

Caracterización de un sistema productivo MBGI con enfoque de sistemas e indicadores sustentabilidad.

Blas, Andrés¹; Laitán, Guadalupe¹; Aguirre, Micaela¹; Rueda, Marta¹; Rueda, Carla¹; Iturre, Marta¹; Araujo, Publio^{1†}

(1) Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

andresblas99@gmail.com; guadalupe.laitan@gmail.com; mica.aguirre.18@gmail.com; patomrueda@gmail.com; carlavrueda@gmail.com; miturre@unse.edu.ar.

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue aplicar el enfoque de sistemas a un sistema productivo MBGI, departamento Moreno, Santiago del Estero. Como resultado se obtuvo un modelo de sistema detallado e indicadores identificados para evaluar la sustentabilidad. Con siete subsistemas, treinta y cuatro componentes y nueve flujos (externos e internos) modelaron el predio. Se asoció trece indicadores de evaluación de la sostenibilidad con los siete subsistemas. Para las tres dimensiones se agruparon trece indicadores sugeridos según resultado de la revisión bibliográfica. En estos resultados preliminares se muestra la potencialidad de las herramientas de análisis para evaluar la sustentabilidad en predios con estrategias de manejo innovadoras.

Palabras clave: bosque, Ganadería, manejo, sustentabilidad, indicadores, enfoque de sistema.

ABSTRACT. The objective of this study was to apply the systems approach to a MBGI production system, Moreno department, Santiago del Estero. As a result, a detailed system model and identified indicators were obtained to evaluate sustainability. With seven subsystems, thirty-four components and nine flows (external and internal) the property was modeled. Thirteen sustainability assessment indicators were associated with the seven subsystems. For the three dimensions, thirteen suggested indicators were grouped according to the results of the bibliographic review. These preliminary results show the potential of the analysis tools to evaluate the sustainability of farms with innovative management strategies.

Keywords: Forest, Livestock, management, sustainability, indicators, system approach.

INTRODUCCIÓN

Entre las políticas forestales que Argentina lleva adelante para conservar los bosques su biodiversidad, se encuentra el acuerdo Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI) (Navall et al., 2018). Este permite establecer acuerdos intersectoriales con la finalidad de optimizar los recursos del estado y la aplicación de los lineamientos por parte de las provincias y los productores (Peri et al., 2018). A través de un enfoque de conservación de bosques, propone el manejo integral del ecosistema como una herramienta de desarrollo que incluye al bosque nativo en la matriz productiva como un agente proveedor de servicios ecosistémicos, especialmente en lo que respecta a la producción ganadera y forestal (Peri et al., 2018). De acuerdo a los Ordenamientos Territoriales de Bosques Nativos de la Argentina, alrededor del 60% de los bosques se encuentran en Categoría II (mediano valor de conservación) (MAyDS, 2020), la cual permite realizar planes de manejo sostenible, incluyendo la implementación de sistemas silvopastoriles (Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de Los Bosques Nativos, 2009). Sin embargo, la implementación de los sistemas silvopastoriles ha generado cambios en la estructura forestal tan intensos y permanentes que constituyen un cambio del uso del suelo (Navall et al., 2018). En ese contexto, en el año 2015 se firma el Convenio de Articulación Institucional N°32/2015 entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) de la Nación, estableciéndose los Principios y Lineamientos Nacionales para el MBGI (MAGyP, 2015).

Los planes MBGI prevén intervenciones de bajo impacto en superficies grandes del predio (Carranza et al., 2018). Regulando intensidad, extensión y periodicidad de las intervenciones (Carranza et al., 2018). En sectores de menor superficie y ubicación estratégica, propone el manejo de núcleos de conservación/corredores y áreas de intervenciones de mayor impacto, para producción intensiva de forrajeras (Carranza et al., 2018). Sin embargo, es necesario realizar un seguimiento del impacto de la aplicación de los planes MBGI con el fin de detectar posibles desvíos en el cumplimiento de los mismos y realizar reformulaciones para corregir las decisiones tomadas (Alaggia et al., 2019). El plan de monitoreo propuesto para MBGI se basa en un sistema de principios, criterios e indicadores jerárquicos que permiten abordar la complejidad del concepto de sustentabilidad en forma lógica, objetiva y anidada, en relación a las escalas espaciales y temporales (Rusch & Sarasola, 1999).

Un indicador es un instrumento de medición cuantitativa de un fenómeno que se desea conocer,

monitorear y analizar, y el cual posee características especiales a considerar y es construido tras un proceso delimitado (Rusch & Fracassi, 2021; Sarandón & Flores, 2014). Muchos de los sistemas de indicadores, carecen de estos marcos necesarios para el ajuste del manejo en dirección a la sustentabilidad del sitio y de la región (Rusch & Fracassi, 2021).

