

Manejo de Bosques con Ganadería Integrada en Patagonia argentina: ajuste metodológico para la determinación de la línea de base en ecosistemas complejos y paisajes heterogéneos

Forest Management with Integrated Livestock in Argentine Patagonia:
methodological adjustment for determining the baseline
in complex ecosystems and heterogeneous landscapes

**Santiago Varela ^{a*}, Juan Pablo Diez ^a, Juan Ignacio Gazotti ^b, Pablo Valiña ^b,
Natalia Furlan ^b, Andrea Cardozo ^c, Andrea Karina Cancino ^d, Clara María Fariña ^e,
Daniel Alejandro Castillo ^e, Fernando Javier Umaña ^f, Fernando Raffo ^f, Laura Beatriz Borrelli ^g,
Leonardo Luis Claps ^h, María Valeria Aramayo ^e, Mariano Martín Amoroso ⁱ,
Claudia Pamela Quinteros ^j, Axel Von Müller ^k, Fabio Trinco ^l, Hernán Hernández ^m,
Pablo Luis Peri ⁿ**

* Autor de correspondencia: ^a Grupo de Ecología Forestal INTA EEA Bariloche, Argentina, varela.santiago@inta.gob.ar

^b AER San Martín de Los Andes INTA EEA Bariloche, Argentina.

^c AER El Bolsón INTA EEA Bariloche, Argentina.

^d Grupo de Producción Animal, INTA EEA Bariloche, Argentina.

^e Área de Recursos Naturales, INTA EEA Bariloche, Argentina.

^f Grupo de Teledetección, INTA EEA Bariloche, Argentina.

^g Laboratorio de Microhistología, INTA EEA Bariloche, Argentina.

^h Área de Desarrollo Rural, INTA EEA Bariloche, Argentina.

ⁱ IRNAD-UNRN-CONICET,

^j CIEMEP-CONICET-UNPSJB, Argentina.

^k Área de investigación Forestal, INTA EEAf Esquel, Argentina.

^l Director de Desarrollo Rural, Fundación Cruzada Patagónica, San Carlos de Bariloche, Argentina.

^m INTA - Agencia de Extensión Rural Tartagal, Coord. Proyecto Estructural MBGI, INTA, Salta, Argentina.

ⁿ INTA - UNPA – CONICET, Argentina.

SUMMARY

Forest Management with Integrated Livestock (MBGI, for its acronym in Spanish) is a technical proposal based on the management of forestry, livestock, forage and environmental components of a property articulated as a feasible farm plan. It requires a monitoring process of these different components within an adaptive management framework, and verification that planning meets the objectives of all dimensions of sustainability. It is necessary for the baseline characterization of the property, the determination of “Ecological Sites” (landscape units with similar types of soil, topography, hydrology, climate and vegetation, which are expected to respond in a similar way to disturbances and management) and their corresponding “Reference States” (condition of greater ecological integrity). The objective of this work is to generate a proposal for “expeditious sampling” of environmental/productive aspects of properties under MBGI. It aims at a holistic visualization of the key dynamics of Northern Patagonian forests and surrounding areas, allowing for their description, categorization and planning in less time compared to the currently available methodology.

Keywords: expeditious sampling, adaptive management, ecological site, reference state, MBGI.

RESUMEN

El Manejo del Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) es una propuesta técnica que se basa en el manejo de los componentes forestal, ganadero, forrajero y ambiental, articulada como un plan predial factible de implementar. Requiere un proceso de monitoreo de los distintos componentes en un marco de manejo adaptativo, verificando que la planificación cumpla con los objetivos en todas las dimensiones de la sustentabilidad. Es necesario para la caracterización de la línea de base del predio, la determinación de “Sitios Ecológicos” (unidades de paisaje con similares tipos de suelo, topografía, hidrología, clima y vegetación, que se espera que respondan de manera similar a disturbios y manejo) y sus correspondientes “Estados de Referencia” (condición de mayor integridad ecológica). El objetivo del presente trabajo es generar una propuesta de “muestreo expeditivo” de los aspectos ambientales/productivos para predios bajo MBGI. Apunta a una visualización holística de procesos clave de dinámicas de los bosques norpatagónicos y zonas aledañas, permitiendo en menor tiempo (en comparación con la metodología actualmente disponible) su descripción, categorización y planificación.

