Jornada Taller Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles

En el marco del 40° Congreso Argentino de Producción Animal de la AAPA

6 de noviembre de 2017
Pabellón Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina

Contenido de las disertaciones

Índice

Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada (MBGI). Marco político y conceptual. Oportunidades y límites para expansión de la ganadería. *Dr. Pablo Peri - Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de la Patagonia Austral - INTA EEA-Santa Cruz …… pág. 2*
Sustentabilidad del MBGI. Sistemas de Monitoreo. Ing. Agr. Carlos Carranza - Estación Forestal INTA Villa Dolores. Córdoba …… *pág. 13*
Producción Ganadera en Bosque Serrano Nativo del Norte de Córdoba. Ing. Agr. (Esp.) Horacio Valdez. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC)- Investigador adscripto a CELFI-SD …… *pág. 31*
Aporte de los Sistemas Silvopastoriles a la Ganadería Sustentable en el Nordeste de Argentina. Ing. Agr. (Esp. Gestión Económica de la Empresa Agropecuaria) Jorge Esquivel- Asesor del CREA Tierra Colorada. Misiones…… *pág. 46*
Interacciones en Sistemas Silvopastoriles. Aspectos Eco-fisiológicos. Ing. Zoot. (M. Sc.) Luciana Martínez Calsina- CIAP-INTA-Tucumán…… *pág. 54*
Sistemas Silvo - Pastoriles en plantaciones de pinos de las sierras de Córdoba, Argentina. Ing. Agr. Pedro E. Valls- Empresario Agropecuario y Forestal. Córdoba ……*no disponible.*
Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas, herramientas para la adaptación a cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. M. Sc. en Agroforestería Francisco Casasola Coto- CATIE- Costa Rica…… *pág. 56*
Normas Internacionales de Gestión de Calidad y Manejo Forestal Sustentable. *Dr. Ing. Ftal. Francis Dube- Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Chile…… pág. 74*

Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada (MBGI). Marco político y conceptual. Oportunidades y límites para expansión de la ganadería. *Dr. Pablo Peri - Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de la Patagonia Austral - INTA EEA-Santa Cruz*

Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada (MBGI): Marco político y conceptual, oportunidades y límites para expansión de la ganadería

Pablo L. Peri

INTA UNPA CONICET celfi

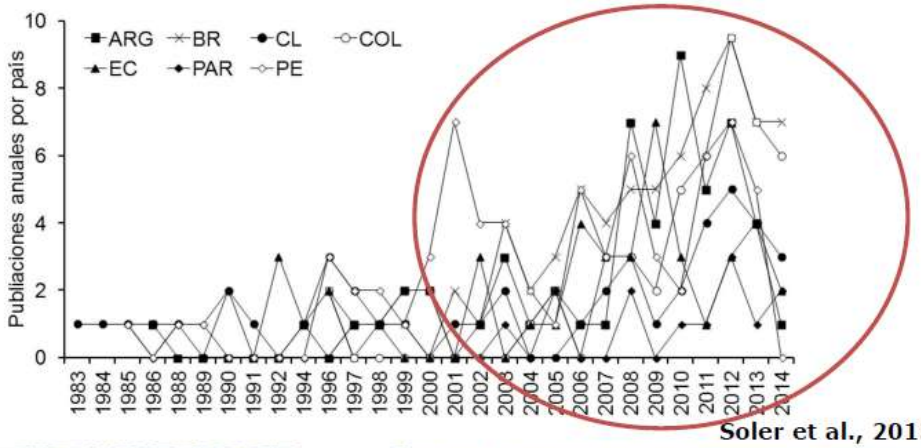
Introducción

Bosques nativos argentinos
31.443.873 ha

- Los SSP en Argentina se estima en **6,5 millones ha** en bosque nativo
- El principal desarrollo de los SSP en Argentina en **bosque nativo** se concentra en la región Patagónica y región Chaqueña.

Introducción

➢ La implementación de los SSP ha tomado auge en los últimos 18 años en diferentes regiones de Argentina.



Soler et al., 2015

Avance de la agricultura y ganadería sobre los bosques

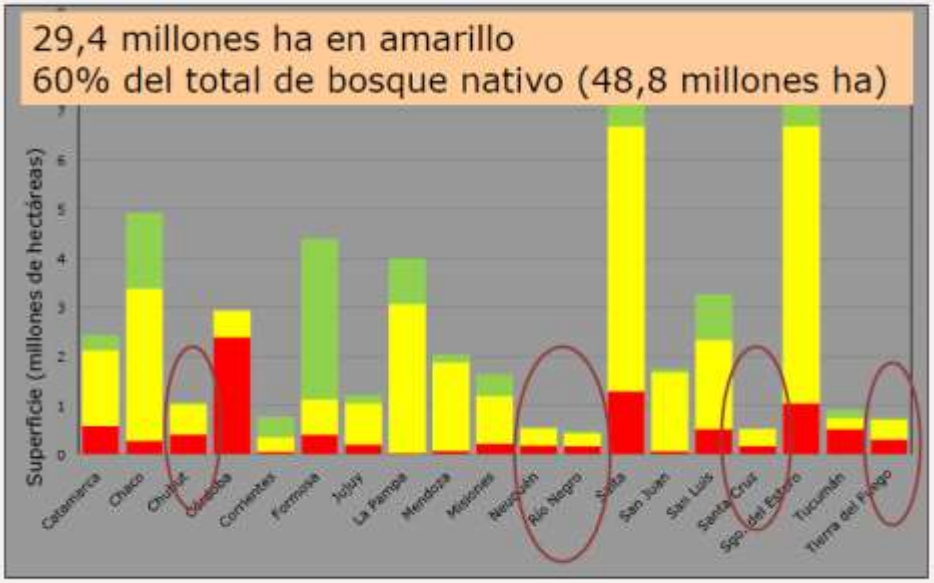
Desde 1990, se produjo un fuerte incremento en la superficie cultivada desplazando a la ganadería de la región pampeana hacia zonas con bosque.

Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial 2010-2020 prevé un incremento del 46% en la producción de carne bovina para el 2020 y un aumento en el stock de cabezas de ganado bovino a 54 millones

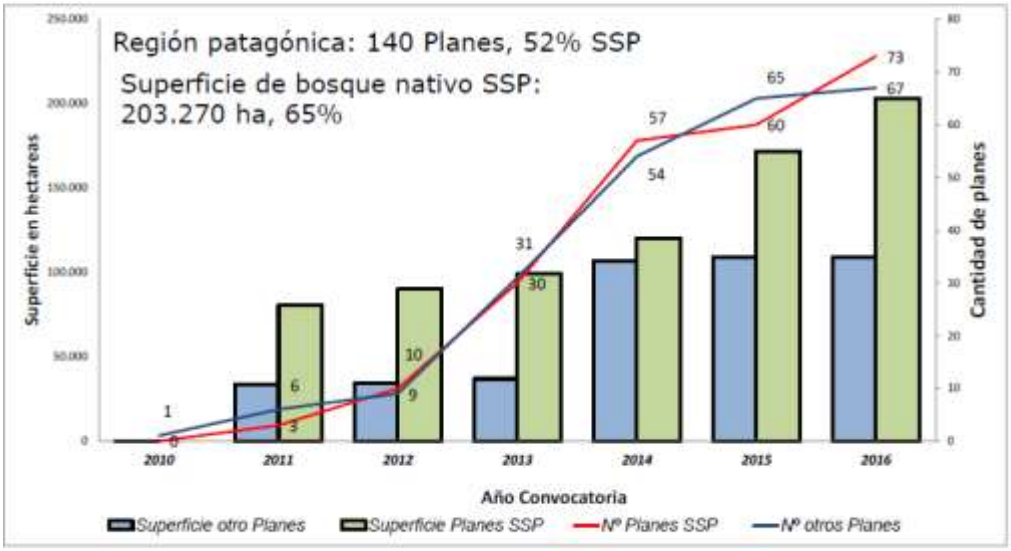
Ordenamiento territorial de los bosques nativos

CATEGORÍA I	Sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse ni ser sujetos a aprovechamiento forestal. Pueden realizarse actividades que no alteren sus atributos de conservación.
CATEGORÍA II	Sectores de mediano valor de conservación, que no deben desmontarse. Podrán ser sometidos a aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica.
CATEGORÍA III	Sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad.

Superficie de bosque nativo declarado por categoría de conservación



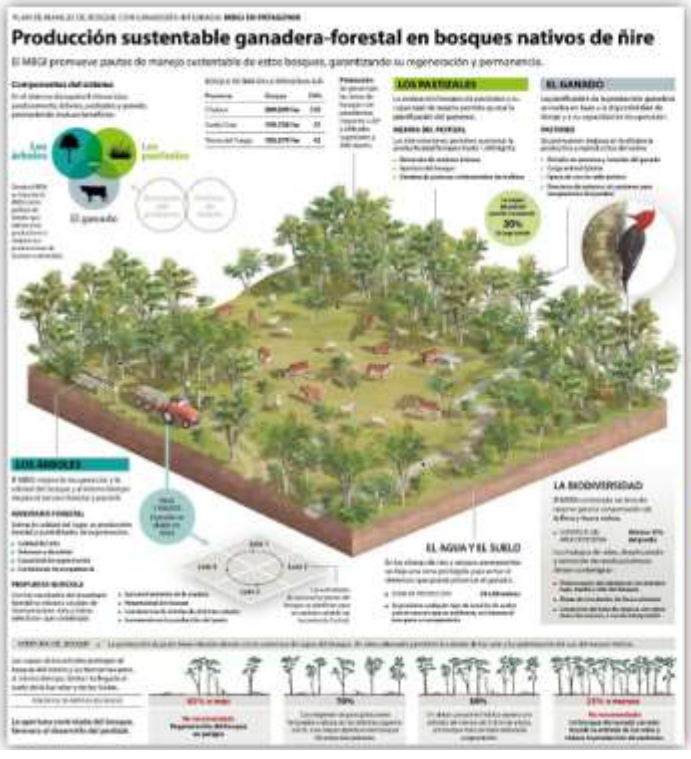
➢ El uso sustentable de los bosques nativos toma relevancia con la *Ley de Presupuestos Mínimos Ambientales* (Ley 26.331) que contempla Planes de Manejo SSP en cada provincia.

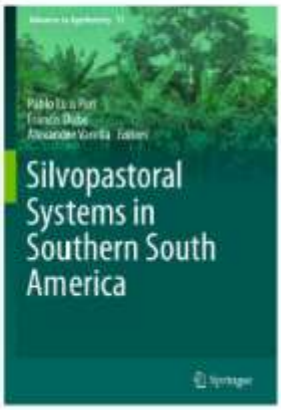


SSP en bosque nativo

Región	Superficie SSP (ha)	Principal especie forestal	Tipo principal de pastura usada	Tipo de animal y carga usual	Comentarios
Patagonia	526.100	*Nothofagus antarctica* (ñire)	Pastizal natural y especies naturalizadas como *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens*.	Principalmente ganado bovino (Hereford) y producción mixta (bovino+ovino Corriedale)	Forraje de calidad y los bosques proveen protección de los vientos en época de parición
Región Chaqueña	6.300.000	Bosques mixtos secundarios de algarrobo y quebracho.	Pastizal natural: *Cenchrus ciliaris cv. Texas* (Buffel grass); *Panicum maximum* (Gatton panic).	Productores grandes y medianos: cria de bovinos (criollo y cruzas de índico). Pequeños productores: mixto, bovino y caprino	Servicios ambientales de los árboles para con el ganado Uso múltiple del bosque.

SSP en bosque de ñire en Patagonia



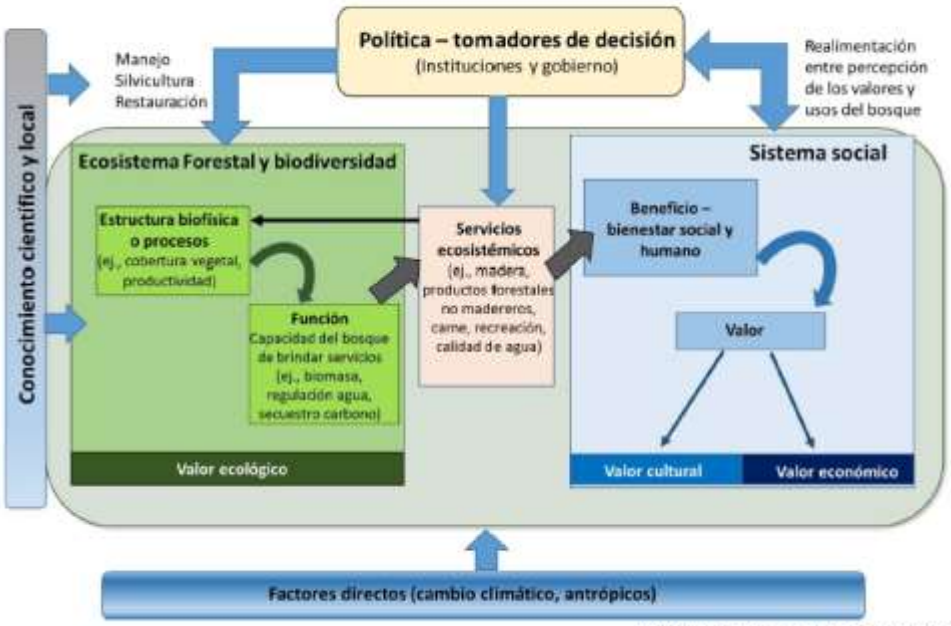


Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

MBGI
MANEJO DE BOSQUE CON GANADERIA INTEGRADA

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación
PRODUCCIÓN FORESTAL

Marco metodológico para la valoración integrada de los bosques



Modificado de Braat y de Groot (2012)

PRINCIPIOS MBGI

La capacidad productiva del ecosistema

La integridad de ecosistema y sus servicios

Bienestar del productor y comunidades asociadas

PRINCIPALES OBJETIVOS

Articular políticas públicas de desarrollo agropecuario con los objetivos de la Ley de Bosques (Ley N° 26.331). Acuerdo Nacional Agroindustria – Ambiente.