El objetivo de este trabajo es aplicar los enfoques de sistema, servicios ecosistémicos e indicadores para describir la sostenibilidad en un predio con Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio es un predio con MBGI (26°55'4.81"S 62°53'5.68"O) localizada al Oeste de la ciudad Tintina, departamento Moreno provincia de Santiago del Estero. El predio presenta una superficie de 3000 hectáreas, cubierto por bosques nativos y otras coberturas vegetales dedicadas a la producción de forraje para la ganadería. La zona está clasificada como Categoría II, de Mediano Valor de Conservación (Amarillo) del Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de Santiago del Estero (Ley Provincial N° 6942). De un total de 2.393,80 has, 1.603,80 has (66,9%) se clasifican como bosques de mediano valor de conservación para aprovechamiento sostenible y 790 has (33,1%) corresponden a áreas de no bosque. El predio cuenta con un total de 300 hectáreas destinadas a la siembra de forrajes y algodón. Además, 800 hectáreas se encuentran destinadas a un sistema silvopastoril, donde se realizó un enriquecimiento con itín (*Prosopis kuntzei* Harms).

Características biofísicas del contexto de ubicación del predio

La precipitación media anual es de 750 mm y la temperatura media mensual en enero es 26.9°C (mes más cálido de verano), pudiéndose registrar máximas de hasta 47°C (Boletta et al., 2006). La región está habitada por diferentes especies de fauna silvestre, algunas de ellas endémicas y en peligro de extinción, (Quiroga, 2013). Habitan diferentes especies de mamíferos (Chatellenaz, 2006; Camino et al., 2017), de los cuales se destacan *Puma concolor*, *Panthera onca*, *Parachoerus wagneri*, *Prionodontes maximus* y diferentes especies de murciélagos (Sandoval & Barquez, 2013; Quiroga, 2013; Camino, 2015; Quiroga et al., 2017). Además de la presencia de especies de aves de gran importancia ecológica (Capllonch et al., 2015; Coria et al., 2017; Zárate Betzel et al., 2019), anfibios y reptiles como tortugas, lagartos y ofidios de los que se conoce poco (Pérez Iglesias et al., 2017). La cobertura vegetal es un

bosque, xerófilo y semicaducifolio, cuenta con un estrato superior dominado por *Schinopsis lorentzii* Engl., y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl., de entre 15 y 25 metros de altura (Brassiolo, 2005; C. Kunst et al., 2006; Oyarzabal et al., 2018). Integran también otros árboles más bajos como *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild, *Ceiba chodatii* (Hassl.) Ravenna y una presencia importante de *Prosopis alba* Griseb., *Prosopis nigra* Griseb., *Prosopis ruscifolia* Griseb. y *Prosopis kuntzei* Harms (Oyarzabal et al., 2018). Entre las especies arbustivas, destacan especies del género *Celtis*, *Senegalia*, *Acacia*, *Capparis* y del estrato arbustivo *Bromelia hieronymi* Mez (Zuloaga et al., 2019; MAyDS, 2020). La estructura forestal además integra la presencia de especies de la familia *Cactaceae* en diferentes densidades, tales como *Opuntia quimilo* K. Schum., *Cleistocactus baumannii* (Lem.) Lem., y *Stetsonia coryne* (Salm – Dyck) (Zuloaga et al., 2019).

Descripción de variables de análisis

Las variables analizadas en el sistema están definidas por el tipo de uso de la tierra: agrícola, forestal, ganadera, conservación. La variable agrícola se corresponde al sitio donde se incluye el cultivo de algodón y la producción intensiva de pasturas para forraje. La variable forestal se encuentra incluida en los sitios de rolado de baja intensidad y silvopastoril, donde se realiza el aprovechamiento forestal y una posterior primera transformación de la madera, obteniendo principalmente madera estructural, leña y carbón. La variable ganadera incluye la producción de bovinos destinados al mercado de la carne y el mejoramiento genético de individuos. Por último, la variable conservación incluye la reserva forestal estricta, donde no se realiza aprovechamiento forestal o ganadero y tiene el objetivo de conservar la estructura forestal para conservación de la biodiversidad y la generación de servicios ecosistémicos.

Descripción de los procesamientos y análisis

Para la primera etapa de procesamiento se han clasificado las variables de uso aplicando una jerarquización para la construcción de un modelo de sistema. Un sistema es un arreglo de componentes relacionados y dependientes entre sí, de tal manera que actúan como una unidad (Hart, 1985). Los sistemas están constituidos por un límite, subsistemas conformados por componentes (físicos, biológicos o socioeconómicos) y flujos (de materia, energía o información) entrantes y salientes hacia el interior o exterior del sistema (Marta Astier et al., 1999). A través del enfoque de sistemas se logra abstraer la complejidad de los sistemas productivos y los ecosistemas, permitiendo conocer la relación que

existe entre los subsistemas, componentes y flujos de materia, energía e información que suceden simultáneamente (Marta Astier et al., 2008).

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) es una herramienta metodológica que ayuda a evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos en términos de su sustentabilidad (Marta Astier et al., 1999). Se basa en 5 premisas: 1) sustentabilidad definida con 5 atributos (M. Astier et al., 2012); 2) existencia de una escala espacial, temporal y el contexto social y político para el sistema de estudio; 3) participativa e interdisciplinaria; 4) comparativa (comparación longitudinal o transversal); y 5) es cíclica, que tiene como objetivo central el fortalecimiento de los sistemas de estudio (Ortiz Avila et al., 2017).