Palabras clave: muestreo expeditivo, manejo adaptativo, sitio ecológico, estado de referencia, MBGI.

INTRODUCCIÓN

En áreas boscosas de Argentina, los modelos productivos ganaderos se desarrollan habitualmente con severas intervenciones al ecosistema natural, conduciendo a una alta fragmentación del paisaje, la pérdida de hábitat de fauna nativa y la exposición de los suelos a la erosión. Raramente existe un control de la respuesta de los distintos componentes del sistema basado en el monitoreo de las prácticas aplicadas. El Estado Argentino ha demostrado su preocupación por el deterioro del medioambiente a través de la implementación de la Ley N° 26.331 de Bosques Nativos sancionada en 2007, estableciéndose los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, la conservación y el manejo sostenible de los bosques nativos y de los servicios ambientales que estos brindan. Su implementación se inició con un ordenamiento territorial que discrimina tres categorías de conservación en función del valor ambiental de las distintas unidades boscosas y de los servicios ambientales que estas prestan: Categoría I, rojo, sitios de muy alto valor de conservación que no deben transformarse; Categoría II, amarillo, sitios de mediano valor de conservación que podrán ser sometidos a diversos usos; y Categoría III, verde, sitios de bajo valor de conservación. La Categoría II, (amarilla), permite el uso sustentable del bosque (no permite desmonte), pudiendo realizarse aprovechamientos que incluyen la producción forestal y ganadera. Esta es la categoría donde se busca balancear la producción y la conservación y es donde se suscitan los mayores conflictos en la puesta en práctica de la legislación.

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina firmaron en 2015 un acuerdo general sobre principios y lineamientos nacionales para el manejo de los bosques naturales sometidos al pastoreo del ganado, en concordancia con la Ley N° 26.331. Dicho acuerdo compatibiliza la producción ganadera con la preservación del bosque, considerándolo al mismo como un sistema complejo donde la funcionalidad está dada por múltiples procesos biogeoquímicos, y donde habitan e interactúan

diferentes organismos biológicos. En virtud de esta interacción entre intereses de conservación y producción, se desarrollaron acuerdos específicos que dieron lugar a un sistema productivo sustentable al que se denominó “Manejo de Bosques con Ganadería Integrada” (MBGI). Las cinco provincias de la Patagonia argentina se sumaron a dicho convenio en el año 2016. Recientemente (abril 2022), el convenio fue renovado, adoptando el formato de resolución ministerial, lo cual fortalece y le da continuidad al MBGI como política pública. Por cada eco región (entre ellas Patagonia) existen lineamientos particulares, siendo necesario explicitar protocolos metodológicos específicos. Si bien existen a nivel país algunas propuestas metodológicas, los protocolos están aún en desarrollo y requieren más experiencias y experimentación. Este artículo representa una propuesta de protocolos metodológicos para las provincias de Patagonia, aplicables en todos sus ecosistemas forestales de la Cordillera.

En el MBGI, la sinergia de los componentes forestal, ganadero, forrajero y ambiental se debe plasmar en la presentación de un Plan con propuestas factibles de implementar (Peri *et al.* 2021). El primer paso de dicho Plan es la realización de un ordenamiento predial bajo el concepto de manejo adaptativo, para lo cual es imprescindible contar con un sistema de monitoreo que verifique que la planificación cumpla con los objetivos en todas las dimensiones de la sustentabilidad: ambiental, social-económica y productiva. La premisa fundamental es que las actividades que se realicen no pongan en riesgo la integridad estructural y funcional de los bosques. Así, cualquier planteo de producción o aprovechamiento sustentable de bosques nativos debe tener en cuenta dos características que le son propias: su alta complejidad estructural-funcional y su equilibrio dinámico.