↓

Convergencia de los instrumentos de fomento para ganadería y bosques nativos

Establecer lineamientos técnicos para planes foresto-ganaderos en las áreas de bosques nativos del país, que respeten las criterios de sustentabilidad establecidos en la Ley de Bosques para el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN)

Fomentar el **fortalecimiento de las provincias** impulsando la generación de capacidades para la implementación de planes de MBGI - **Comités Técnicos Provinciales**

Sitios piloto, aplicación y **monitoreo** MBGI a escala predial

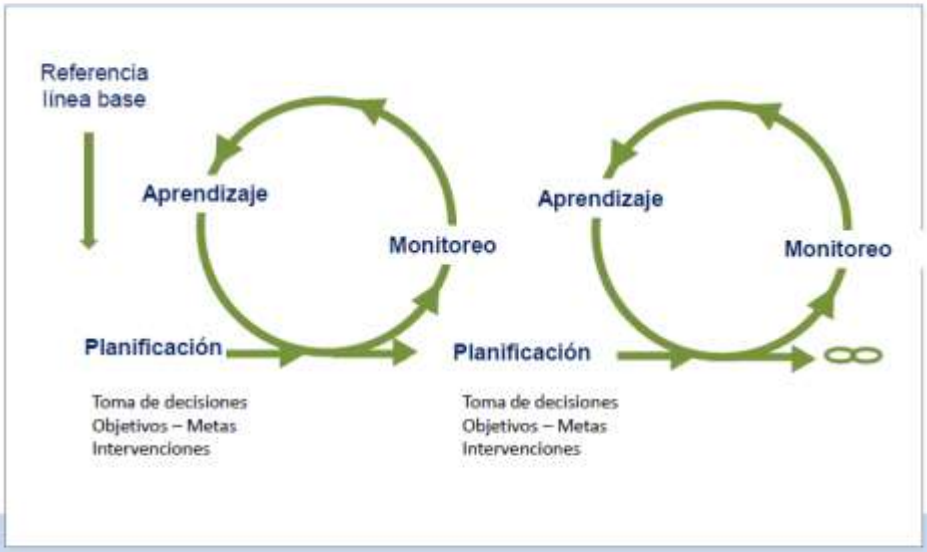
MBGI
MANEJO DE BOSQUE CON GANADERIA INTEGRADA

↓

Provincias Patagónicas

23 Indicadores para monitoreo a escala predial en bosques de ñire de Patagonia en el marco de MBGI: 10 ambientales, 6 socio-económicos, 7 productivos

Manejo adaptativo



Sustentabilidad como proceso, no como estado

Marco para planificación silvopastoril sustentable

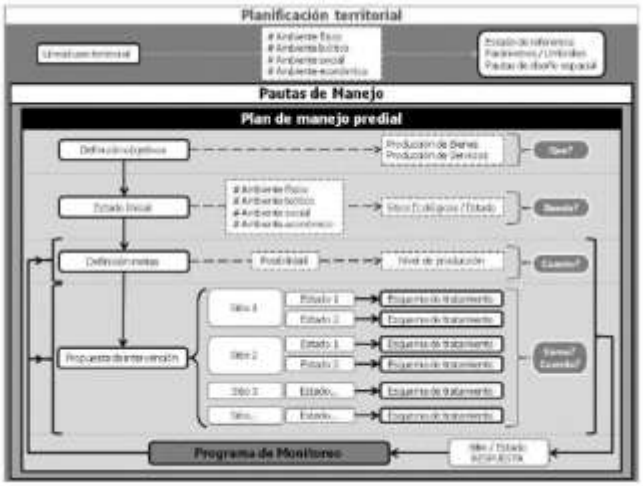
7 pautas (lineamientos básicos), orientadas a:

- Planificar la gestión de la sustentabilidad en 3 dimensiones y como proceso de mejora continua y manejo adaptativo.
- Una ganadería más eficiente en bosques nativos.
- Gestión de la conservación y los servicios ecosistémicos

LINEAMIENTOS

1 . Todo plan de MBGI se ajusta a los contenidos mínimos para Planes de **Manejo Sostenible de Bosques Nativos.**

Estado Inicial o línea base | **Propuesta de intervención** | **Monitoreo**



LINEAMIENTOS

2. Los PMBGI mantienen un **área exclusiva para la conservación de biodiversidad**, el mantenimiento de la conectividad, preservación del acervo genético de las especies que ocupan el predio y el resguardo de la fauna asociada.

Conectividad - Heterogeneidad – Hábitat
(> 10% del predio)

LINEAMIENTOS

3. Se destaca la **importancia de todos los estratos que forman parte de la estructura vertical de un bosque** como elementos vitales en el funcionamiento del ecosistema y del sistema productivo.

Manejo del estrato arbustivo hasta el 70% de la ha dentro del 80% de intervención del predio

Maquinaria (rolo)

implantación de especies forrajeras (no invasoras) hasta 10% predio

LINEAMIENTOS

4. La organización de actividades incluye un **plan de manejo forestal** que permita conducir la estructura del bosque y monitorear su estado periódicamente.

Regeneración

Estructura (AB remanente)

Posibilidad forestal

LINEAMIENTOS

5. El **manejo ganadero explicitado** en el plan de manejo integral, debe adecuarse a las posibilidades reales del sistema, en un horizonte temporal que tenga en cuenta la variabilidad interanual de las condiciones ambientales.

Sistema de pastoreo

Carga ganadera

LINEAMIENTOS

6. Se considera de gran importancia que los planes de MBGI cuenten con un sistema de **prevención y control de incendios forestales y de pastizales** asociados así como de sequías prolongadas, que contemplen una acción especifica de ataque temprano, como medio para prevenir o controlar el impacto de los mismos sobre el sistema.

Gestión de Contingencias

LINEAMIENTOS

7. Se recomienda que los planes de MBGI cuenten con un **diseño apropiado de aguadas** para lograr un uso productivo eficiente sin perjuicio del funcionamiento del bosque.

Provisión **Distribución** **Diseño**

Qué podemos hacer a futuro?

Estrategias generales

- Visualizar a MBGI como oportunidad para el desarrollo territorial.
- Consolidar los Comités Técnicos Provinciales como ámbito de trabajo.
- Participar activamente para mejorar el enfoque MBGI.
- Articular programas y políticas nacionales y provinciales relacionadas.
- Solicitar apoyo específico al Comité Técnico Nacional (Capacitación, Comercialización de productos con valor agregado, etc).
- Consolidar un ámbito de trabajo interprovincial para la Región Patagónica.

MUCHAS GRACIAS

Sistema de Monitoreo para Sitios Pilotos con Planes de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI)[1]

Carranza, C. A.[(2)]; López, D. R.[(2)]; Cavallero, L. [(2)]; Mussat, E. [(3)]; Peri, P.L.[(2)]; Daniele, G.[(4)]; Cabello, M. J.[(5)]; Manzur, A.[(2)]; M Ledesma [(2)]

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 socioecosistemas complejos, es imprescindible contar con un sistema de monitoreo que verifique que la planificación cumpla 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 a nivel predial bajo los tres principios de sustentabilidad que se pretenden cumplir a través de planes de MBGI:

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.

El trabajo consistió en tres etapas:

I: Consulta amplia a expertos, de la cual se definieron 251 indicadores (24 Socio económicos, 170 ambientales y 57 de producción y gestión).

II: Trabajo de taller para la redefinición y priorización de indicadores, en la cual se definieron 17 indicadores (7 ambientales, 4 socio-económicos, 6 productivos).

III: Metodología para la recolección de datos, valoración de los indicadores, validación del sistema de monitoreo con ejercicios en sistemas reales de producción y confección de fichas explicativas y

[1] Conferencia presentada en la Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Córdoba. Argentina

[2] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
[3] Consultora independiente
[4] Dirección de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación
[5] Secretaría de Ganadería, Ministerio de Agroindustria de la Nación

metodológicas de cada indicador. En las fichas se especifica la naturaleza del indicador, su relevancia, los verificadores para su valoración y las tendencias esperadas para distintas situaciones de aplicación de planes MBGI.

Para la interpretación de los datos, se sugiere contar con tres situaciones de referencia:

- Línea de base, con la valoración de los indicadores en el momento en que inicia el plan MBGI, ya que los principios sobre los que se sustenta el plan están referidos a conservar o mejorar la situación inicial en tres dimensiones de la sustentabilidad.
- Valores que se espera alcanzar a través del plan, las cuales deben explicitarse.
- Valores en un área de referencia de bosque en buen estado.

La metodología propuesta permite un análisis multicriterio, a fin de detectar expeditivamente el cumplimiento de los supuestos de sustentabilidad y análisis detallado de cada indicador a partir de tendencias y comparación con valores de referencia.

PALABRAS CLAVE: *sustentabilidad; indicadores; planes de manejo*

ABSTRACT

The guidelines of Forest Management with Integrated Livestock (FMLI) are models for sustainable management of native forests at the farm level. This aims to combine timber and meat production with forest conservation through low impact interventions. Given that the guidelines are based on adaptive and sustainable management of complex socio-ecosystems, it is essential to have a monitoring system to test if management plans meet the production and conservation objectives considering the main three dimensions of sustainability. This work presents the methods used to select a set of indicators under the three principles of sustainability:

(a) The productive capacity and productivity of the ecosystem is maintained or improved.
(b) The integrity of the ecosystem and its associated services are maintained or improved.
(c) The well-being of the associated communities is maintained or improved.

The selection of indicators had three stages:

I- Proposal of indicators through expert consultation: as a result of this stage, 251 indicators were defined (24 from the socio-economic dimension, 170 environmental and 57 productives). II- Expert workshop for the selection and prioritization of indicators: in this stage, 17 indicators (7 environmental, 4 socio-economic, 6 productive) were selected.

III- Guidelines for data collection, assessment of indicators, validation of the monitoring system in real productive systems, and methodology of each indicator.

To be able to monitor each FMLI plan, the entire indicator set must be recorded in three situations:

• Initial situation, the 17 indicators are recorded prior the beginning of FMLI plan. A pre-FMLI situation is required to assess if farm condition is maintained or improved by considering the three- sustainability dimensions.
• Target situation: provides information about the indicators values by implemeting the FMLI plan.
• Reference situation: indicator values recorded in a well conserved forest.

The proposed methodology allows to carry out multi-criteria analysis in order to detect critical aspects in which sustainability indicators are above or below the desired condition.

KEY WORDS: *sustainability; indicators; management plan*

INTRODUCCIÓN:

El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI), es un modelo de gestión sustentable a escala predial del bosque nativo, que tiene como objetivo conjugar la producción y la conservación de los recursos naturales, con el mínimo impacto sobre los servicios ecosistémicos. 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). A través de estas intervenciones, se busca mantener al bosque en estadios que favorezcan la producción de los componentes de mayor interés para los productores (servicios de provisión del bosque), sin perder su capacidad de brindar otros servicios ecosistémicos (de sostén, de regulación, culturales) y dentro de límites que no vulneren la resiliencia del sistema (Carranza y Ledesma, 2005). Entre los servicios de provisión incorpora a la ganadería como un componente integrado culturalmente al bosque, ya que está presente en prácticamente todos los bosques nativos del país, además de la producción forestal maderera y no maderera, que adquiere diferentes niveles de importancia relativa de acuerdo a los estratos de productores (empresarios, campesinado, etc) y al tipo de bosque. Los planes MBGI prevén 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, ganadero), mientras que 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. Si bien los planes son prediales, deben guardar relación con su entorno, 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).

Considerando que la propuesta se basa en el manejo adaptativo y sustentable de socioecosistemas 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: ambiental, social-económica y productiva (Carranza et al 2015). El monitoreo de sustentabilidad de sistemas productivos, demanda en primer término definir con mayor objetividad y operativizar el concepto de sustentabilidad. Prácticamente es unánime la aceptación de que los sistemas deben ser sustentables, pero ¿todos tenemos el mismo concepto sobre que es o no sustentable? Más bien pareciera que la aceptación está relacionada a que distintos sectores aceptan su propia versión del significado de la sustentabilidad, lo cual es posible debido a la ambigüedad de su definición más conocida (WCED, 1987), según la cual: “el desarrollo sustentable es aquél que permite satisfacer las

necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras" (Sarandón 2002). Así, el término se utiliza para etiquetar y legitimar la sustentabilidad de actividades tan disímiles como la minería (Barrick Argentina, 2014), la agricultura de alto insumo extra pampeana (AAPRESID 2014), la ganadería intensiva de corral (Clarín Rural Nov 2016), mientras que gran parte de la sociedad, toma estas actividades como íconos de la insustentabilidad (Svampa y Viale 2014; Sarandón y Flores 2014; FAO 2010).

Una manera de brindar objetividad al concepto de sustentabilidad y, a su vez, hacerlo operativo, es enmarcándolo en un sistema de Principios, Criterios e Indicadores (P,C&I), que posibilite monitorear y tomar decisiones sobre los sistemas productivos. Los P,C&I, son sistemas jerárquicos que permiten abordar la complejidad del concepto 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). De alguna manera, aun aceptando que difícilmente pueda existir un consenso absoluto en las condiciones que deberían darse para considerar que una actividad es sustentable, la enunciación de P,C&I, explicita la posición que adopta quien lo enuncia o quien afirma que un sistema es más sustentable que otro.

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**,** a través del uso de indicadores.

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.

METODOLOGÍA

Etapa I

Se definió un conjunto de criterios e indicadores (C&I) de sustentabilidad para los bosques bajo MGBI siguiendo la metodología propuesta en Prabhu et al. (1999). Los autores sugieren en primera instancia la realización de un trabajo individual de un grupo diversificado de expertos especialmente seleccionados (INTA, Universidades, CONICET, direcciones de bosques provinciales, SAyDS) en la que cada uno analiza un volumen de información y toma una decisión individualmente. 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 de expertos. A la lista

ampliada, de 51 profesionales (algunos fueron propuestos por más de uno de los expertos consultados en primera instancia), se le solicitó que propusiera indicadores de sustentabilidad relacionados a su área de especialidad, él o los verificadores para su estimación, umbrales (si se conocieran), frecuencia y metodología de medición o estimación 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 definieron cuáles serían 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 reunidos en la Mesa Nacional de Indicadores MBGI, 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, realizando mediciones a campo y entrevistas a productores, a fin de ajustar metodología. Se están confeccionando fichas individuales de los indicadores, donde se especifica la metodología para el levantamiento de datos y la interpretación de los resultados. A través de las fichas se propone interpretación de las tendencias de cada indicador en forma individual, marcando umbrales de aceptación y a su vez se propone la transformación de los resultados a una escala discreta de valores 1 a 4, para permitir el análisis multicriterio, en cada dimensión: ambiental, socioeconómica, productiva; ó de la totalidad de los indicadores. El análisis multicriterio permitirá de esta manera una visualización rápida de los puntos fuertes y débiles de los PM, pero será imprescindible sistematizar y conservar información ampliada de los verificadores de cada indicador, a fin de poder recuperar la información en etapas más avanzadas del monitoreo en el caso de tener que hacer correcciones si se detecta insustentabilidad en algún indicador. La tendencia en los valores que se obtenga para 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, teniendo en cuenta 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 en 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. De esta manera, el sistema de monitoreo contiene 18 indicadores de sustentabilidad.

Para la estimación de los indicadores se recurrirá a diferentes fuentes de datos: Encuestas; Registros; Muestreo de variables a campo; Imágenes satelitales. Las dos primeras corresponden a indicadores socio-económicos y productivos, el muestreo a campo servirá para medir o estimar variables relacionadas al ambiente y la producción y las imágenes para verificar indicadores de cobertura de bosque y conectividad a nivel de predio y con su contexto.

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

Se sugiere encuestas abiertas y semi-estructuradas en el que los datos se verificarán y enriquecerán con el acompañamiento del proyecto. No se trata de un interrogatorio, sino de la interpretación participativa de hechos y sensaciones de los productores, trabajadores y familias ligadas al proyecto, que nos permita valorar indicadores del proceso de implementación MBGI.

El encuestador registrará y analizará las opiniones del productora y trabajadores del predio, para lo cual debe disponer de algunas preguntas disparadoras que ayuden a valorar los indicadores.

Los indicadores productivos y económicos, se estimarán en la medida de lo posible con registros objetivos. En caso de no contar con registros, la información también se construirá a través de encuesta.

La sistematización es parte del proceso participativo, ya que se trata de "el registro y organización de los datos e informaciones obtenidos de las experiencias participativas con actores sociales con el objetivo de su inclusión en los proyectos", en este caso los Planes de Manejo. 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 y registros fotográficos.