La descripción, clasificación y asociación de variables e indicadores se apoya en la revisión bibliográfica. El análisis bibliográfico se realizó de forma exclusiva con 31 artículos realizados para la región Chaqueña. Para el armado de la base datos se usaron las palabras claves: “Manejo forestal, sostenibilidad, evaluación de sustentabilidad, indicadores, producción forestal, MBGI, sistemas silvopastoriles” con el motor de búsqueda de Google Académico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta en la figura 1 el modelo de sistema del predio con MBGI y la tabla 1 con la descripción de su estructura. Se jerarquizaron siete subsistemas, treinta y cuatro componentes y nueve flujos (externos e internos) modelaron el predio. Se asoció trece indicadores de evaluación (tabla 3) de la sostenibilidad con los siete subsistemas. Para las dimensiones ambientales y productivas (tabla 3) se asociaron trece indicadores sugeridos según resultado de la revisión bibliográfica (tabla 3). En estos resultados preliminares se muestra la potencialidad de las herramientas de análisis de sistema, incorporando la identificación de servicios ecosistémicos para evaluar la sustentabilidad. Para los predios que se encuentran en proceso de implementar estrategias de manejo este análisis serviría para operacionalizar y aproximar de forma cuantitativa la sustentabilidad. Se describe una experiencia de diseño, desarrollo de propuesta de indicadores que posteriormente serán estimados.

Tabla 1. Descripción de los subsistemas, componentes y flujos del modelo de sistema del predio con MBGI. Clasificación de los servicios ecosistémicos según Haines-Young & Potschin, (2012). (Abreviaturas. Ab).

Subsistema	Componente		Ab.	Descripción	Servicios ecosistémicos	Referencias
Gerencia	Personal	Gestión	Pg	Personal encargado de la gestión y toma de decisiones.	Servicio de Soporte. Personal de trabajo	(Murphy & Grosso, 2012) (Quaranta, 2017)
		Técnico	Pt	Personal encargado de indicar y monitorear diversas actividades.		
		Operativo	Po	Personal encargado de diversas actividades operarias.		
	Infraestructura		I	Conjunto de instalaciones necesarias para el desarrollo de las diversas actividades.		
	Maquinaria y herramientas		M	Conjunto de elementos, insumos, herramientas, maquinarias, accesorios y demás necesarios para el desarrollo de las diversas actividades.		
Reserva Forestal (RF)	Estructura Forestal	Árboles	Ar	Estructura conformada por los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, definido en un porcentaje por Lineamientos Nacionales de MBGI (Lineamiento #2). Definida para conservar cobertura vegetal permanente, hábitat de fauna, biodiversidad, entre otros, y generar diferentes servicios ecosistémicos.	Servicio de Soporte y Regulación	(Baldassini & Paruelo, 2020b) (Aprile et al., 2016) (Alaggia et al., 2019) (García Gómez & Triana Llanos, 2020) (Toledo et al., 2018)
		Arbustos	Arb			
		Herbáceas	He			
	Fauna Silvestre	Abundancia	F	Conjunto de animales vertebrados e invertebrados que habitan de forma permanente, circunstancial o momentánea en el ambiente natural.		
	Calidad del suelo		S	Calidad de textura, estructura, composición biótica que le dan diferentes grados de permeabilidad, aireación, infiltración del agua, etc.		
Rolado de Baja Intensidad (RBI)	Estructura Forestal	Árboles	Ar	Conjunto de individuos arbóreos leñosos (regeneración, individuos jóvenes y adultos).	Servicios de Soporte, Regulación y Provisión	(Silberman et al., 2015) (C. R. Kunst, Ledesma, et al., 2015) (Navall et al., 2016) (Cotroneo et al., 2016) (Coria et al., 2017) (Cortés, 2019) (Anriquez et al., 2005) (C. R. Kunst et al., 2003) (Rueda et al., 2013)
		Arbustos	Arb	Conjunto de individuos arbustivos leñosos permanentes luego del tratamiento de desarbustado o rolado selectivo de baja intensidad.		
		Pasturas	Ps	Conjunto de pasturas (nativas o exóticas no invasoras) implantadas luego del desarbustado o rolado selectivo de baja intensidad.	Productos forestales madereros	
	Fauna Silvestre	Abundancia	F	Conjunto de animales vertebrados e invertebrados que habitan de forma permanente, circunstancial o momentánea en el ambiente natural.	Forraje	
	Calidad de suelo		S	Calidad de textura, estructura, composición biótica que le dan diferentes grados de permeabilidad, aireación, infiltración del agua, etc.	Servicios de soporte y regulación	
	Aserradero móvil		Am	Infraestructura móvil que realiza una primera transformación de la madera cosechada en el predio.	Servicio de Provisión	
	Hornos de carbón		Hc	Infraestructura conformada por hornos y playas de almacenamiento de madera, leña y carbón.	Productos forestales madereros	