El ordenamiento predial comienza por la definición de los Sitios Ecológicos (SiE) que componen el predio sometido a manejo. Un SiE está definido por las condiciones abióticas del área donde se asienta el bosque, tales como suelo, pendiente, exposición y clima (Bestelmeyer *et al.* 2003). La comunidad vegetal típica o de referencia, es la expresión del SiE. En Patagonia Norte, un predio suele tener varios SiE.

En segundo lugar, se debe describir el estado que presenta el bosque, al igual que los restantes ambientes, al momento de iniciar el plan en cada SiE, para lo cual es esencial definir previamente su Estado de Referencia (ER). El ER de un bosque es la condición de mayor integridad de cada tipología de bosque, o sea el estado del cual todos los restantes estados pueden derivar por degradación. Las diferentes fisonomías que puede presentar un mismo bosque, normalmente, responden a la historia de disturbios naturales o antrópicos. En este sentido, esas fisonomías pueden conservar su funcionalidad crítica, lo cual define un bosque en buen estado de conservación, o reflejar el traspaso de umbrales de resiliencia que impiden su evolución natural hacia conformaciones de funcionalidad semejante a la potencial (Westoby *et al.* 1989).

PROPUESTA METODOLÓGICA DE DETERMINACIÓN DE SITIOS ECOLÓGICOS Y ESTADOS DE REFERENCIA: ESTUDIO DE CASO EN BOSQUES DEGRADADOS DE COIHUE, CIPRÉS, ÑIRE, LENGUA Y ARAUCARIA DE PATAGONIA NORTE

La implementación del MBGI para la región Patagónica de Argentina se encuentra actualmente acordada y protocolizada para bosques monotípicos de ñire (*Nothofagus antarctica* (Forster) Oerst.). Sin embargo, se espera a futuro que la inclusión de otras tipologías de bosques sea considerada. El hecho de acotarse inicialmente a ñirantales extensivos (típicos de Patagonia Sur), los cuales son ecosistemas simples y de paisajes homogéneos, hizo que se propusiera un nivel de muestreo bajo para la determinación de la línea de base del Plan de MBGI, con solo un punto de muestreo cada 500 ha, y al mismo tiempo minucioso, en el sentido de incluir variables ambientales de alto costo/esfuerzo de obtención. Esto hace que la propuesta original (Peri *et al.* 2021) no se ajuste bien a sistemas más complejos, más heterogéneos, con cambios fisonómicos y florísticos importantes en pequeñas superficies, lo que sucede frecuentemente en Patagonia Norte.

Entre los tipos vegetacionales más relevantes para el norte de la Patagonia argentina se encuentran los bosques bajos comúnmente denominados matorrales mixtos (MMx), los cuales son comunidades de cicatrización post disturbio compuestas por múltiples especies arbóreas, la mayoría de las cuales tienen la capacidad de rebrotar de sus raíces luego de ser quemadas (Reque *et al.* 2007). En este sentido, los MMx pueden considerarse estados sucesionales tempranos de bosques altos de menor diversidad específica, y por lo tanto representar distintos ER según ocupen diferentes SiE.

Para orientar la definición de los SiE y ER de los MMx post disturbio, se generó un sistema de información geográfica (SIG) como herramienta de consulta “en línea” de acceso abierto (Varela *et al.* 2022) basado en las siguientes capas temáticas: i) precipitaciones, ii) tipos de bosques na-