Es importante que en el Plan MBGI se prevea el registro de datos objetivos en algunas variables. En lo económico, serán importantes los 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 I: Indicadores que se calculan a partir de registros del productor y encuesta

Dimensión del indicador	***Indicador***	***Fuente de los datos***	***Verificadores***
Socioeconómico	**Grado de Satisfacción**	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.
Productivo	**Producción Forestal**	Registros (guías); encuesta (autoconsumo y autoinsumo)	Volumen de productos forestales madereros extraídos
	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	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. Para monitorear el impacto de distintas prácticas de manejo dentro de un predio, se delimitarán unidades homogéneas de vegetación. Las unidades homogéneas de vegetación son unidades con distintas fisonomía (bosques, matorral o pastizal) que poseen una heterogeneidad espacial y composición específica característica. En cada unidad homogénea de vegetación se establece una transecta de 200 m de longitud para medir todas las variables necesarias para calcular los verificadores de 6 indicadores ambientales y 2 productivos. 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 and Hindley 2004; Herrikdk et al. 2005). Por ejemplo, en ecosistemas con baja pendiente (<1%), la dirección de la transecta se dispondrá en sentido del flujo dominante del viento. Por el contrario, en ambientes en donde la erosión hídrica es más importante, la dirección será paralela a la pendiente predominante (Fig. 1c). En situaciones en donde se registra erosión hídrica y eólica, el técnico de campo deberá establecer cuál de los dos procesos es más importante. 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. Por ejemplo, en un sistema -hipotético artificial- en donde los parches de vegetación se encuentran regularmente distribuidos en el espacio, y posee fajas de vegetación, si el flujo del agente erosivo tiene la misma dirección que las fajas de vegetación (Fig. 1a), su resistencia a la erosión será menor que si el flujo es en diagonal o transversal a las mismas (Fig. 1b). Por otra parte, si en el ecosistema en donde se va a instalar una transecta de monitoreo existen vías de escurrimiento marcadas (e.g. surcos o cárcavas generadas por erosión hídrica), la transecta no debe instalarse sobre dichas vías, sino al costado de la vía de erosión, sobre la vegetación. Esto se debe a que el objetivo es evaluar y monitorear la integridad funcional de la comunidad vegetal, es decir, si el ecosistema se está degradando o se está recuperando, y la zona más sensible es la vegetación que bordea la vía de escurrimiento.

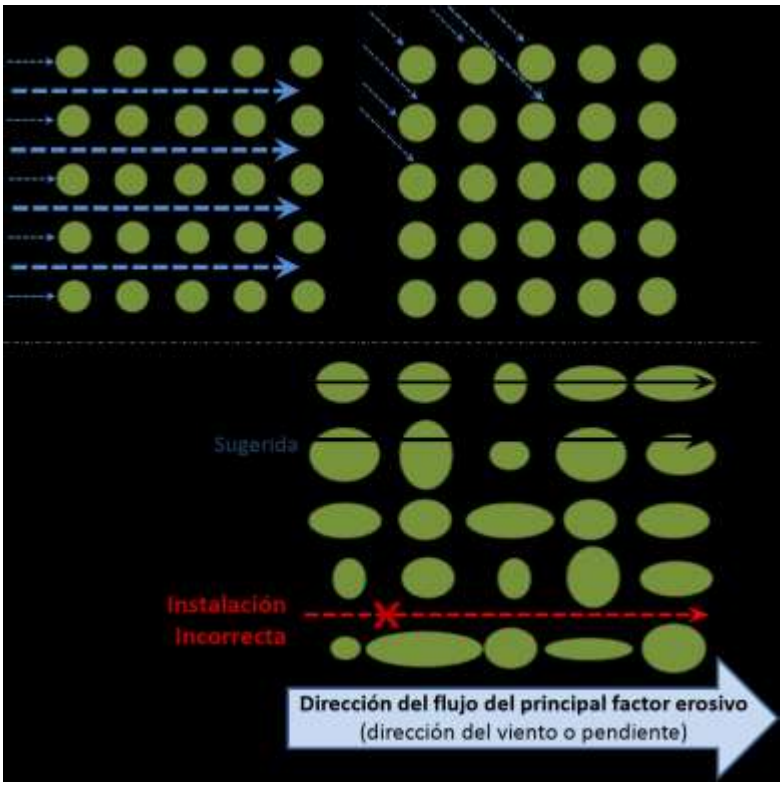


***Figura 1*.** Esquematización para una misma configuración de mosaicos de vegetación (*a* y *b*) en dónde la dirección del flujo de un agente de erosión de suelo (eólica o hídrica) (las flechas punteadas celestes indican la dirección del flujo) puede afectar de diferente forma: *(a)* ofrece menor resistencia a la erosión que *(b)*. En *(c)* se indica que la instalación de la transecta sebe ser en el sentido del flujo principal del agente de erosión. Si en el sistema a monitorear se encuentran vías de escurrimiento marcadas (e.g. surcos o cárcavas de erosión hídrica), la transecta no debe instalarse sobre dicha vía; debe instalarse preferentemente al costado de la vía de erosión, sobre la vegetación (i.e. borde de vegetación paralela a la vía de erosión). Si es difícil de definir el borde de vegetación paralelo a la vía de erosión, se debe instalar la transecta sobre la faja de vegetación en dirección del flujo del agente erosivo.

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):

1. **Cada 1 m:**

   1.a- 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 $\leq$ 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"*.

   1.b- 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. bajo o medio) deben ser contempladas (e.g. el caraguatá en bosques del Chaco Húmedo). 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, ; Cavallero).

2.b- Se registrarán todas las especies que intercepten ese punto (no solo las dominantes), información que se utilizará para valorar el indicador *"diversidad vegetal".*

2.c- En parcelas de 2m x 2m, considerando a la línea de la transecta como eje central del cuadro, se realizará conteo de: *(i)* individuos de especies arbóreas $\leq$ 1,5 m y *(ii)* renovales >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".

2.d- En la misma parcela 2m x 2m, se registrará la existencia de plantas en pedestal y el número, ancho y profundidad de surco y/o cárcavas. Además, se registrará la cobertura vegetal de herbáceas/gramíneas en los surcos y cárcavas, para estimar el nivel de actividad del proceso de erosión. Esta información se utilizará para valorar el indicador "signos de erosión".

3. **A lo largo de la transecta, en una faja de 200m por 10 m de ancho (5m a cada lado de la transecta):**

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

   3.b- En la misma faja se registrarán el número de huecos o cavidades en árboles, de cuevas en el suelo y el número y largo de troncos caídos en el suelo (con DAB > 10 cm). A priori se considera que ésta información, muy general, 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, para apuntar a relevar aspectos estructurales que manifiesten la capacidad del sistema de albergar esas especies.

4. **En el inicio y en dirección transversal a la transecta principal**:
   Se obtendrán 10 muestras de suelo del perfil 0-10 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"*.

Información complementaria: Debido a que el muestreo de punto-intercepción puede subestimar especies "raras" o muy escasas, se llevará un registro de aquellas que se han visualizado en la comunidad pero que no se contabilizaron en el muestreo. Con esta información se podrá calcular riqueza específica, que si bien es un dato que no fue seleccionado como indicador, puede llegar a ser útil a la hora de interpretar la evolución del sitio.

Cuadro II: Indicadores que se calculan a partir de los datos de las transectas y las fajas:

Dimensión del indicador	***Muestras obtenidas / variables relevadas***	***Indicador***	***Verificadores***
Ambiental	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 (010cm) - Biomasa de mantillo grueso y fino
	Especies dominantes por estrato / suelo desnudo (cada 1 m) y alturas de especies dominantes por estrato (cada 5m)	Estructura de la vegetación	- Índice de heterogeneidad espacial Horizontal - Índice de heterogeneidad espacial vertical
	Frecuencia de cavidades en árboles, frecuencia de cavidades en el suelo, otras señales de presencia de fauna (faja 200m x 10m)	Diversidad	- Densidad de micrositios relacionados a hábitat de fauna
	Frecuencia por especie (cada 5m)	Diversidad de la vegetación	- Diversidad alpha, beta y gamma de las comunidades a nivel intrapredial - Diversidad beta de la comunidad del predio con respecto a comunidad de referencia
	Signos de erosión (cada 5m)	Erosión de suelo	- 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
Productiva / Ambiental	Regeneración (cada 5 m)	Regeneración	- Densidad de regeneración de clase I - Densidad de regeneración de clase II
	Estructura de tamaño de árboles > 5cm DAB (faja 200m x 10m)	Capacidad productiva forestal	- DAB /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

Cuadro III: 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. 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 sí se debe a fallas de

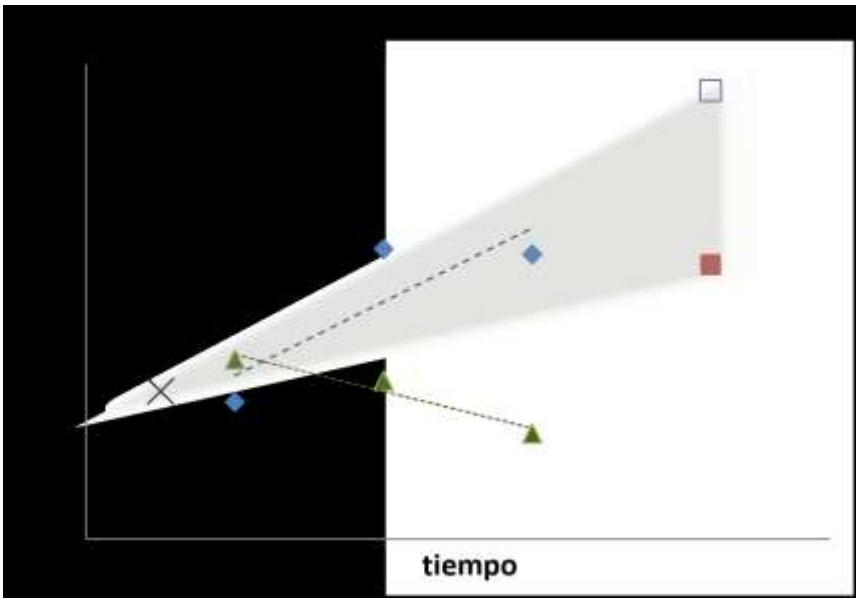


Figura 2: Ejemplo de análisis de un indicador de sustentabilidad de Plan MBGI. El área sombreada delimita la zona de aceptación: X Valor de inicio del indicador (línea de base); cuadrado vacío: valor de referencia del indicador en un bosque en buen estado; cuadrado lleno: valor esperado del indicador 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.

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. 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, donde se analizan en conjunto los indicadores de producción, 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. La disminución de PFNM, 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 otros análisis que contemplen umbrales de aceptación y tengan en cuenta tendencias.

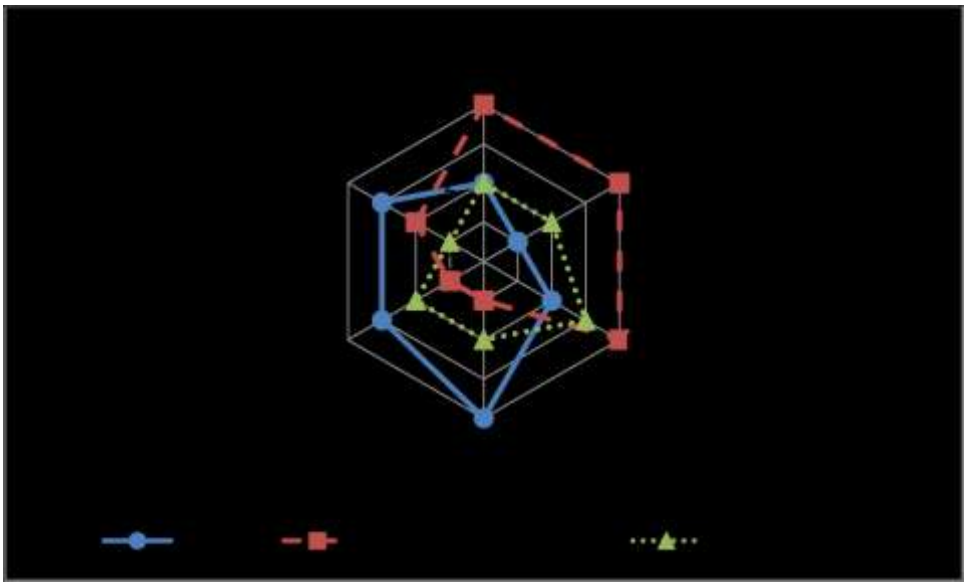


Figura 3: Ejemplo de análisis multicriterio de indicadores relacionados a producción en un Plan MBGI.

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.

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.

REFERENCIAS:

-**AAPRESID. 2014**. Productores ya consiguen quién les compre créditos de soja sustentable. En www.aapresid.org.ar/blog/productores-ya-consiguen-quien-les-compre-creditos-de-soja-sustentable/ Consultado el 26/10/2017.

-**Barrick Argentina**. 2014. Reporte de sustentabilidad. 8 Pp. Disponible en: barricklatam.com/reportes-derse/barrick/2012-08-03/114558.html . Consultado el 26/10/2017.

- **Carranza, C. A. Ledesma, M**. 2005. Sistemas Silvopastoriles en el Chaco Arido. IDIA XXI pp 240– 246.
- **Carranza, C., Daniele, G., Cabello, M.J., Peri, P.L**. 2015. Indicadores para el monitoreo a escala predial en el marco del Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI), 18 pp. Ministeriode Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP)-Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) de la Nación-INTA.

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

- **Clarín rural**. 4/11/2016. La ganadería de corral: ahora crece sustentable y competitiva. En: www.clarin.com/rural/ganaderia-corral-ahora-sustentable-competitiva_0_B1ZuX_9ee.html. Consultado el 26/10/2017.

-**Elzinga C. L., Salzer D. W., Willoughby J. W. & Gibbs J**. (2001) *Monitoring plant and animal populations*. Blackwell Pub, Massachusetts, USA.

- **FAO**. 2010. Ganadería y deforestación. Políticas Pecuarias 03. 8Pp. Disponible en: www.fao.org/3/aa0262s.pdf. Consultado el 26/10/2017

-**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, Supplemen-tary Methods, and Interpretation, vol. II. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.

- **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. Lan Luis, Argentina, 7 al 11/6/1999. Vol 2 pp 15-24

- **Sarandón S**. J. 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la revolución verde. En: Agroecología; el camino hacia una agricultura sustentable. S. J. Sarandón Editor. Ed científicas Americanas, La Plata. Cap 20, pp 393-414.

- **Sarandón S. J. y C. C. Flores**. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Ed Universidad de la Plata. Cap 1; Pp 13-41.

-**Svampa M y E Viale**. 2014. Maldesarrollo. La Argentina del extractivismo y el despojo. Katz Editores. Pp 129-150.