Silvopastoril (Sp)	Estructura forestal	Cortinas forestales	Cf	Conjunto de árboles dispuestos en una o más hileras formando una barrera perpendicular a la dirección de los vientos predominantes.	Servicios de Soporte, Regulación y Provisión Productos forestales madereros Forraje	(C. R. Kunst, Navall, et al., 2015) (Cotroneo et al., 2016)	
		Árboles	Ar	Conjunto de árboles dispuestos de forma dispersa formando una cobertura discontinua.			
		Pasturas	Ps	Conjunto de pasturas (nativas o exóticas no invasoras) implantadas.			
	Regeneración	Plantines	PI	Conjunto de individuos arbóreos implantados para asegurar la regeneración arbórea.			
	Calidad de suelo			S	Calidad de textura, estructura, composición biótica que le dan diferentes grados de permeabilidad, aireación, infiltración del agua, etc.	Servicios de Soporte y Regulación	(Anriquez et al., 2016)
	Fauna Silvestre	Abundancia	F	Conjunto de animales vertebrados e invertebrados que habitan de forma permanente, circunstancial o momentánea en el ambiente natural.	(Aprile et al., 2016)		
Agrícola (Ag)	Producción de forraje		Fo	Superficie definida en un porcentaje por Lineamientos Nacionales de MBGI (Lineamiento #3). Definida para la producción exclusiva e intensiva de forraje para aumentar la oferta forrajera.	Servicio de Provisión Forraje	(Navall et al., 2016)	
	Producción de cultivos		C	Superficie destinada para la producción de diferentes cultivos	Servicio de Provisión Diferentes cultivos	(Tiedemann, 2015) (Luna, 2018)	
	Calidad de suelo			S	Calidad de textura, estructura, composición biótica que le dan diferentes grados de permeabilidad, aireación, infiltración del agua, etc.	Servicios de Soporte y Regulación	(Rojas et al., 2015) (Canavelli & Zaccagnini, 2007)
	Fauna Silvestre	Abundancia	F	Conjunto de animales vertebrados e invertebrados que habitan de forma permanente, circunstancial o momentánea en el ambiente natural.			
Ganadero (Ga)	Producción de individuos para venta		Gv	Conjuntos de individuos destinados a la venta.	Servicio de provisión Ganado para venta	-	
	Producción de individuos para mejoramiento genético		Gm	Conjunto de individuos destinados para mejoramiento genético.			
	Infraestructura		I	Conjunto de instalaciones necesarias para el desarrollo de las diversas actividades.			
Agua	Potable		Ap	Diferentes fracciones de agua utilizada en los diferentes subsistemas para las actividades productivas.	Servicio de provisión Agua	-	
	Utilizada		Au				
	Aljibes		Aa				
	Represas		Ar				

Tabla 2. Descripción y desarrollo de los flujos presentes en el enfoque de sistema del predio “El Descanso”. Clasificación de los servicios ecosistémicos según Haines-Young & Potschin, (2012)

Código de flujo	Nombre del flujo	Subsistema de salida	Subsistema de ingreso	Descripción	Servicios ecosistémico	Bibliografía
F1	Personal de trabajo	Gerencia	RBI Silvopastoril Agrícola Ganadero Agua	Personal de trabajo para la toma de decisiones, definición de tareas, monitoreo y realización de tareas.	Soporte	(Alaggia et al., 2019) (Aprile et al., 2016) (Baldassini & Paruelo, 2020a) (Cotroneo et al., 2016) (C. R. Kunst, Navall, et al., 2015) (Navall et al., 2016) (Silberman et al., 2015) (Tiedemann, 2015) (Luna, 2018)
F2	Intercambio de biomasa y energía	Reserva forestal RBI Silvopastoril	Ganadero Exterior	Provisión de hábitat para fauna silvestre, polinización, provisión de frutos y forraje, condiciones de confort para ganado.	Soporte y Regulación	
F3	Productos forestales madereros	RBI Silvopastoril	RBI Exterior	Suma de árboles cosechados para la producción de rollos, durmientes, postes, varillas, leña, carbón para consumo propio o venta al mercado exterior.	Provisión	
F4	Forraje	RBI Silvopastoril Agrícola	Ganadero	Suma de pasturas nativas, exóticas no invasoras implantadas, hojas, brotes y frutos como alimento para el ganado.	Provisión	
F5	Diferentes cultivos	Agrícola	Exterior	Venta de diferentes cultivos estacionales (algodón)	Provisión	
F6	Ganado para venta	Ganadero	Exterior	Venta de productos ganaderos al mercado exterior.	Provisión	
F7	Mejoramiento	Ganadero	Exterior	Variedad de ganancia genética.	Soporte	
F8	Agua	Agua	Gerencia Ganadero	Suma de fracciones de agua utilizadas para el consumo humano y ganadero.	Provisión	
F9	Personal de trabajo	Exterior	Gerencia	Personal de trabajo para asesoramiento, definición de tareas, monitoreo y realización de tareas.	Soporte	
F10	Herramientas, insumos	Exterior	Gerencia	Conjunto de elementos de trabajo, herramientas e insumos para la realización de tareas.	Soporte	
F11	Servicio de sanidad	Exterior	Ganadero	Servicio veterinario para la sanidad del ganado.	Soporte	
F12	Tecnología	Exterior	Ganadero	Conjunto de conocimientos, tratamientos y elementos de trabajo para el manejo ganadero.	Soporte	
F13	Agua	Exterior	Agua	Agua potable para el consumo humano.	Provisión	