tivos, iii) límites políticos, iv) modelo digital del terreno (altitud, pendientes y orientación de laderas), y v) temperatura promedio para las provincias argentinas de Neuquén, Río Negro y Chubut. Se consideraron los polígonos correspondientes a las clases coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst., 1871), ciprés (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri), ñire (*Nothofagus antarctica* (Forster) Oerst.), lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasner 1896) y araucaria (*Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, 1869), tomándose de manera simplificada como ER de SiE de cada especie. Con la información de estos polígonos se realizó un árbol de clasificación de los SiE mediante la metodología CART (árboles de regresión y clasificación), del inglés “Classification and Regression Trees” (Breiman 2017). Para esto se incluyeron valores promedio de su latitud, precipitación anual, altitud, pendiente, superficie, orientación de ladera, grado de insolación, temperatura y orden de los cursos fluviales. Posteriormente, se extrajeron todos los polígonos dentro del área de estudio a los que les correspondiera la clase MMx post disturbios. Utilizando este árbol, se clasificaron los MMx del área de estudio en alguno de los SiE posibles, permitiendo así, a través de una consulta en línea, obtener los ER para cada una de las áreas actualmente cubiertas con MMx.

METODOLOGÍA ORIGINAL DE MUESTREO

Posteriormente a la determinación de SiE y ER, y complementariamente con la identificación dentro del predio de áreas homogéneas de vegetación, condiciones ambientales e historia de uso, deben delimitarse claramente las áreas destinadas al pastoreo y a la conservación, y los espacios de conectividad entre ambas, así como también las áreas dedicadas a otras actividades. Las unidades seleccionadas cubrirán las diferentes fisonomías dentro del paisaje (*e.g.* bosque, pastizal, matorral) abarcando la heterogeneidad espacial y la composición específica característica del ecosistema analizado. Estas unidades deben caracterizarse a través de muestreos iniciales que generen la línea de base del proyecto, y muestreos posteriores que permitan un monitoreo de indicadores que reflejen el avance del proyecto.

Según la metodología actualmente propuesta para el monitoreo de indicadores de planes MBGI prediales para Patagonia, se deben relevar datos para el cálculo o estimación de 12 indicadores ambientales, 5 socio-económicos y 6 productivos (Peri *et al.* 2021). Para los indicadores ambientales y productivos, la metodología original propone un punto de muestreo cada 500 ha dentro de cada tipo vegetacional, con un diseño de transecta de 50 m de largo. Dentro de cada transecta se recaban datos de censos de vegetación, dasométricos, silvícolas y edafológicos. En ecosistemas más complejos y de paisajes más heterogéneos este tipo de muestreo puede resultar dificultoso y/o inadecuado, demandando una asignación de tiempos y recursos excesivos. En el presente trabajo proponemos una metodología de muestreo que puede utilizarse de manera

eficiente en todos los tipos de bosques de Patagonia, al que llamamos “expeditivo” por su menor dificultad relativa, y que resulta suficiente para visualizar procesos ecológicos clave dentro de cada una de las unidades de vegetación seleccionadas, reduciendo el nivel de complejidad del eslabón inicial del MBGI: la determinación de la línea de base.

PROPUESTA DE “MUESTREO EXPEDITIVO” DE ASPECTOS AMBIENTALES / FORESTALES

La metodología expeditiva se basa en un nivel de muestreo más alto que el de la metodología original (mayor cantidad de puntos; esto es necesario para bien representar

tipos forestales complejos y paisajes heterogéneos), pero prescindiendo de algunas variables de difícil registro (*e.g.* edafológicas) y privilegiando las cualitativas de observación directa. Se inicia con el establecimiento de una grilla regular sobre la cartografía del predio bajo análisis (figura 1) con un distanciamiento variable que dependerá de su superficie (se procura un tamaño muestral de entre 0,3 y 1 % de la superficie total del predio) y de la cantidad y dimensión de las diferentes unidades de paisaje (bosque alto, bosque bajo, estepa, mallín, etc.), definiendo así una determinada cantidad de puntos de muestreo por cada unidad. En función de la accesibilidad y de la heterogeneidad de las unidades de paisaje presumida por la variabilidad topográfica se puede ajustar el número de puntos de muestreo por unidad.