-**Tongway, D.J., Hindley, N.L**., 2004. Landscape function analysis: procedures for mon-itoring and assessing landscapes. Sust. Ecosyst., Brisbane

Producción Ganadera en Bosque Serrano Nativo del Norte de Córdoba. Ing. Agr. (Esp.) Horacio Valdez. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC)- Investigador adscripto a CELFI-SD

Resumen

Desde el año 1994 la presión de la agricultura comenzó a desplazar la ganadería bovina, principalmente de cría, hacia la frontera oeste de la región semiárida templada del norte cordobés, generando un aumento de la carga animal en áreas dominadas por pastizales naturales. Al mismo tiempo, la disminución de las precipitaciones ocurridas a partir del año 2008 repercutió negativamente en la producción de forraje. Esta menor oferta forrajera se sumó al aumento de carga, poniendo en riesgo la persistencia de los pastizales espontáneos en la región y la continuidad de las empresas ganaderas, principalmente las dedicadas a la actividad de cría, que tienen como característica poco margen para ajustar cargas. Con el objetivo de atenuar los efectos que producen las variaciones de las precipitaciones sobre la productividad y persistencia del pastizal natural y los resultados físicos en un sistema de cría del Chaco Serrano Cordobés, en el presente trabajo se describe el seguimiento de una unidad de producción ganadera de cría (no experimental) donde se fueron aplicando, con el transcurrir de los años, distintas propuestas tecnológicas. Las propuestas, denominadas tratamientos, fueron las siguientes: a) dos tipos de pastoreos rotativos con distintos niveles de intensificación, S1 rotativo de 4 lotes y S2 rotativo de 25 lotes, b) tres combinaciones de recursos forrajeros T1 campo natural 100%, T2 70% campo natural + 30% pasturas implantadas, T3 70% campo natural + 24% pasturas implantadas + 6% silaje de planta entera de sorgo o maíz. Todos los tratamientos fueron evaluados en dos series de años, los denominados años húmedos (con alrededor de 800 mm) y los denominados años secos (precipitaciones próximas a los 600 mm). Se observó que los tratamientos que resultaron más afectados, en la serie de años secos, fueron aquellos que aplicaron menos tecnología (S1T1 y S1T2), mientras que el tratamiento S2T2 presentó valores intermedios y S2T3 los mejores resultados. La combinación S2T3 fue la que presentó menor variabilidad porcentual de sus resultados físicos entre años secos y húmedos. Se concluye que es posible mantener una buena condición del pastizal sosteniendo los niveles de producción de carne en sistemas de cría en años de menores precipitaciones, con la aplicación de un paquete tecnológico que combine sistema de pastoreo controlado con uso de pasturas cultivadas y confección de reservas forrajeras. Sin embargo, aunque se sostenga la producción física, en años secos se afecta negativamente el resultado económico.

Introducción

Ambiente de producción y escenario climático

En los agroecosistemas de secano, la. dependencia de los resultados productivos respecto de los factores climáticos es muy alta y, en el caso de ambientes semiáridos, adquiere especial relevancia la relación con las precipitaciones (Veneciano y Federigi, 2005). Algunos autores, sin embargo, afirman que los cambios en temperatura podrían tener mayor relevancia que los producidos en las precipitaciones, fundamentalmente en las regiones secas (Salinger et al., 2000)

En el largo plazo, los cambios de fase en años consecutivos, sumados a factores antrópicos que los potencian (sobrepastoreo, sobrecultivo, labranza agresiva), pueden desestabilizar el agro-ecosistema regional (Viglizzo y Frank, 2006).

Estas condiciones ecológicas limitan la productividad de los pastizales, que bajo un manejo adecuado del pastoreo pueden alcanzar 2600-3500 kg MS ha^{-1} $año^{-1}$ (Rossi 2010). Agravando esta situación, estos recursos han sido sometidos a pastoreo continuo o sobrepastoreo, provocando la pérdida de carbono orgánico de sus suelos, la degradación de la vegetación (Abril y Bucher 2001) y la reducción de su productividad a 600-1000 kg MS ha^{-1} $año^{-1}$, así como también de su calidad (Rossi 2010).).

Las regiones semiáridas son ambientes de transición entre las húmedas y áridas Los promedios de precipitaciones son intermedios entre las regiones áridas y húmedas. Sin embargo, dichos promedios suelen ser una pobre expresión de la realidad, compuesta, de manera no previsible, por años húmedos y años secos (Veneciano y Federigi, 2005).

Son características de las regiones semiáridas, además, las variaciones inter e intraestacionales. Las primeras indican la presencia marcada de estaciones lluviosas, seguidas por estaciones secas. Para la región semiárida central de nuestro país, las precipitaciones de primavera–verano representan el 75 – 90% del total. Las variaciones intra-estacionales muestran, por otro lado, la baja estabilidad de este régimen, con sequías de primavera y/o verano que se presentan con frecuencia y baja previsibilidad. Considerando más de 100 años de observaciones en Villa Mercedes, San Luis, Veneciano (2005) y Veneciano y Federigi (2005) determinaron coeficientes de variación del 41,8% para primavera y del 34,3% para verano. En el bosque serrano del norte de Córdoba, Valdez (2013) informó variaciones de precipitaciones entre años del orden del 50 %.

La gran variabilidad inter-anual, inter e intra-estacional, típicas de las regiones semiáridas es propia del escenario actual, y se puede acentuar en el mediano plazo (Veneciano y Lartigue, 1999). Para esta situación, por lo tanto, las herramientas de adaptación de los agroecosistemas deben centrarse en la obtención de una producción estable. Esto implica la necesidad de formular sistemas flexibles, con capacidad de ajuste, que absorban y amortigüen la variabilidad climática (Stritzler 2007).

Efecto del aumento de carga animal sobre los ecosistemas de pastizales naturales

La alta rentabilidad de los cultivos de cosecha, acompañada por un aumento en el nivel de precipitaciones en los últimos años, hicieron que se incrementara la presión sobre la frontera Este de la región semiárida, incorporando una enorme superficie a rotaciones agrícolas. El inevitable desplazamiento de ganado generó un aumento significativo de las cargas hacia el oeste, en áreas ganaderas dominadas por pastizales naturales (Viglizzo et al., 2001, 2003). En el caso de la provincia de Córdoba, gran parte de ese desplazamiento ganadero se concentró en pastizales del noroeste y oeste, en bosques serranos. (Valdez, 2013).

La fisonomía actual es la de un bosque relativamente impenetrable por el excesivo desarrollo del estrato arbustivo debido, entre otras causas, al sobrepastoreo, la tala indiscriminada y los incendios. Esto fue observado por Fernández (2001) en la provincia de La Pampa, hecho que se replica con idénticas características en el norte cordobés (Valdez, 2017).

La situación es hoy radicalmente distinta de la original. Debido a la acción antrópica, se ha provocado una gran degradación de las comunidades vegetales (Iglesias, 1993), virtual destrucción del ecosistema de los pastizales naturales de buen valor forrajero y graves procesos erosivos. Este mismo panorama se repite en la totalidad del arco noroeste de la provincia de Córdoba

Los pastizales naturales son, en esta región, la base forrajera que sustenta la producción de terneros (Frank et al., 1998).

Por otro lado, no es razonable pretender extraer de un ecosistema un producto (terneros) que no le es propio, sin modificarlo (Llorens, 1993; 1996).

Los ecosistemas que han sufrido modificaciones suficientemente intensas, como los pastizales de la región semiárida del centro del país, no regresan a su situación original (Westoby et al., 1989) ni aún suprimiendo toda intervención (Llorens, 1995; Briske et al., 2005). El exceso de precipitaciones en un año excepcionalmente favorable conduce, curiosamente, a aumentar el empajamiento de los campos naturales. Llorens y Frank (1999) encontraron que las lluvias estimulaban la cobertura de pajas y malezas exóticas, tanto anuales como estivales. El exceso de lluvias lleva, por lo tanto, a una acumulación de biomasa no forrajera ("pajas"), pero también a un aumento de carga animal, por retención de terneros. El aumento de carga conduce a un sobrepastoreo de las especies forrajeras, y la acumulación de biomasa no forrajera a incendios devastadores (Llorens y Frank, 1999). Por otro lado, los años de bajas precipitaciones conducen al sobrepastoreo, desaparición de las especies forrajeras y aún de las "pajas", dado que los animales se ven obligados a consumirlas, vulnerando su estrategia de supervivencia, basada en una concentración alta de fibra lignificada. Esto lleva a la presencia creciente de especies con defensas de otro tipo (leñosas, con compuestos indigestos, tóxicos o de nula palatabilidad).

La condición utilitaria de un pastizal puede ser excelente, buena, regular o pobre (Anderson, 1980).

Según Díaz (2007) conocer cuál es la condición de un sitio y la tendencia del pastizal posibilita saber si se está utilizando bien o mal los recursos forrajeros, corregir el manejo y mejorar la condición del pastizal. Dicho autor determinó que la producción de materia seca de un pastizal depende de la condición utilitaria y de las precipitaciones ocurridas durante la estación de crecimiento. Como la producción anual depende de las precipitaciones y de la distribución de las mismas, es conveniente -para tener un promedio- tomar varios años de mediciones. La mayor jerarquía de condición (buena condición) mantiene una mejor estabilidad de producción entre años con distintas precipitaciones; en años secos (300 mm anuales de precipitaciones) la producción del pastizal natural disminuye un 20 % con respecto a años normales (450 mm anuales de precipitación). En el otro extremo, la menor jerarquía de condición (pobre condición) tiene una menor estabilidad de producción; en años secos (300 mm anuales) la producción del pastizal cae un 50% con respecto a años con precipitaciones medias. (Díaz, 2007).

Recursos Forrajeros

Pasturas cultivadas

La complementación con pasturas cultivadas es uno de los factores que posibilita otorgar un adecuado manejo a los pastizales naturales permitiendo una rápida recuperación de áreas muy degradadas, una buena producción de forraje dando descanso a los potreros de pastizales en épocas claves para su recuperación y una mejora del manejo nutricional del rodeo. La mayor producción de forraje de las pasturas cultivadas es de magnitud estratégica con respecto a pastizales en condición de regular a buena. Esto permite disminuir la carga de los potreros de pastizales sin modificar la carga total, ni la producción de carne del sistema, pudiendo incrementarse esta última, al mejorar los aspectos nutricionales y de manejo. Con sólo el 10% de pasturas cultivadas (pasto llorón) se aumenta el 40% de la producción sobre pastizales espontáneos en un ambiente templado semiárido. Se debe considerar en detalle cuáles son los potreros o sectores más degradados y aptos para la implantación de las pasturas (de León., 2003).

Las especies forrajeras megatérmicas que presentan una marcada adaptación al ambiente templado semiárido son *Eragrostis curvula, Digitaria eriantha y Panicum coloratum* (de León., 2005). Rabotnikof et al., (1986); Frasinelli et al., (1992);Valdez , (2012) Stritzler y Petruzzi., (2000), evaluando *Eragrostis curvula, Panicum coloratum* cv. Klein verde y *Digitaria eriantha* encontraron que la producción de materia seca de estas especies, dependiendo del año (nivel de precipitaciones) y lugar, variaba entre 3.000 y
11.000 kg MS.ha^{-1}.

Carga animal

El primer paso para lograr una alta producción en un sistema ganadero con base pastoril, es procurar producir la máxima cantidad de pasto posible, por lo que el ganadero debe ser en primer lugar un buen productor de pasto (de León, 2004). Pero esto no es suficiente, ya que la respuesta productiva de un determinado sistema ganadero va a depender no sólo de cuál sea su base forrajera sino de cómo sea utilizado el forraje producido y transformado en producto animal (de León, 2004).

Las complejas interacciones suelo-planta-animal hacen que la ganadería requiera de mayores insumos intelectuales para programar y manejar el sistema, requiriendo de toma de decisiones permanentes para adecuar la oferta forrajera a la necesidad de rodeo. En este contexto, fijar la carga animal de un sistema pastoril es una de las decisiones más importantes que debe tomar el empresario (Danckwearts, 1989). Generalmente con una expectativa alta del negocio, se fija una carga animal deseada esperando obtener mayores resultados. Esto conlleva a incrementar enormemente el riesgo que se asume ante la ocurrencia de una situación adversa. Fijar carga animal en ambientes semiáridos no es tan sencillo y generalmente se cometen errores al querer extrapolar metodologías de zonas templadas – húmedas a regiones semiáridas (Lizzi, 2010).

La capacidad de carga animal (CC) o receptividad animal es la cantidad máxima de animales que puede sostener un recurso en un área y tiempo determinado, que además sea consistente con el mantenimiento e inclusive con el mejoramiento del recurso (SRM, 1989). Las unidades utilizadas en este caso son las mismas que para la variable carga animal (CA), pero mientras que la carga es una decisión empresaria, la capacidad de carga es una característica del recurso (Lizzi, 2012).

La alternativa para asignar cargas en sistemas inestables es mediante algún tipo de análisis que permita relacionar la carga a la capacidad de carga del recurso, teniendo el dato de alguna fuente de variabilidad vinculada al riesgo. Una herramienta para tal fin puede ser presupuestos forrajeros con análisis de riesgos (Guevara y col., 1997). Para poder conocer la CC se debe conocer cómo es o como puede ser la oferta forrajera de los recursos disponibles. Para ello hay varias metodologías con sus ventajas y desventajas que las hacen más apropiadas para diversos fines (Salas y Austin, 2000).

Le Houérou y Hoste (1977) y Sala y col. (1988) (citados por Lizzi, 2012), encontraron modelos lineales sólidos al relacionar datos de lluvias con datos de corte de biomasa. Estos modelos permiten estimar la productividad forrajera (PF) de forma consistente, teniendo datos de precipitaciones del sitio, habiendo realizado la calibración correspondiente. Los datos que generan estos modelos pueden resultar de gran utilidad para estos ambientes semiáridos, más aún considerando que según lo propuesto por Paruelo et al. (1999), los sitios entre 400 y 800 mm de precipitación media acumulada son los que presentan mayor variabilidad interanual en su producción de forraje.

Lizzi y Cornacchione (2010) encontraron que para fluctuaciones en las precipitaciones de 200 mm en un año a 800 mm el siguiente, la producción de forraje variaba entre 1.000 y 10.000 kg MS. Ha^{-1} en una pastura de Gatton Panic. Para el ambiente templado semiárido serrano Valdez et al (2014) determinó que la eficiencia del uso del agua(EUA) en Kg de MS por mm de precipitación era de 4 kg MS . mm^{-1} para campo natural bueno, 8 kg MS . mm^{-1}para *Chloris gayana*, 9 kg MS . mm^{-1} para *Eragrostis curvula* y 9 -12 kg MS . mm^{-1} para *Panicum coloratum*. Esto sugiere que ante tanta variabilidad en la oferta forrajera, no es posible establecer una carga fija. Para garantizar la sostenibilidad del sistema ganadero es imprescindible plantear alternativas que permitan incrementar o al menos mantener la producción de forraje. Es característico que la producción de forraje anual esté ligada a la cantidad de precipitaciones ocurridas en el verano y parte del otoño. Esta variabilidad entre años y dentro del año constituye un problema que limita las posibilidades de planificar el manejo de la pastura y la carga animal

EL uso de reservas

La introducción en un sistema de cría de sorgo y maíz con destino a silaje permite contar con cantidad y calidad de forraje que ayude a estabilizar la alimentación a lo largo del año, pudiendo anticiparse a contratiempos climáticos (Bendersky, 2011).

De León (2012) plantea que los forrajes conservados permiten transferir forraje hacia épocas críticas sin sacrificar respuestas individuales y manteniendo niveles de carga compatible con un alto grado de utilización de las pasturas durante su época de producción. En el caso de pasturas megatérmicas que concentran su producción con crecimientos muy rápidos en el verano y si no se utilizan con la carga adecuada en esa época, el forraje pierde muy rápidamente su calidad. Si además se plantea dejar estas pasturas diferidas en pie para el invierno, la baja calidad limitará la respuesta animal hasta pérdida de peso o condición corporal. Dicho autor sostiene la posibilidad de la utilización de silos de sorgo en un sistema de cría durante los meses de junio, julio y agosto, a razón de 20 vacas/ha, estimando un consumo de 630 kg MS/vaca.