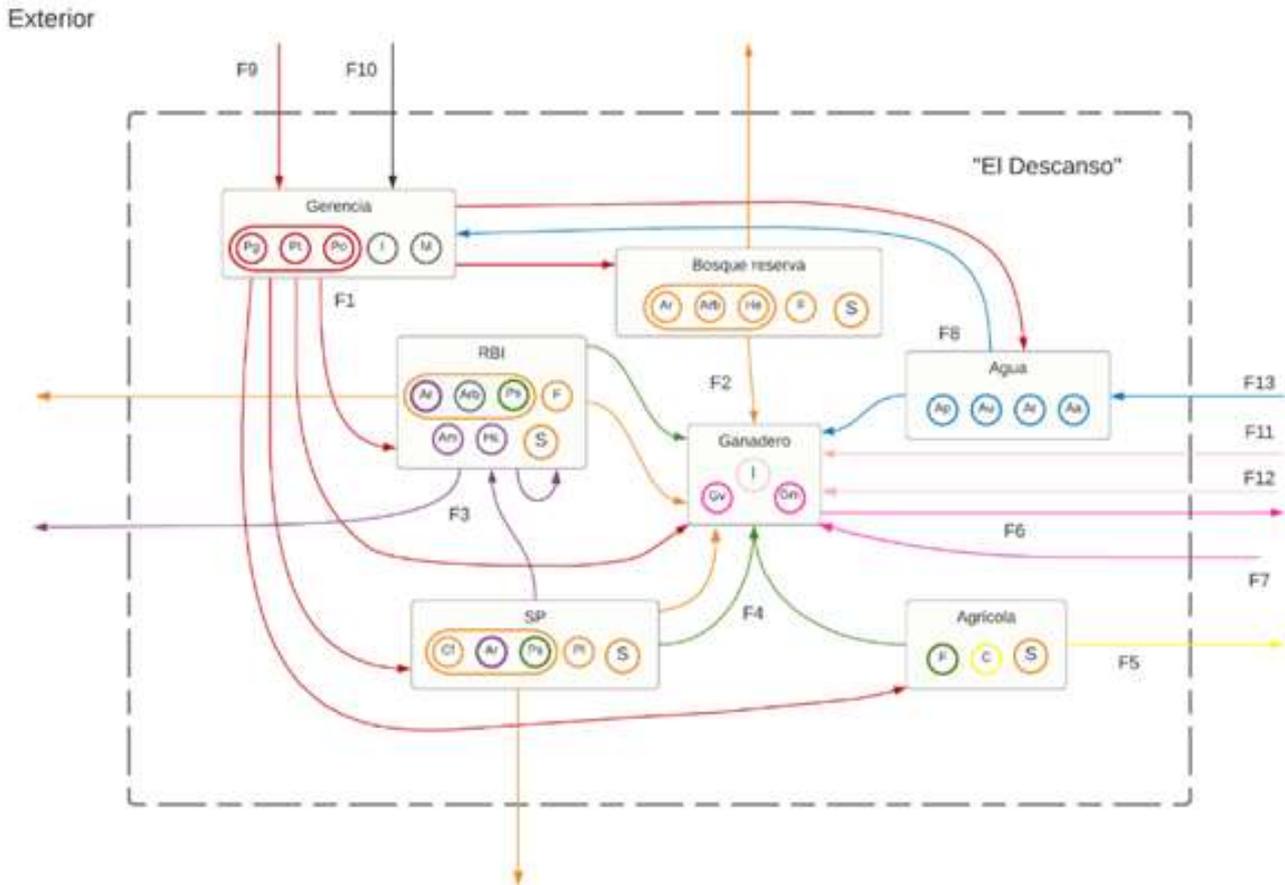


Figura 1. Modelo de sistema “El Descanso”, con siete subsistemas, veintisiete componentes y veintiocho flujos internos y externos.

Tabla 3. Indicadores identificados para evaluar la sustentabilidad de las actividades forestales del predio.

Dimensión	Atributo de sustentabilidad (MESMIS)	Indicador (subsistema asociado)	Bibliografía
Ambiental	Estabilidad	Erosión del suelo (Sp, RBI, RF, Ag)	(Alaggia et al., 2019)
		Materia orgánica del suelo (Sp, RBI, RF, Ag)	(Alaggia et al., 2019) (Silberman, 2016) (Naldini, 2016) (A. Quiroga et al., 2017)
		Carbono orgánico del suelo (Sp, RBI, RF, Ag)	(Baldassini & Paruelo, 2020a) (Anriquez et al., 2016)
		Complejidad estructural de la vegetación (Sp, RBI, RF)	(Alaggia et al., 2019) (Araujo et al., 2008) (Trigo et al., 2018)
		Configuración espacial y superficie de bosque a nivel predio (Sp, RBI, RF)	(Alaggia et al., 2019)
		Biodiversidad (Sp, RBI, RF, Ag)	(Alaggia et al., 2019)
		Stock de biomasa (Sp, RBI, RF, Ag)	(Céspedes Flores et al., 2018) (Diaz Zirpolo & Gimenez, 2013)
	Confiabilidad	Regeneración de especies arbóreas focales (Sp, RBI, RF)	(Alaggia et al., 2019) (Tálamo et al., 2013) (Cotroneo, 2018)
	Productividad	Calidad del suelo (Sp, RBI, RF, Ag)	(Romero et al., 2008) (Arzeno et al., 2008) (Rojas et al., 2015)
		Cobertura vegetal (Sp, RBI, RF, Ag)	(Gasparri, 2010) (Britos & Barchuk, 2012)

