carranza, C. A. Ledesma, M. 2005. Sistemas Silvopastoriles en el Chaco Arido. IDIA XXI pp 240– 246.

Cavallero L.; López D.R.; Raffaele E. & Aizen M.A. 2015. Structural-functional approach to identify post-disturbance recovery indicators in forests from northwestern patagonia: a tool to prevent state transitions. Ecological Indicators 52: 85-95.

²⁵ A. Radrizzani; S. Kees; G. Martínez Pastur; M. Taboada; C. Gómez; T. Schlichter; J. Volante; N. Calamari; V. Rusch; G. Aprile; M. Magliano; B. Baldi; C. Rueda; C. Kunst; M. Mastrángelo; N. Mortola; N. Politi; G. Teryn; T. Trucco; S. Díaz; D. Cáceres; S. Parra; M. Wilson; E. Gobbi



- Elzinga C. L., Salzer D. W., Willoughby J. W. & Gibbs J. (2001) *Monitoring plant and animal populations*. Blackwell Pub, Massachusetts, USA.
- Gasparri NI, Grau HR, Sacchi LV. 2015. Determinants of the spatial distribution of cultivated land in the North Argentine Dry Chaco in a multi-decadal study. *J Arid Environ* 123:31–39
- Herrick, J.E., Zee, J.W., Havstad, K.M., Burkett, L.M., Whitford, W.G., 2005. *Monitoring Manual for Grassland, Shrubland, and Savanna Ecosystems. Design, Supplementary Methods, and Interpretation, vol. II*. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Hoyos LE, Cingolani AM, Zak MR, Vaieretti MV, Gorla DE, Cabido MR. 2012. Deforestation and precipitation patterns in the arid Chaco forests of central Argentina. *Appl Veg Sci* 16:260–271
- López, D.R., Brizuela, M.A., Willems, P., Aguiar, M.R., Siffredi, G., Bran, D., 2013. Linking ecosystem resistance, resilience, and stability in steppes of North Patagonia. *Ecol. Indic.* 24, 1–11.
- Mueller-Dombois D. & Ellenberg H. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, Inc., New York-London-Sydney-Toronto.
- Peri, P. L.; C. A. Carranza; R. Soler; D. R. López; M. V. Lencinas; F. Alaggia; L. Cavallero; V. Gargaglione; H. Bahamonde; G. Martínez Pastur. 2017. Manejo de bosque con ganadería integrada en el contexto del debate separación (land sparing) e integración (land sharing) entre producción y conservación en Argentina. En: *Sistemas silvopastoriles, aportes a los objetivos de desarrollo sustentable*. IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. Colombia, Agosto de 2017. Ed Red Global de Sistemas Silvopastoriles. Pp 2-12.
- Prabhu R., Colfer C.J.P., Dudley R.G. (1999) *Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management (Toolbox No. 1)*. Jakarta: CIFOR.
- Rusch V y Sarasola M. 1999. Empleo de criterios e indicadores en el manejo forestal sustentable. En *Segundas Jornadas iberoamericanas sobre Biodiversidad*. San Luis, Argentina, 7 al 11/6/1999. Vol 2 pp 15-24
- Tongway, D.J., Hindley, N.L. 2004. *Landscape function analysis: procedures for monitoring and assessing landscapes*. Sust. Ecosyst., Brisbane
- Zak MR, Cabido M, Hodgson JG. 2004 Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, has a future? *Biol Conserv* 120:589–598