Melo (2013) sostiene que la tendencia a la intensificación de los sistemas de cría, en el futuro es bien clara: Propone como una de las herramientas para eliminar la alta dependencia climática plantear sistemas de alimentación con 75% de pasturas y 25% de de forrajes conservados para los meses de parición.

Manejo del pastoreo

El pastoreo continuo

El pastoreo continuo, aún variando la carga según la productividad estacional del forraje, no es una metodología apropiada para el aprovechamiento eficiente y sustentable de estos pastizales tan diversos. En consecuencia, la selectividad animal ocurre a distintos niveles y en forma muy marcada, lo que conduce a la disminución de las proporción de especies más preferidas y, consecuentemente, al aumento de la especies poco palatables, de bajo valor forrajero, normalmente rechazadas por el ganado, sumado a estos efectos también se observa cambios negativos en la dinámica del agua en el suelo (gran perdida por escurrimiento y disminución de infiltración) como resultado de presencia de suelo compactado, sin cobertura vegetal a causa de la muerte de especies forrajeras por efecto del sobre pastoreo .

Esta metodología de pastoreo afecta negativamente el desarrollo económico y social de la región y también ha generado diversos impactos sobre la flora y fauna autóctona como consecuencia de los cambios generados principalmente en la estructura de la vegetación, entre otros (Bilenca et al. 2009).

El pastoreo controlado como herramienta para revertir el deterioro y optimizar la eficiencia de producción en planteos de cría

Las herramientas de las que se dispone para controlar los efectos del animal sobre la pastura, son los sistemas de pastoreo (Luisoni, 1995).

En los sistemas rotativos, además de carga y apotreramiento, se puede controlar la frecuencia, intensidad y momento de defoliación ,según los objetivos perseguidos : ϖ recuperar el vigor de las plantas preferidas por los animales, mediante descansos; ϖ minimizar la selectividad obligando al ganado a consumir también las plantas menos preferidas, mediante pastoreos intensos cuando los requerimientos animales son mínimos; ϖ evitar el sobrepastoreo de las plantas más preferidas controlando el tiempo de ocupación, ϖ provocar el sombreo de las especies planófilas y rastreras durante los descansos para disminuir su cobertura; ϖ favorecer la floración y fructificación de especies que se desean promover y que se reproducen por semilla, mediante descansos en la época adecuada; ϖ promover la germinación y el establecimiento de las especies anuales, mediante la combinación de pastoreos al comienzo del ciclo y descansos posteriores, ϖ permitir el envejecimiento hasta la senescencia del material para aumentar la broza y cubrir el suelo desnudo y así reducir la evaporación y la salinización y/o aumentar la materia orgánica del suelo.

Este control será mayor a medida que se pase de un sistema rotativo extensivo a uno más intensivo. Luisoni y Bissio (1995), trabajando sobre pastizales en Reconquista, destacan el poder de conservación de especies y la producción animal que presentó el sistema de pastoreo rotativo.

Ganado Vacuno: de cría, porcentajes de destete, variación de carga

En esta región la principal actividad productiva en las zonas de secano es la cría y recría de ganado bovino y caprino sobre pastizales y, en menor medida, sobre pasturas cultivadas (De León 2004), con una producción secundaria baja (5-15 kg carne ha^{-1} $año^{-1}$ y 57 % de destete promedio en la región).

En los departamentos del oeste de la provincia de Córdoba (Minas, San Aberto, y San Javier) el destete promedio es del 35% (Catez 2016) siendo este valor un claro reflejo del bajo nivel nutricional y de las penurias alimenticias que enfrentan los sistemas de cría en la región, en parte debido al estado de degradación de los pastizales espontáneos.

Objetivo general

El objetivo general de este trabajo fue brindar estrategias de manejo para una producción ganadera sustentable, es decir, tecnológicamente factible, socialmente aceptable, económicamente viable y amigable con el ambiente, de frente a la variabilidad de las precipitaciones en el bosque serrano del norte de Córdoba.

Objetivos específicos

Comparar resultados físicos entre sistemas de pastoreo con distintos niveles de intensificación.

Evaluar el impacto de la confección de reservas forrajeras en el sistema de producción.

Determinar cuál es la mejor combinación de recursos que atenúen la variabilidad de precipitaciones entre años

Analizar el efecto de la incorporación de pasturas implantadas y sus complementación con pasturas espontáneas.

Materiales y métodos

Se establecieron dos sistemas de pastoreo: S_1= rotación en 4 lotes con 90 días de utilización por lote (pastoreo diferido) y S_2=rotación en 25 lotes con 15 días de uso por lote (pastoreo controlado intensivo) y tres tipos de oferta forrajera: T_1= pastura natural, T_2= pastura natural (70 %) + pastura implantada (30 %), T_3= pastura natural (70 %) + pastura implantada (23 %) +Silo de sorgo planta entera (7%). Se evaluaron los resultados en los años secos (S) y en los años húmedos (H).

El recurso forrajero estuvo compuesto por pasturas espontáneas, con una frecuencia de ocurrencia de especies megatérmicas (C4) del 82 % y especies mesotérmicas (C3) del 18%; pasturas cultivadas y silaje de planta entera de sorgo. Las pasturas megatérmicas implantadas fueron *Panicum coloratum y Eragrostis curvula* de probada adaptación al ambiente.

Resultados

En las tablas 1 y 2 se presenta la variación de calidad de las especies utilizadas.

Tabla 1. Digestibilidad (% base MS) de las principales gramíneas del pastizal durante el periodo de utilización.

Comportamiento	Especie	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
C_3	*Stipa tenuis*	64	64	64	66	66
	Stipa tenuissima	28	28	28	31	31
	Piptochaetium sp	70	70	70	75	75
	Bromus spp.	60	60	60	57	57
C_4	*Trichloris crinita*	47	47	45	40	40
	Trichloris pluriflora	47	47	45	40	40
	Setaria leiantha	51	51	46	45	45
	Setaria leucopila	51	51	48	47	47
	Digitaria californica	47	47	45	40	40

Tabla 2: Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS; en %) y contenido de proteína bruta (PB; en %) de las gramíneas perennes estivales más importantes para la Región Semiárida Central.

Especies	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	DIVMS	PB	DIVMS	PB	DIVMS	PB	DIVMS	PB
Eragrostis curvula	60,8	9,7	53,8	6,4	45,6	5,3	34,8	3,4
Digitaria eriantha	69,1	11,3	66,1	10,2	64,9	9,9	52,7	4,8
Panicum coloratum	67,1	14,3	65,7	9,4	60,3	8,2	50,2	4,5

Fuente: Adaptado de Striztler (2007).

Determinación de la oferta forrajera con diferentes alternativas de manejo y regímenes de precipitación.

La producción de carne y de forraje para los distintos niveles de precipitaciones, y combinación de recursos forrajeros se pueden observar en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Producción de materia seca y de carne por hectárea, por sistema y tratamiento para la serie de años húmedos

		800 mm			
S	T	Producción de Materia Seca kg/ha	Factor de Uso %	Carga ha/ev	Producción de Carne kg/ha
	1	1800	50	4	16
1	2	2840	50	2,5	41
	2	3047	70	1,6	86
2	3	3370	75	1,4	110

Referencias: Sistema de pastoreo, **S_1**= rotación en 4 lotes con 90 días de utilización y **S_2**=rotación en 25 lotes con 15 días de uso

Tratamientos, **T_1**= pastura natural, **T_2**= pastura natural (70 %) + pastura implantada (30 %),

T_3= pastura natural (70 %) + pastura implantada (23 %) +Silo de sorgo planta entera (7%)

Tabla 4. Producción de materia seca y de carne por hectárea por sistema, tratamiento para la serie de años secos

		600 mm			
S	T	Producción de Materia Seca kg/ha	Factor de Uso %	Carga ha/ev	Producción de carne kg /ha
	1	1000	50	7,2	9
1	2	1955	50	3,7	26
	2	2160	70	2,3	57
2	3	2462	75	1,9	79

Referencias: Sistema de pastoreo, **S_1**= rotación en 4 lotes con 90 días de utilización y **S_2**=rotación en 25 lotes con 15 días de uso

Tratamientos, **T_1**= pastura natural, **T_2**= pastura natural (70 %) + pastura implantada (30 %),

T_3= pastura natural (70 %) + pastura implantada (23 %) +Silo de sorgo planta entera (7%) Se observó una disminución de la producción de materia seca por hectárea cuando las precipitaciones disminuían de 800 a 600 mm independientemente de los tratamientos utilizados. El pastoreo con cuatro lotes y 100 % de pastizal natural S_1T_1 fue el de menor rendimiento para ambos regímenes de precipitación (Tablas 3 y 4). El campo natural, aunque presentó una buena condición utilitaria, tuvo una respuesta restringida ante la variación de las precipitaciones; a diferencia de lo que sucedió cuando se incorporó un 30% de pasturas implantadas que presentaron mayor resistencia a la sequía y mayor potencial de producción, en coincidencia con lo expuesto por de León (2012). El sistema de pastoreo intensificado S2T2 superó al tratamiento S1T2 tanto en años húmedos como secos, al poder controlar la intensidad, frecuencia y momento de defoliación, lo que permitió que las pasturas expresen su potencial de producción; también como respuesta a este sistema de pastoreo se pudo incrementar la eficiencia de cosecha del recurso forrajero, con respecto a los tratamientos S1T1 y S1T2. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicó la combinación pastoreo intensificado

(S_2) en pastura natural (70 %) + pastura implantada (23 %) +Silo de sorgo planta entera (7%) (T_3) para ambos tipos de precipitaciones. La utilización del silo en este tratamiento permitió utilizar más eficientemente las pasturas durante el verano y el otoño, en el momento de mayor calidad y con mayor eficiencia de cosecha, eliminando el uso masivo de diferidos para la última etapa del invierno.

Producción de carne en un sistema de cría con diferentes manejos de recurso forrajero y diferentes regímenes de precipitación.

La Figura 1 muestra la producción de carne en kilogramos de ternero por hectárea bajo diferentes regímenes hídricos y sistemas de pastoreo.

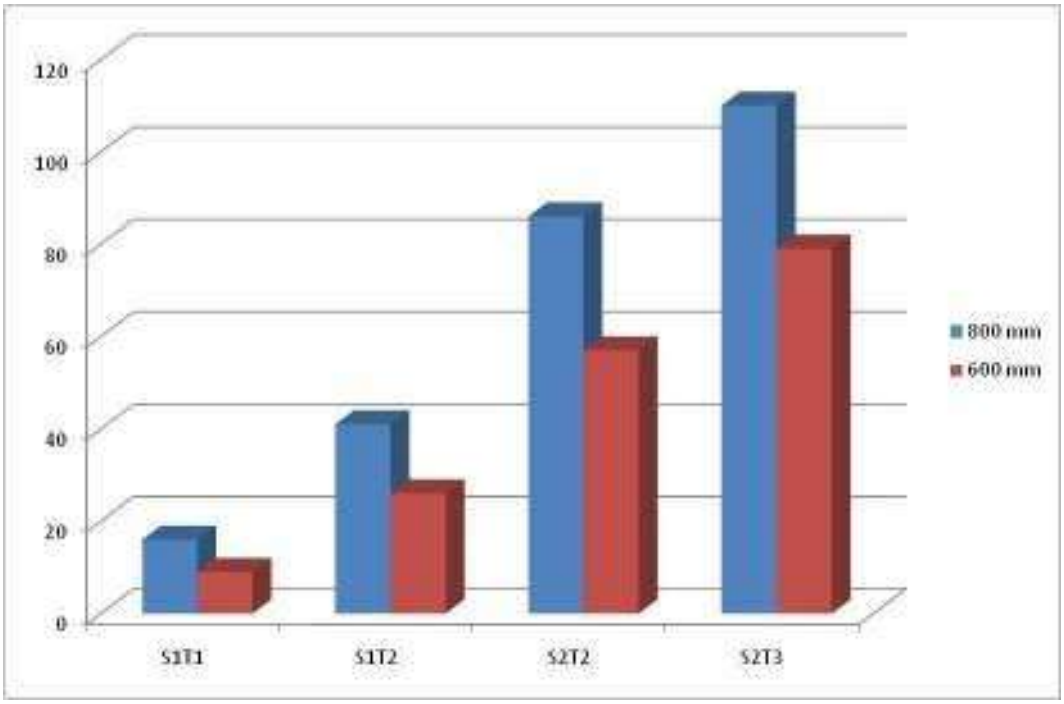


Figura 1. Producción de carne (kg ternero. ha^{-1}) en relación al sistema de pastoreo y tipo de recurso forrajero con diferentes régimen hídricos

Referencias:

Sistema de pastoreo, $\mathbf{S_1}$= rotación en 4 lotes con 90 días de utilización y $\mathbf{S_2}$=rotación en 25 lotes con 15 días de uso

Tratamientos, $\mathbf{T_1}$= pastura natural, $\mathbf{T_2}$= pastura natural (70 %) + pastura implantada (30 %), $\mathbf{T_3}$= pastura natural (70 %) + pastura implantada (23 %) +Silo de sorgo planta entera (7%)

La producción de carne en los años de menor régimen hídrico fue siempre menor que en los años húmedos para la combinación de sistema de pastoreo y tipo de recurso forrajero utilizado. Siempre fue mejor realizar pastoreo controlado rotativo intensivo dado que la producción fue mayor tanto en años húmedos como secos (Luisioni, 2009).

Tabla 5: Producción de carne en cría y sus incrementos porcentuales en la producción, con distintos sistemas de pastoreo y oferta forrajera, con diferentes regímenes de precipitación

Serie de años con precipitación media anual			
	800 mm	600 mm	

		MS [kg.ha^{-1}]	Prod.Carne [kg.ha^{-1}]	ICP Carne [%]	MS [kg.ha^{-1}]	Prod.Carne [kg.ha^{-1}]	ICP Carne [%]	ICP Carne entre pp [%]
S1	T1	1800	16	0	1000	9	0	-43
	T2	2840	41	156	1955	26	188	-36
S2	T2	3047	86	437	2160	57	533	-33
	T3	3370	110	587	2462	79	777	-28

Referencias:

Sistema de pastoreo, **S_1**= rotación en 4 lotes con 90 días de utilización y **S_2**=rotación en 25 lotes con 15 días de uso

Tratamientos, **T_1**= pastura natural, **T_2**= pastura natural (70 %) + pastura implantada (30 %), **T_3**= pastura natural (70 %) + pastura implantada (23 %) +Silo de sorgo planta entera (7%)

ICP= incremento comparativo en la producción

Analizando los incrementos comparativos entre tratamientos dentro del mismo régimen de precipitaciones (Tabla 5) se destaca el incremento que genera el sistema de pastoreo controlado (S2T2) poniendo de manifiesto la importancia del mismo. El tratamiento que presentó más variación porcentual en producción de carne para las distintas precipitaciones fue S1T1, explicado esto, por la baja capacidad de reacción del pastizal natural frente a las variaciones de las precipitaciones, en coincidencia con lo expuesto por Guevara (2009). El planteo más estable fue el S2T3 por la interacción que generó pasturas implantadas, sistema de pastoreo y el silaje como reserva forrajera.

Consideraciones finales y conclusiones

La producción de carne en un sistema de cría con sistema de pastoreo intensivo y suplementación fue superior a todos los otros sistemas planteados en los años secos.

El sistema más inestable ante variaciones en las precipitaciones fue el que aplicó menos tecnología.

La suplementación en base silaje, es indispensable en los años secos para obtener mejores resultados en producción de carne en sistemas de cría de zonas semiáridas.