Productivo	Confiabilidad	Capacidad productiva forestal (Sp, RBI, RF, Ag)	(Alaggia et al., 2019)
	Productividad	Producción forestal (Sp, RBI, RF)	(Alaggia et al., 2019)
		Producción de productos forestales no madereros (Sp, RBI, RF)	(Alaggia et al., 2019) (Luduena et al., 2015)
		Regeneración (Sp, RBI, RF)	(Alaggia et al., 2019) (Araujo et al., 2008)

REFERENCIAS

- Alaggia, F., Cabello, M. J., Carranza, C. A., Cavallero, L., Daniele, G., Erro, M., Ledesma, M., López, D. R., Mussat, E., Navall, M., Peri, P. L., Rusch, V., Sabatini, Á., Saravia, J. J., Uribe Echevarría, J., & Volante, J. (2019). *Manual de Indicadores para Monitoreo de Planes Prediales MBGI Región Parque Chaqueño*.
- Anriquez, A. L., Albanesi, A., Kunst, C. R., Ledesma, R., López, C., Rodríguez Torresi, A., & Godoy, J. (2005). Rolado de fachinales y calidad de suelos en el Chaco occidental, Argentina. *Ciencia Del Suelo*, 23, 145–157.
- Anriquez, A. L., Arias, S., Silberman, J. E., Dominguez Nuñez, J. A., Kunst, C. R., & Albanesi de Garay, A. S. (2016). Sistema silvopastoril con diferentes coberturas arbóreas habilitado por rolado de baja intensidad. Impacto de glomalinas y fracciones de carbono del suelo. *Ciencia Del Suelo*, 34, 33–41.
- Aprile, G., Periago, M. E., & Miñaro, F. O. (2016). *La fauna y los silvopastoriles del Chaco*. Boletín técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Araujo, P. A., Iturre, M. C., Acosta, V. H., & Renolfi, R. F. (2008). Estructura del bosque de La María EEA INTA Santiago del Estero. *Revista Quebracho*, 16, 5–19.
- Arzeno, J. L., Aciar, L. M., Corvalán, E., Huidobro, J., & Rodríguez, T. (2008). Uso de indicadores de calidad de suelo sobre parcelas de largo plazo en Salta. *Actas XXI Congreso Argentino de La Ciencia Del Suelo*.
- Astier, M., García-Barríos, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C. E., & Maser, O. (2012). Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecology and Society*. <https://doi.org/10.5751/ES-04910-170325>
- Astier, Marta, Maser, O., & Galván Miyoshi, Y. (2008). *Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional*.
- Astier, Marta, Maser, O., & Lopez-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*.
- Baldassini, J., & Paruelo, J. M. (2020a). Deforestation and current management practices reduce soil organic carbon in the semi-arid Chaco, Argentina. *Agricultural Systems*, 178.
- Baldassini, J., & Paruelo, J. M. (2020b). Sistemas agrícolas y silvopastoriles en el Chaco Semiárido. Impactos sobre la productividad primaria. *Ecología Austral*, 30, 45–62.
- Boletta, P. E., Ravelo, A. C., Planchuelo, A. M., & Grilli, M. (2006). Assessing deforestation in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management*, 228, 108–114.
- Brassiolo, M. (2005). Los bosques del Chaco semiárido. Propuestas para la conversión de bosques degradados. *Idia XXI Revista de Información Sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario*, 5, 23–28.
- Britos, A. H., & Barchuk, A. H. (2012). Dinámica de la cobertura vegetal y los usos de la tierra a través de modelos de no-equilibrio. *Revista de Teledetección*, 40.
- Camino, M. (2016). *Ocupación y selección de hábitat de tres especies de pecaríes en el Chaco Semiárido Argentino*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 265 pp.
- Camino, M., Cortez, S., Matteucci, S. D., & Altrichter, M. (2017). Experiencia de monitoreo participativo de fauna en el Chaco Seco argentino. *Mastozoología Neotropical*, 24, 31–46.
- Canavelli, S. B., & Zaccagnini, M. E. (2007). Nuevos enfoques en el manejo de conflictos con fauna silvestre para una agricultura sustentable. *Agricultura Sustentable*.
- Capllonch, P., Alderete, C. A., Aráoz, R., Barboza, E., Mamani, J., Ortiz, D., Perez Bogado, W. E., De Jesus Quiroga, O. B., & Soria, K. (2015). Observaciones y capturas de aves poco conocidas en el norte de Argentina. *Nuestras Aves*, 60, 76–82.
- Carranza, C. A., López, D. R., Cavallero, L., Peri, P. L., Daniele, G., Cabello, M. J., Mussat, E., Manzur, A., & Ledesma, M. (2018). Sistema de monitoreo a escala predial para Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) en la Región Chaqueña. *IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*, 17.
- Céspedes Flores, F. E., Fernandez, J. A., Gimenez, L., Leonhardt, E. A., & Bernardis, A. C.