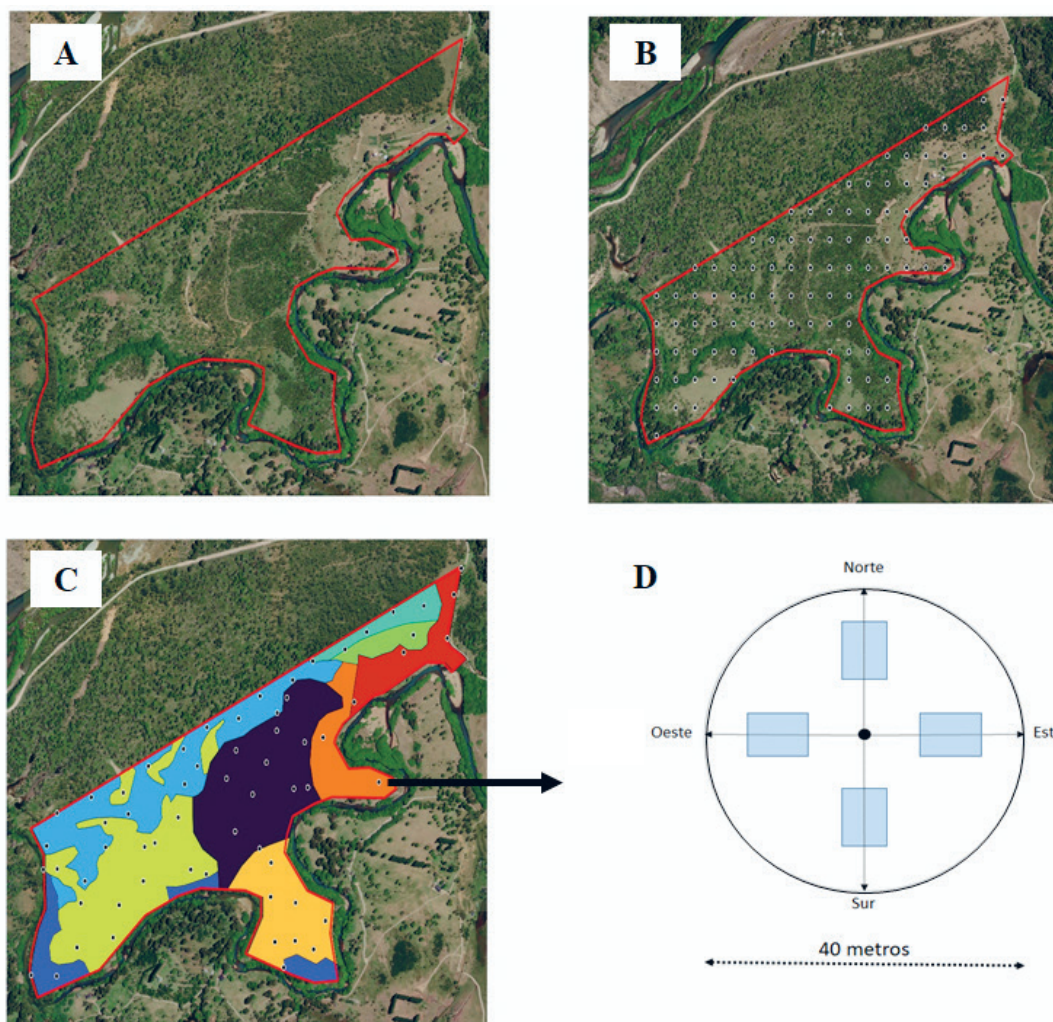


Figura 1. Detalle gráfico de la propuesta de Muestreo Expeditivo correspondiente a un ejemplo de caso en la Estancia El Ventisquero (Provincia de Río Negro). A) Limite predial, B) Grillado sistemático del predio y ubicación de parcelas, C) Re-adequación de la cantidad y ubicación de parcelas en función de tipologías vegetales, D) Parcela de 40 m de diámetro, con parcelas de regeneración de árboles de 4 x 5 m en sitios de bosque.