Es posible obtener producciones semejantes entre años de 800 mm y 600 mm con el uso de tecnologías apropiadas.

Bibliografía

Anderson, D.L., 1980. Ecología y manejo de pastizales. Apuntes II Curso de Manejo de Pastizales. INTA, San Luis. 62p.

Bendersky, D., & Flores, A., 2011. Reservas Forrajeras en el NEA. Uso en Sistemas Ganaderos. EEA INTA Mercedes, Corrientes. Producir XXII 19(239):24-32.

Briske, D.D., Fuhhlendorf, S. D., & Smeins, F.E. 2005. State and transition models, thresholds and range health: a synthesis of ecological concepts and perspectives.

Rangeland Ecology and Management 58: 1-10.

Cabido, D. et.al. 2003 Regiones Naturales de la Provincia de Córdoba.

Danckwerts J. 1989. Animal Performance. En Veld management in the Eastern Cape.. Pasture Research Section, Eastern Cape Region. Department of Agriculture and Water Supply. Cap. 6, pp 53-55.

Daza, C.G. y Sánchez, C. 2009 Zonas Agroecoómicas Homogéneas N° 10, Edición INTA. De León,M. 2003. El manejo de los pastizales naturales .Boletín Técnico N°2 Año 1. INTA Manfredi .Edición INTA .6p

De León,M. y Boetto,C. 2004. 2° Jornada Ampliando La Frontera Ganadera. Informe Técnico N°6. INTA Manfredi. Edición INTA .20pp

De León, M., 2005. Las Gramíneas Megatérmicas y su Impacto Productivo. Seminario Técnico Forrajes 2005 INTA. Buenos Aires 29 y 30 de Marzo. p. 81.

De León M. y Giménez R. 2007. Sistema de planificación ganadero(SPG). Sofware para capacitación profesional.

De León, M.2012 3° Jornada Nacional de Forrajes Conservados. INTA Manfredi . Edición INTA.116pp

Deregibus, V.A., 1988. Importancia de los Pastizales Naturales en la República Argentina: situación Presente y Futura. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 8 N° 1 : 67-
78.

Díaz, R., 2007. Utilización de Pastizales Naturales .Encuentro Grupo Editor.454 pp. Frasinelli, C.A., Stritzler, N.P., Veneciano, J.H., Casagrande, J.R., Marchi, A. y Funes, M.O.,1992. Digitaria eriantha, una forrajera estival promisoria. *La Ciencia y Tecnología en el Desarrollo de la Provincia de San Luis.* Revista de Divulgación 2: 17p.

Guevara, J.C., Cavagnaro, J.B., Estevez,O.R., Le Houérou, H.N., Stasi, C.R., 1977. Productivity, management and development problems in the arid rangelands of the central Mendoza plains (Argentina). Journal of Arid Environments 35: 575-600 pp

Guevara, J.C.: Grünwaldt, E.G.; Estevez,O.R., Bisigato, A.J.; Blanco, L.J.; Biurrun, F.N.; Ferrando, C.A.; Chirino, C.C.; Morici, E.; Fernandez.B.; Allegretti, L.I.; Passera, C.B.;2009. Range and livestock production in the Monte Desert, Argentina. Journal of Arid Environments 73: 228-237 pp

Le Houérou ,H.N.,1984. Rain-Use Efficiency, a unifying concept in arid land ecology. Journal of arid Environments, 7: 213-247 pp

Lizzi, J.M. & Cornacchione, M.V., 2010. Información y Experiencias en el Manejo de Pasturas Subtropicales en la Región Semiárida. Jornada de Actualizacion Ganadera AACREA Regional Córdoba Norte, Diciembre 2010, p. 8-19.

Llorens, E.M. 1995. Viewpoint, The state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's Caldén forest. Journal of Range management 48: 442-447.

Luisoni, L.H., 1995. Evaluación de sistema de pastoreo para pastizales naturales. Conferencia y conclusiones segunda jornada regional. INTA San Cristóbal 1995, p. 21-
25.

Luisoni, L.H. y Bissio,J.C. 1995. Evaluación de sistema de pastoreo para pastizales naturales. Conferencia y conclusiones segunda jornada regional. INTA San Cristóbal 1995, p. 24.

Melo, O. 2013. Argentina. En: Revista Sociedad Rural de Jesús María, Argentina, Marzo – Abril 2013, p. 40-41.

Nasif,C.2007.El nuevo escenario Ganadero Nacional. Super Campo, Bs.As. 11 (29).
www.produccion-animal.com.ar

Paruelo,J.M., Lauenroth,W.K.,Burke,I.C. y Sala, O,E., 1999.Grassland Precipitation –Use Efficiency Varies Across a Resource Gradient Ecosystems ,2:64 -68 pp

Sala,O., Parton,W., Joyce,L., y Lauenroth.W.,1988. Primary production of the central grasslands región of the United States . Ecology. 69:40-45 pp

Sala,O., and Austín .A., 2000 Methods of Estimating Aboveground Net Primary Productivity . In : Sala ,Jacson , Mooney and Howarth editors . Methods in Ecosystem Science.. Springer.New York ,pp31-43.

Society for Range Management (SRM).1989. A glossary of terms used in range management .Denver, Colorado.

Stritzler, N.P. & Petruzzi, H.J. 2000. Gramíneas perennes estivales introducidas en zonas semiáridas, resultados y perspectivas. Actas del Congreso Nacional de Ganadería Pampeana, Santa Rosa, La Pampa, oo. 13-17.

Stitzler, N.P., Petruzzi, H.J., Frasinelli, C.A., Veneciano, J.H., Ferri, C.M. & Viglizzo, E.F., 2007, Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal, Revista Argentina de Producción Animal, 27(2): 111-123.

Valdez, H.; 2013 . Trabajo final .Especialización en alimentación bovina. Escuela de posgrado FCA –UNC.

Veneciano, J.H., & Federigi, M.E., 2005. Las erráticas lluvias de primavera. *Informativo Rural,* EEA San Luis, INTA, 6: 4-5.

Veneciano, J.H., & Lartigue, E. del C. 1999. El cambio climático global y el futuro de los agroecosistemas extensivos de San Luis: una mirada preliminar. Revista Oeste Ganad 1: 9-13.

Viglizzo, E.F., Létora, F.A., Pordomingo, A.J., Bernardos, J., Roberto, Z.E., and Del Valle, H. 2001. Ecological lessons and applications from one century of low intensity farming. Agriculture, Ecosystems and Environment 81: 65-81.

Viglizzo, E.F., Pordomingo, A.J., Castro, M.G. & Lértora, F. 2003. Environmental assessment of agricultura at a regional scale in the pampas of Argentina. Environmental Monitoring and assassement 87: 169-195.

Westoby, M., Walker, B. & Noy-Meir, I. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. Journal of Range Management 42: 255-274.

Aporte de los sistemas silvopastoriles a la ganadería sustentable en el Nordeste de Argentina[6]

Esquivel, J.[7] y Colcombet, L. [8]

Introducción

El sistema silvopastoril (SSP) es una práctica agroforestal que consiste en la combinación intencional de árboles, plantas forrajeras y ganado en la misma superficie buscando la estabilidad ambiental, social y económica (Jarek Nowak. Universidad de Florida). Esta definición, combina varios conceptos que son importantes analizar. Por un lado se trata de una práctica agroforestal, entendiéndose como tal a la complementación de varias actividades (agrícola, pecuaria, forestal, apícola, etc.) que deben desarrollarse armónicamente para convivir sobre la misma unidad de producción, la hectárea.

Por otro lado cuando utiliza el término intencional, se está poniendo de manifiesto que existe la voluntad de que dicha complementación debe existir. Por lo tanto todas las energías y creatividad tienen que estar dirigidas hacia ese objetivo: producir madera, forraje y carne en la misma superficie.

Finalmente la definición hace referencia a los beneficios buscados asociándolos al concepto de estabilidad, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos. La intención es lograr producir en sistemas que sean económicamente viables, ambientalmente equilibrados y socialmente justos.

La primera pregunta que cabe cuando estamos decidiendo una inversión silvopastoril es: ¿queremos producir carne? Si la respuesta es afirmativa, a partir de allí debemos proseguir con la diagramación del proyecto, tenemos que tener bien claro que la producción forestal será menor que la desarrollada con planteos netamente forestales y no sería justo realizar comparaciones con la actividad forestal pura ya que se trata de un nuevo sistema de producción que combina dos actividades.

Inicialmente se consideró como integrantes del sistema al animal, el árbol y el forraje. Al producir armónicamente en dos estratos, es como poner un segundo piso al campo. Estos modelos no tienen que tener límites físicos en cuanto a la superficie. Deberían, de ser posible, desarrollarse en el 100% de la superficie forestable de las propiedades rurales. El principal factor limitante es el capital circulante, pero aquí también los SSP tienen una gran ventaja en la relación peso invertido: peso recuperado. El SSP no tendría que generar problemas financieros ya que con la ganadería y los cultivos anuales se *obtienen* los ingresos a corto plazo y la forestación generará el ahorro necesario para aumentar el patrimonio a largo plazo. “La ganadería es la caja chica y la forestación la caja de ahorro” (Ing. Agr. Santiago Lacorte)

Se debe remarcar la importancia que tiene la protección de los árboles en el confort animal, la tolerancia a los extremos climáticos de las pasturas (sequías, heladas) y los cambios cualitativos en la calidad

[6] Conferencia presentada en la Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Córdoba. Argentina

[7] Asesor del CREA Tierra Colorada, Misiones, Argentina

[8] EEA INTA Montecarlo, Misiones

de las especies forrajeras (mayor contenido de proteína y fósforo). En las condiciones de pastoreo de nuestros animales, aún con suficiente sangre Cebú, es muy fácil superar la temperatura crítica superior de 27ºC. Esto mejora mucho con la presencia de árboles en los potreros.

De acuerdo a una clasificación utilizada por la Ingeniera Agrónoma uruguaya María Cristina Polla, tanto la forestación como la ganadería pueden cumplir roles protectores o productivos dentro de los sistemas silvopastoriles. En países como Nueva Zelanda la forestación cumple un rol productivo y la ganadería un rol protector (disminución del riesgo de incendio, mantenimiento de caminos limpios entre otros). En algunos sistemas silvopastoriles de Centroamérica, la ganadería cumple un rol productivo y los árboles un rol protector (sombra, control de la erosión). Un enfoque diferente es el que se está tratando de difundir en los sistemas silvopastoriles desarrollados en Paraguay, Argentina, Uruguay, Brasil y Chile: la ganadería y la forestación con roles netamente productivos.

Un caso extremo sería la ganadería y la forestación desarrolladas con un papel predominantemente protector, este caso se podría dar cuando el objetivo es proteger una cuenca y a la vez mantener la cultura ganadera aún no siendo económicamente viable. Aquí el pago de servicios ambientales sería una solución para la rentabilidad del productor, tal es el caso de los trabajos realizados por el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) en Colombia.

El pasaje de la luz a través del dosel arbóreo varía de acuerdo a la edad de la plantación (menor a mayor edad), a la densidad (menor a mayor densidad) y a la presencia de ramas (menor a mayor cantidad de ramas). Con esto se manifiesta que es un proceso dinámico, el productor puede modificarlo interviniendo con las tareas de eliminación de las ramas (podas) y de disminución de la densidad (raleos).

Esta integración de actividades se puede establecer en todos los suelos forestables del establecimiento, ya que si se encuentra bien manejada, en ningún momento tiene que interferir con la producción de la ganadería. El mayor costo lo constituye la ausencia de producción durante los primeros años de clausura al pastoreo, hasta que los árboles alcancen una altura tal que no sufran el daño de los animales. Ésta duración varía entre un año en los silvopastoriles con eucaliptos hasta cinco años en plantaciones de pinos realizadas en suelos inundados sin drenajes ni control de malezas. El alto costo de oportunidad de la tierra y del capital circulante indica que debemos hacer las cosas bien desde el inicio. Es importante establecer una plantación que tenga un buen crecimiento inicial a partir de la buena preparación del suelo, la correcta elección del material genético, libre de competencias con las malezas, buenos controles de hormigas y manejo de los excesos de agua.

Una característica del sombreado es que se produce de manera abrupta, cuando la capacidad de observación detecta el problema, las plantas forrajeras ya exteriorizan el proceso de menor luminosidad, elongando los entrenudos, con hojas más finas y delgadas, menor capacidad de macollamiento, etc. Las decisiones de raleo o levante de la altura de poda se tienen que tomar con anticipación al problema. La intercepción de la luz provoca la disminución del vigor y densidad de plantas forrajeras, éste espacio es ocupado por las malezas luego de la tarea de raleo, siendo importante no llegar a esta situación.

El primer concepto que debemos atesorar cuando los ganaderos introducen las forestaciones maderables al SSP, es un viejo axioma que dice: “la calidad no va de la mano con la cantidad”. Esto es más cierto aún en los sistemas silvopastoriles, porque se tienen árboles de mayor porte en menor cantidad por unidad y para contrarrestar la menor producción, se busca un efecto positivo en la producción de forraje para los animales en forma compensatoria.

El manejo promovido por los neozelandeses en las plantaciones de *Pinus radiata* en la década del '70, generaba madera de calidad, gruesa y sin nudos, a partir de raleos intensos y precoces. Este manejo denominado "régimen silvícola directo para aserradero" concentraba el crecimiento de la masa forestal en los mejores árboles, además permitía el pasaje de la luz posibilitando el crecimiento de las especies forrajeras. En el caso comentado, el pastoreo se realizaba con ovejas con el fin de evitar el enmalezamiento. En nuestros SSP utilizamos los conceptos del régimen silvícola directo pero la producción ganadera tiene una participación principal en la planeación económica.

El objetivo forestal debe estar bien definido: producir madera de calidad, con manejos intensivos que complementen raleos con podas. Desde el punto de vista genético se debe contar con árboles homogéneos, rectos, cilíndricos, con ramas finas y con buena inserción en el tallo.

El uso principal de la madera producida por los sistemas silvopastoriles es la madera rolliza para mueblería y construcción por lo que es imprescindible que existan muchas industrias medianas que elaboren esta materia prima.

Los beneficios ambientales de los SSP son muy conocidos en América Latina, no siendo todavía muy valorados por la sociedad argentina. Cuanto mayor sea la vulnerabilidad ambiental mayor importancia adquirirá la implementación de SSP en contraste con las forestaciones puras o los desmontes para producir carne.

Los campos ganaderos cuentan con personal estable que tiene una serie de beneficios que no tienen las personas que trabajan en el sector forestal quienes pertenecen a empresas contratistas que cambian de lugares de trabajo continuamente, sin posibilidades de vivir en familia. Son considerados "peones golondrinas". Las empresas extranjeras que adquirieron tierras en la región cambiaron mucho las condiciones de trabajo, higiene y seguridad de éstos trabajadores. Esto no ocurrió aún con los trabajadores ganaderos. Cuando se implementan SSP regularmente, es decir todos los años se planta una parte del campo, las tareas de plantación, marcación de árboles, raleos perdidos, podas y tala rasa adquieren una continuidad que permite crear fuentes de trabajo estables. Así es que se restablece la unidad familiar, adquieren un sentido de pertenencia, obtienen capacitaciones y las posibilidades de progreso. En los SSP la generación de puestos de trabajo por unidad de superficie son mayores que realizando cada actividad separadamente.