- (2018). Carbono retenido por la hojarasca y raíces en diferentes usos del suelo en la Región del Chaco semiárido. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 34, 165–172.
- Chatellenaz, C. A. (2006). *Diversidad de mamíferos en el Distrito Oriental Chaqueño*.
- Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, Pub. L. No. 26331, Ministerio de Agroindustria 6 (2009).
- Coria, R. D., Kunst, C. R., & Navarrete, V. del C. (2017). Rolado selectivo de baja intensidad (RBI) sobre bosque nativo en el Chaco Semiárido: influencia sobre la diversidad y la composición de un ensamble de reptiles. *Ecología Austral*, 27, 1–9.
- Cortés, J. I. (2019). *Evaluación del efecto del manejo forestal con Rolado en el Bosque Chaqueño Semiárido de Santiago del Estero sobre la Tortuga terrestre (Chelonoidis Chilensis)*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Cotroneo, M. S. (2018). *La clausura como estrategia de restauración en bosques heterogéneos comunales del Chaco semiárido. Un enfoque socio-ecológico*. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Cotroneo, M. S., Jacobo, E. J., Bosio, E. A., Karlin, U. O., Brassiolo, M., & Golluscio, R. A. (2016). *Bases e interrogantes para el manejo sostenible de los recursos forrajeros del bosque nativo en el Chaco semiárido santiagueño*.
- Díaz Zirpolo, J. A., & Gimenez, A. M. I. (2013). Cuantificación y calificación de madera muerta en un bosque del Chaco Semiárido. *Revista Quebracho*, 21, 103–114.
- García Gómez, L. A., & Triana Llanos, G. A. (2020). Conocimiento sobre la biodiversidad de fauna presente en la Zona de Reserva Forestal Yerbabuena - Chía, Cundinamarca por medio del método del fototrampeo. *Human Relations*, 3, 1–8.
- Gasparri, N. I. (2010). *Efecto del cambio de uso de la tierra sobre la cobertura vegetal y dinámica de biomasa del Chaco semiárido argentino*. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2012). Common International classification of ecosystem services. *Nottingham: Centre for Environmental Management, University of Nottingham*.
- Hart, R. D. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*.
- Kunst, C., Monti, E., Pérez, H., & Godoy, J. (2006). Assessment of the rangelands of southwestern Santiago del Estero, Argentina, for grazing management and research. *Journal of Environmental Management*, 80(3), 248–265. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.10.001>
- Kunst, C. R., Ledesma, R., Navall, M., Gómez, A., Coria, R. D., Arroquy, J., Ávila, M., Tomsic, P., González, A., Albanesi, A., Silberman, J. E., Anriquez, A. L., & Bravo, S. (2015). *Rolado Selectivo de Baja Intensidad*.
- Kunst, C. R., Ledesma, R., Nickish, M. B., Angella, G., Prieto, D., & Godoy, J. (2003). Rolado de “fachinales” e infiltración de agua en suelo en El Chaco Occidental (Argentina). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 32, 105–126.
- Kunst, C. R., Navall, M., Coria, R. D., Ledesma, R., Tomsic, P., González, A., Gómez, A., & Feuillade, D. (2015). *Guía de Prácticas Recomendables para Sistemas Silvopastoriles en Santiago del Estero*.
- Ludueña, M., Zurita Bianchini, C. A., & Medina, J. C. (2015). *Caracterización de actividades vinculadas a productos forestales no madereros en el Parque Chaqueño Semiárido*. 23, 54–61.
- Luna, I. M. (2018). *Caracterización de la dinámica de emergencia de cuatro especies poáceas en el departamento Moreno (Santiago del Estero)*. Universidad Católica de Córdoba, Argentina.
- Bases y lineamientos nacionales para el manejo de bosques con ganadería integrada en concordancia con la Ley N° 26.331, (2015). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2020). *Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos: informe Parque Chaqueño: primera revisión*.
- Murphy, A. B., & Grosso, S. (2012). Impactos socio-territoriales del avance de un frente agropecuario: Estudio realizado en el Este de la provincia de Santiago del Estero. *VII Jornadas de Sociología de La UNLP*.
- Naldini, M. B. (2016). *Efecto del cambio en el uso de la tierra sobre la dinámica de la materia orgánica del suelo en el Chaco Seco, Argentina*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Navall, M., Peri, P. L., Merletti, G., Monaco, M., Carranza, C. A., Medina, A., Borrás, M., Manghi, E., Miñarro, F., Periago, M. E., & Preliasco, P. (2018). Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI). Bases conceptuales y avances en su aplicación. *IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*, 9.
- Navall, M., Peri, P. L., Merletti, G., Mónaco, M., Carranza, C., & Medina, A. (2016). *Acuerdo MBGI: Una iniciativa para devolver el significado a los Sistemas Silvopastoriles sobre bosques nativos*.
- Ortiz Avila, T., Quiroz Ramírez, A., & Migoya Bulnes, C. (2017). *Evaluación*

de sustentabilidad para el manejo de sistemas naturales. Manual para el técnico comunitario.