Graphic detail of the Expeditive Sampling proposal corresponding to a case example in El Ventisquero Ranch, (Río Negro Province). A) Property boundary, B) Systematic gridding of the property and location of plots, C) Readjustment of the quantity and location of plots based on plant typologies, D) Plot of 40 m diameter, with tree regeneration plots of 4 x 5 m in forest sites.

En cada uno de los puntos de la grilla se instalará una parcela circular de 20 m de radio (figura 1), dentro de la cual se registrarán las variables cualitativas detalladas en el cuadro 1. Luego de un primer ensayo de la metodología propuesta, se podrán realizar modificaciones en función de la heterogeneidad del paisaje y de las unidades de ve-

getación identificadas (por ejemplo, se podría cambiar el tamaño de la grilla o las variables a relevar indicadas en la planilla).

Las parcelas ubicadas en áreas boscosas sumarán una caracterización dasométrica a través de las variables área basal (AB) y altura del estrato dominante (H). Para AB

Cuadro 1. Planilla de relevamiento expeditivo de aspectos ambientales.

Form for expeditious survey of environmental features.

Establecimiento:			
GPS(PROPIETARIO Y N° PUNTO)	NOMBRES OPERARIOS	FECHA	Especies presentes
ERIAL	SIN VEGETACIÓN	Especie dominante	
	CON VEGETACIÓN		
ESTEPA SUBHÚMEDA	GRAMINOSA	Especie dominante	
	ARBUSTIVO GRAMINOSA		
	ARBUSTIVA		
ESTEPA HÚMEDA	PASTIZAL GRAMINOSO	Especie dominante	
	PASTIZAL PERIMALLÍN		
	MALLÍN		
MATORRAL	HÚMEDO	Especie dominante	
	SUBHÚMEDO		C/MANTILLO LEÑOSO GRUESO
BOSQUE	BAJO	PARCHE /MACIZO/ RALO/ ABIERTO	PURO
		ABIERTO	MIXTO
	ALTO	DENSO/SEMIDENSO	CON ARBUSTOS
		RIPARIO (GALERIA)	C/MANTILLO LEÑOSO GRUESO
EXÓTICAS/ INVASIONES		ABUNDANCIA	
ESPECIE	SIGNO	Poco Abundante /Abundante / Muy Abundante/Extremo	
		Poco Abundante /Abundante / Muy Abundante/Extremo	
		Poco Abundante /Abundante / Muy Abundante/Extremo	
TIPO DE GANADO		ABUNDANCIA	
	PRESENCIA/ HUELLAS/ BOSTEO	Poco Abundante /Abundante / Muy Abundante/Extremo	
			Bitterlich
Observaciones:	COBERTURA ESTRATO DOMINANTE: COB <10 % COB 10-25 % COB 25-50 % COB 50-75 % COB > 75 %		K/N/Pendiente
Spp. indicadora			
DISTURBIOS		AGENTE	INTENSIDAD
LEVE/MODERADO/SEVERO/GRAVE			

se utilizará el muestreo horizontal por puntos con parcelas de radio variable desarrollado por Bitterlich (Wabo 2002), que de por sí es un método expeditivo. Para H se requerirá el uso de clinómetro o instrumental específico. De cada árbol incluido en la parcela de Bitterlich se registrará especie, estado sociológico de competencia (*i.e.* dominante, co-dominante, intermedio, suprimido), fase de desarrollo (*i.e.* desmoronamiento, envejecimiento, crecimiento óptimo) y estado sanitario. En una de cada cinco parcelas se realizará una caracterización dasométrica de mayor detalle. Se medirán diámetros a la altura del pecho (DAP) (> 10 cm y alturas $> 1,3$ m), calculándose posteriormente AB y diámetro cuadrático medio (DCM, representa el diámetro equivalente al árbol de AB media, medida más apropiada que el DAP para representar el nivel de ocupación del espacio; Corvalán y Hernández 2006). Se registrará también rumbo y distancia de cada árbol al centro de la parcela para la determinación de la densidad, y cobertura de copas con métodos expeditivos (*e.g.* densiómetros, lentes hemisféricos).