La constante variación entre los precios ganaderos y forestales, así como la valoración del capital tierra, es el principal motor de los cambios en los sistemas silvopastoriles. Los primeros modelos se establecieron como búsqueda de otra alternativa a la ganadería (de bajos márgenes) y altos valores del suelo (por el avance de las papeleras). El ingreso de la ganadería aportaba relativamente poco al resultado final, siendo eso el motivo de muchos cambios de sistemas silvopastoriles a forestales puros por el sombreado de los pastos. Hoy, con los precios de los productos ganaderos en aumento, el incremento del valor de la tierra (utilizado como resguardo de capital) y los precios de la madera estancados, la importancia de la ganadería mejora su participación en los resultados de los sistemas silvopastoriles, movilizando a los técnicos y productores para desarrollar modelos que busquen equilibrar de la mejor manera posible ambas producciones. Actualmente, estamos trabajando para producir carne desde el primer momento de introducción de los árboles en el potrero ganadero (pastoreo en franjas, henificación de los entrelíneos, ensilado de cultivos intercalares, producción de granos durante el período de clausura, etc).

Cada vez son más los pequeños y medianos productores que incorporan las plantaciones forestales a sus sistemas de producción, esto es muy difícil de encontrar en otros países como Chile, Uruguay o Brasil, donde la mayor superficie forestada corresponde grandes empresas muy especializadas e integradas a la industria de la celulosa. Los SSP potenciarán esa particularidad de los productores forestales argentinos, paraguayos y uruguayos.

La adopción de los SSP dependerá de muchas variables, a modo de ejemplo, se describirán distintos modelos productivos desarrollados por los productores. Productor A: Es una empresa ganadera y forestal con industria del aserrado. Los SSP permitieron aumentar el área forestal sin disminuir el área ganadera. Sus esquemas de manejo son sencillos para evitar problemas operativos en los raleos. Productor B: Comenzó a forestar y manejar los SSP sólo para aprovechar la promoción del Estado (no reintegrable), una vez que se complicó la cobranza discontinuó el ritmo de plantación. Productor C: El objetivo principal es forestar, utiliza los SSP para no dejar de tener ganadería porque le permite financiar los gastos anuales hasta que se cosechen las forestaciones. Productor C: Introdujo los SSP para diversificar su empresa y tener un crecimiento patrimonial mayor que con la ganadería. Productor D: Utiliza los SSP como complemento entre las dos actividades, potencia ambas. Actúa en consecuencia, tratando de mantener el equilibrio. Productor E: Aún sabiendo que las forestaciones darán escala a su empresa, no quiere perder las tradiciones ganaderas heredadas de sus antepasados. Limitó la superficie SSP. Productor F: Busca con los SSP generar trabajo más estable para su personal, dada la pequeña dimensión de su propiedad. Productor G: Crecimiento patrimonial y que sirva de reserva económica para momentos que requieran altas inversiones, sin vender su rodeo de cría. Productor H: La inferior calidad de los suelos limita el crecimiento ganadero, existiendo un techo cercano, busca aumentar la productividad con los SSP. Productor I: A través de la arborización de sus pasturas busca mejorar el confort de sus animales además de agregar valor al campo. Productor J: Diversificar actividades sin reemplazar a la ganadería. Paralelamente se desarrolló un proyecto arrocero en los sectores inundables inaccesibles para el ganado. Productor K: Aumentar la escala con los SSP para disminuir los costos del único personal en la producción ganadera. Productor L: Aumentar el patrimonio preparándose para una división familiar en el mediano plazo. El objetivo es que el patrimonio forestal sea mayor al 50% del valor de la tierra. Productor M: Incorpora los SSP sin comprometer los pastizales naturales altamente productivos, recurre a un diseño de líneos apareados con callejones anchos.

Trabajar con dos productos: madera y carne, permite estudiar las modificaciones entre las relaciones de cambio para decidir aumentar el ritmo de venta, compra o plantación así como actuar a ¨contraciclos¨.

En los SSP, la diversificación de actividades es favorecida por la gran complementación de la ganadería y la forestación. Existe influencia de los árboles en el bienestar de los animales, protegiéndolos no sólo de las radiaciones solares y vientos, sino también generando un ¨ambiente¨ de protección que no encuentra en el pastoreo a cielo abierto. Esta sinergia entre los componentes del SSP también se observa en la calidad de los pastos que crecen debajo del dosel arbóreo. La protección ante heladas y sequías permite contar con una cadena forrajera de calidad en momentos críticos del año.

A medida que aumenta el nivel económico de los consumidores, aumenta la presión por conocer la manera en que son producidos los alimentos que consumen. La certificación de los procesos y productos provenientes de un sistema silvopastoril, aún no tienen el enfoque de sistema que requiere. Se certifica la producción forestal por un lado, a través de los sellos CerFoAr o FSC, pero sin considerar a la producción ganadera. Por el momento, salvo algunas empresas que certifican sus buenas prácticas ganaderas mediante las normas para sistemas sostenibles de produccion ganadera (RAS. Julio de 2010), no existen a nivel

nacional sistemas de certificación ganaderas. Un único sistema que englobe ambas producciones permitirá no solo reducir costos sino también presentar al consumidor nuevos modelos productivos más sostenibles. En éste momento existen tres manuales de buenas prácticas que consideran a los SSP, uno específico del INTA Delta y otros dos manuales de buenas prácticas forestales que incluyen capítulos referidos a los SSP (Corrientes y Entre Ríos). La importancia de contar con guías de buenas prácticas orienta a los técnicos y productores sobre la mejor manera de realizar los trabajos, cuidar la salud e higiene de las personas, almacenar los productos, registrar la información, cuidar el agua, aire y suelo, proteger la flora y fauna autóctona, conservar las tradiciones culturales y ofrecer productos inocuos al consumidor. La idea fuerza debería ser ¨hacer siempre bien nuestro trabajo, pero además hacerlo conocer¨.

Según el Inventario Nacional de Gases con Efecto Invernadero del año 2014, revisado en el 2017, la ganadería, agricultura, silvicultura y otros usos del suelo genera el 39,2% del total emitido. Cuando la cuantificación se realiza por actividades productivas, la ganadería es responsable del 28.6% de las emisiones, siendo la fermentación entérica (metano) la principal fuente.

El metano producido diariamente por un rumiante está directamente relacionado a su peso vivo, la ganancia diaria o etapa reproductiva en que se encuentre y a la calidad de la dieta, cuanto mayor sea el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN), mayor será la producción de metano. Existen diferentes líneas de investigación con el objetivo de mitigar éste efecto, se podrían agrupar en dos grandes ítems: a) Mejoras en la calidad de la dieta (nuevas especies, mejor manejo del pastoreo, uso de aditivos, etc.) y b) mejoras en la producción ganadera (menor producción de metano por kg producido) aumentando los índices de preñez, sanidad, genética y manejo animal. Una tercera estrategia podría estar relacionada con la combinación de actividades (sistema silvopastoril). Esta opción fue la propuesta brasilera a través de un sello denominado ¨Carne Carbono Neutro¨. La idea central del programa denominado ABC (Agricultura Baixo Carbono) es contrarrestar las emisiones de metano de la ganadería con la captación de CO_2 de los árboles incluidos en el potrero ganadero. Es deseable que en poco tiempo podamos desarrollar protocolos para certificar ganaderías con bajas emisiones de gases con efecto invernadero (GEI), es imprescindible contar con ecuaciones ajustadas para cada sistema productivo y zona ganadera de la República Argentina. Dentro de los SSP más conocidos en las Provincias de Corrientes y Misiones, cálculos realizados en quince situaciones reales diferentes demostraron que una hectárea de árboles captaría, según la edad y especie, el CO_2 equivalente producido por una carga animal de 3 a 10 cabezas (dependiendo de la categoría y calidad del forraje). Posiblemente incorporar árboles a la ganadería, además de producir ingresos económicos, generar puestos de trabajo, mejorar el bienestar animal, proteger las cuencas hídricas, podría ser una estrategia para mitigar los efectos de GEI.

Bibliografía

Alegranza, D.A., Torres E., Reboratti H., Fassola H. (1997) .Efecto de la densidad del Pinus caribaea var. Caribaea sobre la oferta forrajera. Informe técnico Nº 18. INTA Montecarlo. Argentina.

Ares, A., Brauer D. (2000). Growth of southern pines at different stand configurations in silvopastoral practices. ARS, USDA. AFTA 2005 Conference Proceedings.

Baggio, A. (1983). Sinopse de algunas vantagens e desvantagens dos sistemas silvipastoris con Pinus spp. Embrapa. Unidade regional de pesquisa florestalcentro sul. Circular técnica Nº 17.

Byrd, N., Lewis C.E. (1983). Managing pine trees and Bahiagrass for timber and cattle production. General report R8-GR 2. United States Department of Agriculture. Forest Service Southern Region.

Clason, T.R. (1995). Economic implications of silvipastures on southern pine plantations. Agrofor. Syst. 29:227-238.

Colcombet, L., Crechi E., Fassola H., Lacorte S., San José M. (2002). Resultados del análisis financiero y socioeconómico del manejo forestal y silvopastoril de Grevillea Robusta en Misiones. INTA Montecarlo.

Colcombet L., Lacorte S., Fassola H., Pachas N., Ferrere P., Alegranza, D. (2002) Resultados iniciales de un sistema silvopastoril en el Norte de Misiones, Argentina, entre Pinus elliottii x Pinus caribaea var. Hondurensis (F2) y Brachiaria brizantha (Hochst) Stapf. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad Cs. Forestales-UNaM - EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones, Argentina. 8p.

Couto, L., Daniel O., Garcia R., Bowers W., Dubé F. (1998). Sistemas agroflorestais com eucaliptos no Brasil: uma visao geral. Viscosa, 1998. 49 p. Documento SIF Nº 17.

Esquivel, J., Fassola H. E., Lacorte S. M., Colcombet L., Pachas N., Keller A. (2004). Sistemas Silvopastoriles– Una sólida alternativa de sustentabilidad ambiental, económica y social. 11as. Jornadas Técnicas Forestales Y Ambientales.7 – 9/ Octubre. UNaM FCF, INTA Montecarlo. Eldorado, Misiones, Argentina.

Esquivel J., Lacorte S. (2010). Sistemas Silvopastoriles con especies maderables en la República Argentina. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Panamá, 28 -30/09/2010.

Fassola, H.E.; Alegranza, D.A. (1996) – Análisis de rentabilidad de una plantación Pinus taeda Marion conducida bajo un régimen silvícola directo para aserrado. Proy. Integrado Forestal Mesopotámico. Inf. Téc. Nº 8 - ISSN 0327-926X

Fassola, H. E., Pachas, N. (2004). Un nuevo “modelo productivo” se está imponiendo en Misiones y NE de Corrientes. La Palanca, Sociedad Rural de Misiones, Año 2, Nº :3

Fassola, H. E., Lacorte S. M., Pachas N., Keller A. (2004) 3er Simposio Latino Americano sobre manejo Florestal. Univ. Fed. de Santa María. RS. Brasil 23-24 Set. 2004 - Disertación. panel sobre Gestâo de sistemas silvipastoris.

Fassola H., Lacorte S., Pachas A., Goldfarb C., Esquivel J., Colcombet L., Crechi E., Keller A., Barth S. (2009). Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino. Actas del XIII Congreso Forestal Mundial. Pp 1-6.

Goldfarb M., Esquivel J., Giménez L. (2010). Caracterización de los componentes forrajeros, arbóreos y ganaderos en Modelos Silvopastoriles difundidos en la Mesopotamia Argentina. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Panamá, 28 -30/09/2010

Goldfarb M., Esquivel J., Núñez F., Quiroz O. (2013). Cambios en la composición botánica y producción forrajera del tapiz vegetal en lotes forestados con Pinus elliottii. 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano .Iguazú, Misiones, Argentina 23 - 27 septiembre 2013.

Jacobson, Michael. (1999) Comparing Values of Timber Production to Agricultural Crop Production. Document FOR 61 of a series of the School of Forest Resources and Conservation, Florida

Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville.

Knowles, R. (1991). New Zealand experience with silvopastoral systems: A review. Forest Research Institute. Rotorua. New Zealand. Forest Ecology an Management. 45: 251-267.

Kurtz, V., Pavetti D. (2006). Sistema forestoganaderos con especies de rápido crecimiento Pinus ssp y Eucalyptus grandis). INTA Misiones. Actas XXI Jornadas forestales de Entre Rios.

Lacorte, S. M., Fassola L. E., Pachas N., Colcombet L. (2004). Efecto de diferentes grados de sombreado con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de Axonopus compressus (Swartz) Beauv. En el sur de Msiones, Argentina. INTA EEA Montecarlo, XI Jornadas Forestales

Lacorte, S. M., Esquivel J. (2009). Sistemas Silvopastoriles en la Mesopotamia Argentina. Reseña del conocimiento, desarrollo y grado de adopción. Actas del Primer congreso de Sistemas Silvopastoriles. Misiones Argentina.

Mason, E. (2000). A brief review of the impact of stand density on variables affecting Radiata pine stand value. University of Canterbury. Christchurch. New Zealand.

Murgueitio, E., Ibrahim M. (2004). Ganadería y Medio Ambiente en América Latina. Fundación CIPAV. Cali Colombia. Grupo Ganaderia y Medio Ambiente. CATIE Costa Rica. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2004.

Murgueitio, E., Rosales M., Gómez M. (1999). Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV, Cali, Colombia. 67 pp.

Nair, P. (1991). State of the art of agroforestry sistems. Department of Forestry, IFAS. University of Florida, Gainsville. Forest Ecology and Management, 45: 5-29.

Nowak, J., Long A. (2003). Establishment of integrated timber, forage and livestock silvopastoral systems in the Southeast – A review. Porceedings of Sod Based Cropping Systems Conference. North Florida Research an Education Center Quincy. University of Florida.

Pachas, N., Keller A., Fassola H., Lacorte S., Pinazo M. (2004). Producción morfológica y calidad nutritiva de Axonopus catarinensis Valls bajo diferentescondiciones lumínicas e hídricas. INTA Montecarlo. 11º Jornadas técnicas forestales y ambientales. FCF Eldorado Misiones.

Pachas A. (2010). Axonopus catarinensis y Arachis pintoi - Alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de la Provincia de Misiones, Argentina. Tesis Mag. Sc., Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano, Facultad de Agronomía-Universidad de Buenos Aires, pp.99.

Paciullo, D., Tavares de Castro R. (2006). Sistemasilvipastoril e pastagem exclusiva de braquiaria para recria de novillas leiteiras: massa de forragem, qualidade do pasto, consumo e ganho de peso. EMBRAPA Gado de Leite. Boletim de pesquisa Nº 20.

Percival, N., Knowles R. (1986). Relationship between Radiata pine and unsderstory pasture production. Agroforestry Symposium Porceedings. Forest Research Institute. Pp 152160.

Polla, C. (1998). Estrategias de Acción en el tema silvopastoreo. En Actas Seminario ¨Manejo Silvopastoral¨ Trabajo Nº 8. Young. Uruguay

Porfirio da Silva, V., Baggio A. (2003). Como estabelecer com sucesso uma unidades de referencia tecnológca em sistema silvipastoril. Embrapa Florestas. Documentos Nº 83.

Rogerio Martins Mauricio ; Pasciullo, D. C. ; SIlveira, S. R. ; Ribeiro, R.S ; Calsavara, L. ; Madureira, A.P ; Castro, G. H. de Frias ; Souza, L. F. (2013) Sistemas silvipastoris : produção animal, conservação ambiental e serviços ambientais. In: Rogério de Paula Lana. (Org.). V SIMBRAS. 5ed.Viçosa MG: VIÇosa, 2013, v. 5, p. 259-280.