- Oyarzabal, M., Clavijo, J. R., Oakley, L. J., Biganzoli, F., & Tognetti, P. M. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*, 20, 40–63.
- Pérez Iglesias, J. M., Jofré, L. E., & Rueda, M. P. (2017). Primeros registros de la herpetofauna en dos áreas naturales protegidas de la provincia de Santiago del Estero (Argentina). *Cuadernos de Herpetología*, 31, 49–57.
- Peri, P. L., Fermani, S., Mónaco, M., Rosales, V., Díaz, F., Collado, M. L., Torres, S. C., Ceballos, E., Soupert, J., Perdomo, M., Soto Castelló, A., Navall, M., Antequera, S., Tomanek, E., Colomb, H., & Borrás, M. (2018). *Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI) en Argentina* (pp. 724–742).
- Quaranta, G. (2017). Estrategias laborales y patrones migratorios de trabajadores agrícolas de hogares rurales de Santiago del Estero. *Desarrollo Económico*, 57, 119–146.
- Quiroga, A., Galantini, J. A., & Studertt, G. A. (2017). La materia orgánica como indicador de cambios en la calidad de los suelos influenciados por el manejo. In *Manejo y conservación de suelos con especial énfasis en situaciones argentinas* (pp. 139–159). Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.
- Quiroga, V. A. (2013). Ecología y conservación del yaguararé (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) en el Chaco semiárido argentino: su relación con la disponibilidad de presas y la presencia humana en la región. *Mastozoología Neotropical*, 20.
- Quiroga, V. A., Di Blanco, Y. E., Noss, A., Paviolo, A. J., & Di Bitetti, M. S. (2017). The giant armadillo (*Priodontes maximus*) in the Argentine Chaco. *Mastozoología Neotropical*, 24, 163–175.
- Rojas, J. M., Roldan, M. F., & Guevara, G. S. (2015). Influencia de rotaciones en la calidad del suelo en la zona central del Chaco y su relación con la producción de algodón. *Ciencia Del Suelo*, 33, 239–246.
- Romero, V., Arzeno, J. L., Moreno, D., Osinaga, R., Sánchez, C. D., & Franzoni, A. (2008). Uso de los indicadores de calidad de suelo en fincas del umbral al chaco en Salta y Santiago del Estero. *Actas XXI Congreso Argentino de La Ciencia Del Suelo*.
- Rueda, C. V., Baldi, G., Verón, S. R., & Jobbagy Gampel, E. G. (2013). Apropiación humana de la producción primaria en el Chaco Seco. *Ecología Austral*, 23, 44–54.
- Rusch, V., & Fracassi, N. (2021). *Indicadores de Biodiversidad : Informe preparado por el proyecto INTA PI 038. Evaluación, monitoreo y manejo de la biodiversidad en sistemas agropecuarios y forestales*.
- Rusch, V., & Sarasola, M. (1999). Empleo de criterios e indicadores en el manejo forestal sustentable. *Actas Segundas Jornadas Iberoamericanas Sobre Diversidad Biológica*, 15–24.
- Sandoval, M. L., & Barquez, R. M. (2013). The Chacoan bat fauna identity: Patterns of distributional congruence and conservation implications. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 75–94.
- Sarandón, S., & Flores, C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. EDULP Editorial de la Universidad de La Plata.
- Silberman, J. E. (2016). *Diversidad microbiana y materia orgánica del suelo en sistemas silvopastoriles de la Región Chaqueña*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/55679>
- Silberman, J. E., Anriquez, A. L., Dominguez Nuñez, J. A., Kunst, C. R., & Albanesi de Garay, A. S. (2015). La cobertura arbórea en un sistema silvopastoril del Chaco y su contribución diferencial al suelo. *Ciencia Del Suelo*, 33, 19–29.
- Tálaro, A., Lopez de Casanave, J., Núñez Regueiro, M., & Caziani, S. (2013). Regeneración de plantas leñosas en el Chaco semiárido argentino: relación con factores bióticos y abióticos en micrositios creados por el aprovechamiento forestal. *Bosque (Valdivia)*, 34, 53–62.
- Tiedemann, J. L. (2015). Fenología y productividad primaria neta aérea de sistemas pastoriles de Panicum maximum en el dpto. Moreno, Santiago Del Estero, Argentina, derivada del NDVI MODIS. *Ecología Aplicada*, 14, 27–39.
- Toledo, D. M., Arzuaga, S., & Galantini, J. A. (2018). Indicadores e índices biológicos de calidad de suelo en sistemas forestales. *Ciencia Del Suelo*, 36, 1–12.
- Trigo, C. B., Tálaro, A., & Villagra, P. E. (2018). *Efecto de la exclusión de ganado doméstico sobre la estructura y funcionalidad de una comunidad vegetal en el bosque chaqueño semiárido*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Zárate Betzel, G. I., Weiler Gustafson, A., Núñez Goralewski, K. B., Mattos, A., Amarilla Rodríguez, S. M., & Pech Canchpe, J. M. (2019). Cámara trampa como método de muestreo para aves paraguayas del Chaco seco: una comparación con los métodos auditivos y visuales. *Revista Biología Tropical*,

67, 1089–1102.

Zuloaga, F., Belgrano, M., & Zanotti, C. (2019).
Actualización del Catálogo de las Plantas
Vasculares del Cono Sur. *Darwiniana*, 7, 208–
278. [https://doi.org/https://doi.org/10.14522/
darwiniana.2019.72.861](https://doi.org/https://doi.org/10.14522/darwiniana.2019.72.861)