Para caracterizar la regeneración de las especies arbóreas, se instalarán 4 parcelas de 5×4 m a 10 m del centro de la parcela de inventario, distribuidas en la dirección de los puntos cardinales. Con estas parcelas se caracterizará: a) la regeneración avanzada (DAP < 10 cm y altura $> 1,5$ m), registrando DAP, altura, forma forestal (*i.e.* verticalidad, bifurcaciones, deformaciones) y sanidad (*i.e.* buena, presencia de canchales, hongos, hemiparásitas); y b) la regeneración inicial (altura $< 1,5$ m), estimando conteos por especie, altura individual y daños producto de efectos bióticos (*e.g.* ramoneo) o abióticos (*e.g.* efectos de heladas o sequías).

La iteración de muestreos y procesamiento de la información recabada en cada punto de la grilla son insumos para la posterior generación de cartografía de visualización de distintos tipos de procesos. La visualización de estados y procesos en el plano puede lograrse mediante técnicas de interpolación como por ejemplo la de polígonos de Voronoi (Mercier y Baujard 1997, Expósito Rodríguez 2014). Esta técnica consiste en asignar un polígono alrededor de cada punto de muestreo (cada punto del plano forma parte de uno u otro polígono según su cercanía al punto de muestreo) de forma que a cada polígono le asignemos los atributos del punto muestreado. Al repetirse la metodología en el tiempo se consigue una representación de la dinámica de las unidades de vegetación (figura 2).

CONCLUSIONES

La propuesta de “muestreo expeditivo” resulta conveniente para caracterizar la línea de base de un plan de MBGI. Su mayor nivel de muestreo posibilita una visualización más integral de los bosques y zonas aledañas, permitiendo una mejor descripción inicial y categorización de las unidades de paisaje incluidas en el predio. Representa una mirada generalizada de grandes superficies y posibili-

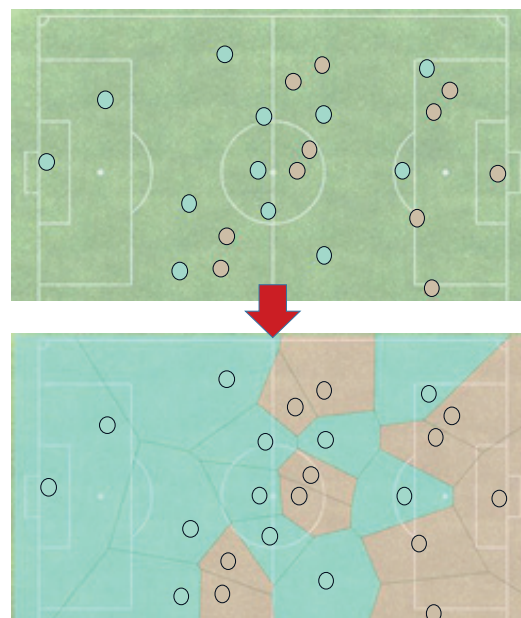


Figura 2. Ejemplo de visualización de la metodología de Polígonos de Voronoi (tomado de Expósito Rodríguez 2014). La ventaja posicional de un equipo de fútbol sobre el otro puede que a simple vista no esté muy clara, pero si dibujamos el diagrama de Voronoi de los jugadores y coloreamos con dos colores las regiones de influencia asociadas a los jugadores de cada uno de los equipos, se puede observar que el equipo azul no solo ocupa mayor región del campo, sino que sus regiones están todas conectadas, con lo cual se favorecen los pases entre los distintos jugadores de dicho equipo (cosa que no ocurre con el rojo).

Visualization example of the Voronoi Polygons methodology (taken from Expósito Rodríguez 2014). The positional advantage of one soccer team over the other may not be very clear at first glance, but if we draw the Voronoi diagram of the players and color the regions of influence associated with the players of each of the teams with two colors, it can be seen that the blue team not only occupies a larger region of the field, but that its regions are all connected, which favors passing between the different players of said team (which does not happen with the red team).

ta identificar procesos de paisaje críticos, proponiéndose como una herramienta ágil para compartir con productores y organismos gubernamentales. La metodología de muestreo original debería reservarse para el estudio de los procesos resultantes de la implementación del plan de MBGI, ya que incluye otras variables y permite un mayor detalle descriptivo. La línea de base generada por el método expeditivo permitirá definir el número más conveniente de parcelas de muestreo, así como también su ubicación. Las experiencias preliminares a campo dan cuenta del menor esfuerzo por unidad de muestreo (en promedio 30 minutos por parcela circular versus 2 horas de transecta lineal). Adicionalmente, para el caso de los matorrales mixtos de Norpatagonia, mediante la herramienta de acceso abierto descripta, puede asignarse a cada MMx un SiE y un ER, punto de partida de la planificación del MBGI.

AGRADECIMIENTOS

A la Familia Lostra, Estancia El Ventisquero, Paraje El Manso, a la Población Fernández Beschtedt, Estancia Tres Lagos y a la Administración y Equipo Técnico de los Parques Nacionales Lanín y Nahuel Huapi por permitirnos la utilización de sus predios para el desarrollo de los protocolos propuestos. La presente propuesta se enmarca en el Proyecto Estructural 2019-PE-E1-I514-001 INTA: “Manejo de Bosque con Ganadería Integrada”.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Todos los autores de la presente publicación aportaron en partes iguales al desarrollo de la metodología propuesta, y a la redacción del manuscrito, respuesta a los comentarios de los árbitros y revisión de la prueba de galera.

REFERENCIAS

- Bestelmeyer BT, JR Brown, KM Havstad, R Alexander, G Chavez, JE Herrick. 2003. Development and use of state-and-transition models for Rangelands. *Journal of Rangeland Management*. 56: 114-126. DOI: <https://doi.org/10.2307/4003894>
- Breiman L. 2017. Classification and Regression Trees. 1st edn. CRC Press. Consultado 20 abr. 2023. Disponible en: <https://www.perlego.com/book/1579805/classification-and-regression-trees-pdf>
- Corvalán P, J Hernández. 2006. Densidad del Rodal. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales, Cátedra de Dasometría. 5 p.
- Expósito Rodríguez C. 2014. Los diagramas de Voronoi: La forma de dividir el mundo. Quito, Ecuador. Universidad Central de Ecuador. 82 p. Consultado 14 abr. 2023. Disponible en <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-central-del-ecuador/geometria-y-dibujo/los-diagramas-de-voronoi-la-forma-matematica-de-dividir-el-mundo/24109601>
- Mercier F, O Baujard. 1997. Voronoi diagrams to model forest dynamics in French Guiana. *In* Second annual conference of GeoComputation. Otago, New Zealand. University of Otago p. 161-171.
- Peri PL, V Rusch, A Von Müller, S Varela, P Quinteros, G Martínez Pastur. 2021. Manual de Indicadores para Monitoreo de Planes Prediales de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada – MBGI Región Patagónica. 167 p. Editorial INTA-MAyDS.
- Reque JA, M Sarasola, J Gyenge, ME Fernández. 2007. Caracterización silvícola de ñirantales del norte de la Patagonia para la gestión forestal sostenible. *Bosque* 28(1): 33-45.
- Varela SA, JP Diez, F Raffo, FJ Umaña, FD Trinco. 2022. Determinación de sitios ecológicos y estados de referencia en bosques degradados de Coihue, Ciprés, Ñire, Lengua y Araucaria de Patagonia Norte. *In* Actas VI Jornadas Forestales Patagónicas: el rol de los bosques en un mundo diferente. San Carlos de Bariloche, Argentina. INTA. 376 p.
- Wabo E. 2002. Curso de Biometría Forestal – Guía de Clases Método de Bitterlich y MHP. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Westoby M, B Walker, I Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42(4): 266-274.

Recibido: 08.08.22

Aceptado: 24.01.23