Rossner M., Goldfarb M., Lacorte S. (2011). Utilization of shade cloth strips to evaluate forages species in fluctuating light regimes. IX International Rangeland Congress. Rosario Argentina. pp. 439.

Quesada, Francisco, Somarriba E. y Mathias Malek. (2010) . Shade motion 2.2; la simulación de sombras de árboles en terrenos planos horizontales o inclinados. CATIE. 62 p. - (Serie técnica. Manual técnico - CATIE; nº 98)

Ribaski, J., Dedecek R., Mattei V., Flores C., Vargas A., Ribaski S. (2005). Sistemas silvipatoris: Estrategias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. Embrapa Florestas. Comunicado técnico Nº 150.

Saibro, J. (2000). Animal production from tree-pasure association systems in Brazil. Departamento de plantas forrageiras e agrometeorologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Saiz J., Vera Bravo C., Luna C.. (2014). Guía de buenas prácticas forestales para la provincia de Corrientes / José Edgardo Saiz; - 1a ed. – Bella Vista, Corrientes: Ediciones INTA, 2014. 101 p.: il. col. ISBN 978-987-521-582-5

Sotomayor Garreton, A., Navarro I., Winkler O. (2003). Análisis de un sistema silvopastoral con Pinus contorta (Dougl. Ex Loud.), en la XI región de Chile. INFOR.

Winck R. (2013). Influencia del raleo sobre las características anatómicas de la madera y las propiedades físico-mecánicas del Pinus taeda L. de la región NE de la Argentina- Tesis Mag. Sc. Maestría en Ciencias de Madera, Celulosa y Papel, FCF-UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.

Interacciones en Sistemas Silvopastoriles. Aspectos Eco-fisiológicos. Ing. Zoot. (M. Sc.) Luciana Martínez Calsina- CIAP-INTA-Tucumán

Martínez Calsina, L.
Grupo Ecofisiología-Area Forrajes y Pasturas-IIACS-CIAP-INTA

Introducción

Las pasturas juegan un rol central en las relaciones suelo-planta-ambiente en sistemas pastoriles y su manejo tiene efectos en el suelo y en el microclima que la rodea. En sistemas silvopastoriles, la incorporación del estrato arbóreo genera cambios en las interacciones sueloplanta-ambiente.

En los ambientes subtropicales existe una gran variabilidad estacional e interanual en los patrones de precipitaciones y temperaturas ambientales. Así, es frecuente la ocurrencia de estrés hídrico, que en muchos casos se asocia a déficit de nitrógeno. Las pasturas megatérmicas son hábiles para captar y utilizar recursos escasos en estos sistemas, tanto por el sistema radical que desarrollan como por la cobertura que forman, la cual ayuda a conservar los recursos escasos principalmente el agua. Sin embargo, el manejo de las pasturas puede propender a un uso eficiente de los recursos escasos (manejos de alta frecuencia y baja intensidad de pastoreo) o bien hacer un mayor uso de los mismos (manejos de baja frecuencia y alta intensidad de pastoreo). A su vez, si el estrés hídrico es severo la producción de las pasturas se afecta fuertemente. En este marco, la incorporación del estrato arbóreo a los sistemas pastoriles podría aminorar los efectos ambientales negativos. Existe bibliografía disponible en relación al efecto de la incorporación arbórea sobre algunos componentes del sistema. La inclusión de leguminosas como fuente de nitrógeno para favorecer la producción de forraje constituye un factor crítico para la producción de carne en los suelos de baja fertilidad de subtrópicos. Los árboles del género *Prosopis* se destacan entre las leguminosas candidatas para establecer asociaciones con pasturas. Entre ellos, el Algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb) es una especie nativa del Chaco, caracterizada por su hábito freatófilo y su tolerancia a suelos salino-alcalinos. Grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth), por su parte, es una gramínea megatérmica con cultivares de excelente adaptación a suelos salinos debido a la presencia de glándulas secretoras de sodio que promueven la reducción de los niveles de dicho elemento en la zona de influencia radical. Esta capacidad de remediación edáfica la hace particularmente interesante para mitigar los eventuales riesgos de salinización asociados a la inclusión de árboles en ambientes con napa freática salina. Los efectos benéficos de la incorporación de árboles leguminosos en la productividad de las pasturas podrían reflejarse en aumentos de producción de carne y en mejoras de las condiciones edáficas.

Particularmente, en lo que respecta al suelo, la materia orgánica es un factor clave en el funcionamiento de los sistemas naturales y cultivados (Corbella *et al*, 2015). En la región de la Llanura chacopampeana tucumana, se determinó que la pérdidas de las diferentes formas de carbono orgánico se tradujeron en falta de formación y estabilización de la estructura, disminución de la infiltración y de la actividad de la flora edáfica, aumento de la compactación, así como alteraciones en la dinámica del agua y su almacenamiento en el suelo. Los sistemas silvopastoriles constituyen una alternativa de producción que favorece el balance de C en el suelo, pues combinan las bondades de las pasturas y las de los árboles. Mientras que las pasturas acumulan el 90% del C y N en la biomasa subterránea, los árboles lo hacen en la madera y la hojarasca (aproximadamente un 60%). Así una mayor biomasa total adecuadamente distribuida y una activación de la dinámica de los nutrientes por la combinación de especies son los beneficios de estos sistemas (Corbella *et al*, 2015). A su vez, se beneficiarían las comunidades bacterianas del suelo y los procesos mediados por

ellas, los cuales son críticos para el funcionamiento del ecosistema edáfico y su productividad, particularmente en regiones frágiles como el Chaco Semiárido (Viruel *et al*, 2015).

Por lo antedicho, la asociación Algarrobos-Grama Rhodes sería un interesante modelo biológico para evaluar la producción de carne en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán.

Materiales y métodos

Las evaluaciones cuyos resultados se sintetizan en el presente trabajo iniciaron en el año 2010 en los sistemas experimentales ubicados en el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (CIAP-INTA, Leales, Tucumán). Los sistemas experimentales en estudio corresponden a un Sistema Silvopastoril (S) y un Sistema Pastoril (P). El suelo es un *Haplustol fluvacuentico* (Soil Taxonomy, USDA). El componente pastoril es una pastura de *Chloris gayana* cv Epica INTAPemán (Grama Rhodes Epica) sembrada en enero de 2010. El componente arbóreo es una plantación de *Prosopis alba* (Algarrobo) lograda en el año 1998 en un marco de 10 m x 10 m. En ambos sistemas se recrían vaquillonas Braford.

Las metodologías de evaluación utilizadas se encuentran descriptas en los trabajos citados en la bibliografía del presente trabajo.

Resultados

Los resultados obtenidos para las diferentes variables estudiadas tanto en el suelo (Corbella et al, 2015; Viruelet al, 2015) como en la pastura (Torres et al, 2016) y en la producción de carne (Martínez Calsina et al, 2015) muestran diferencias entre sistemas.

Corbella et al (2015) encontraron que en el S bajo canopia arbórea los valores de Carbono orgánico (CO, g.kg-1 suelo) fueron significativamente mayores comparados con P en las tres profundidades estudiadas (1,50 vs 1,18 en 0-20 cm, 0,65 vs 0,39 en 20-50 cm y 0,19 vs 0,12 en 50-100 cm). A su vez, en ambos tratamientos el CO disminuyó significativamente al aumentar la profundidad. Los valores de las fracciones de carbono (COPa: Carbono orgánico particulado y COPe: Carbono orgánico pesado) presentaron una tendencia similar a lo observado en CO (Corbella et al, 2015). Comportamientos similares a P se encontraron en las muestras tomadas de las entrecopas de S.

Viruel et al (2015) estudiaron el comportamiento de variables bioquímicas y microbiológicas en los primeros 20 cm del suelo. Bajo la canopia arbórea se encontraron mayores contenidos de CO, materia orgánica (MO) y Nitrógeno total (Nt) comparados con P. Los valores obtenidos de actividad FDA, respiración edáfica (RE), carbono de biomasa microbiana (CBN) y número de heterótrofos totales no fueron diferentes, aunque sí ligeramente superiores en S comparado con P. Estos estudios permiten inferir que la incorporación de árboles en el sistema favorece la nutrición edáfica debido al aporte de nutrientes (Viruel et al, 2015).

Torres et al (2016) informaron mayor producción de carne (kg.ha-1) en S comparado con P y lo explicaron en gran medida por la mayor producción de biomasa forrajera. Resultados similares encontraron Martínez Calsina et al (2015), con una diferencia promedio de 47,4 kg.ha1 a favor del S. Sin embargo, frente a un estrés hídrico severo (56% del tiempo experimental bajo estrés) ambos sistemas evaluados mostraron pérdidas significativas de producción, aunque en menor cuantía para S comparado con P (Martínez Calsina et al, 2015).

Conclusiones

Cabe destacar que si bien la producción de carne, como variable integradora de los efectos de los componentes de los sistemas estudiados, fue mayor en el sistema silvopastoril comparado con el pastoril, se encontraron diferencias en el comportamiento de las variables de suelo y de pastura bajo canopia arbórea comparadas con la entrecopa y con la pastura pura. Siendo los valores encontrados para la entrecopa similares a la pastura pura. Estos hallazgos coinciden con diversos autores que indican que la incorporación del árbol genera cambios en el microclima bajo canopia arbórea que redundan en diferencias en la dinámica del agua y en el ciclado de nutrientes. A su vez, las diferencias entre los resultados obtenidos bajo canopia arbórea y entrecopa indican que el efecto del árbol es local y específico del área de influencia de la copa. Efecto que toma relevancia en sistemas de baja densidad arbórea como el estudiado (86 árboles/hectárea). Es importante recalcar también, que las diferencias entre sistemas se acentúan en los años de mayor severidad de déficit hídrico.

Las evaluaciones en los sistemas en estudio se mantendrán durante tres años más para complementar los resultados obtenidos y conocer el efecto del tiempo en las variables en estudio.

Bilbiografía

CORBELLA, RD; BANEGAS, N; CALDEZ, LB; LUCHINA, J; PLASENCIA, AM; MARTINEZ CALSINA, L; CEBALLOS, RB; GARCÍA, JR. 2015. Influencia de las formas de carbono orgánico en las propiedades edáficas en un sistema silvopastoril de Tucumán, Argentina. En 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles - VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

MARTINEZ CALSINA, L; LARA, JE; SUÁREZ, FA; BALLÓN, M; PÉREZ, PG; VEGA, H; TORRES, JC; CORBELLA, R; PLASENCIA, A; CALDEZ, L; BANEGAS, N; LUCHINA, J; NASCA, JA; PEREZ, HE; BOTTEGAL, D; ZIMERMAN, M. 2015. Producción de carne en un Sistema Silvopastoril de Algarrobos y Grama Rhodes de la Llanura Deprimida de Tucumán, Argentina. En 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles - VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

TORRES, JC; PÉREZ, PG; DOS SANTOS, D; LARA, JE; MARTÍNEZ CALSINA, L. 2016. Biomasa forrajera y producción animal de un sistema silvopastoril y de un pastoril, bajo dos niveles de carga animal. 39° Congreso Argentino de la Asociación Argentina de Producción Animal, Tandil, Argentina.

VIRUEL, E; LUCHINA, J; CORBELLA, R; MARTINEZ CALSINA, L, PLASENCIA, A; BANEGAS, N. 2015. Monitoreo de suelo de un sistema silvopastoril en la Llanura deprimida salina de Tucumán a través del estudio de variables bioquímicas y microbiológicas. CONEBIOS IV, Esquel, Chubut, Argentina.

Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas, herramientas para la adaptación a cambio climático de las fincas ganaderas en América Central[9]

Cristóbal Villanueva[10], Francisco Casasola[11], Muhammad Ibrahim[12], Claudia Sepúlveda[13], Ney Ríos[14]

Resumen

La ganadería tradicional en muchos casos está relacionada con bajos índices de productividad, rentabilidad e impactos ambientales negativos. Los sistemas silvopastoriles y las buenas prácticas ganaderas constituyen estrategias para mejorar los indicadores económicos, sociales y ambientales en las fincas ganaderas. También, tienen un potencial de adaptación al cambio climático tanto en sequías prolongadas como en períodos de mucha lluvia, lo que hace que disminuya el grado de vulnerabilidad económica y ambiental de las empresas agropecuarias. En algunas regiones de Centroamérica, los productores ganaderos, por conocimiento local y/o adquirido reconocen la importancia económica, social y ambiental de los sistemas silvopastoriles y de las buenas prácticas ganaderas. Además, los relacionan con funciones para la adaptación al cambio climático, como fuente de recursos alimenticios en períodos de sequías prolongadas, regulación del clima, incremento de la resiliencia de los sistemas ganaderos ante el cambio climático.

Palabras Clave: América Central, buenas prácticas ganaderas, cambio climático

Abstract

Traditional livestock farming is often associated with low productivity, profitability and negative environmental impacts. Silvopastoral systems and good livestock practices are strategies to improve economic, social and environmental indicators in cattle farms. They also have the potential to adapt to climate change both in prolonged droughts and in periods of heavy rainfall, which reduces the degree of economic and environmental vulnerability of agricultural enterprises. In some regions of Central America, livestock producers, through local and / or acquired knowledge, recognize the economic, social and environmental importance of silvopastoral systems and good livestock practices. In addition, they are associated with functions for adaptation to climate change, as a source of food resources in periods of prolonged droughts, climate regulation, increasing the resilience of livestock systems to climate change.

Introducción

En Centroamérica se reporta que las áreas dedicadas a la ganadería, varían entre 10 a 13,6 millones de hectáreas (Kaimowitz 2001, Acosta y Díaz 2014). Se estima que alrededor de un 50% de las áreas se encuentran en un estado avanzado de degradación (Szott *et al.* 2000, Wassenaar *et al.* 2007). Esto conlleva a que se presenten pérdidas significativas en la productividad de las fincas y degradación de los recursos

[9] Conferencia presentada en la Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Córdoba. Argentina

[10] Especialista en Ganadería Sostenible, Programa Agricultura, Ganadería y Agroforestería. CATIE, Costa Rica

[11] Consultor Adjunto en Ganadería sostenible al Programa Agricultura, Ganadería y Agroforestería

[12] Director General del CATIE

[13] Coordinadora del grupo de Ganadería del CATIE

[14] Investigador del Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático (PBByCC) del CATIE

naturales. Betancourt *et al.* (2007) encontró en el norte de Guatemala reducciones de ingresos por leche que varían entre USD$ 42,0 y 157,7 USD$ ha^{-1} $año^{-1}$ en pasturas con degradación leve y muy severa respectivamente. Mientras, que si el escenario es explotado para carne las reducciones en los ingresos oscilan entre USD$ 45,9 y 144,4 ha^{-1} $año^{-1}$ para cada condición de pastura respectivamente.

Los problemas se agravan con los cambios inesperados del clima (temperatura, lluvias y tormentas), como parte del cambio climático, con efectos diferentes según la zona de vida. En zonas de trópico húmedo, los suelos se saturan de agua, lo cual está ocasionando problemas en la disponibilidad de forrajes, compactación y erosión de suelos. En algunos sitios, el efecto es más complicado y ocurren fenómenos como deslizamientos e inundaciones. Mientras, en zonas de trópico seco, donde se marcan dos épocas (seca y lluviosa) la situación es crítica. Por ejemplo, en la época de lluvias, en casos de tormentas los problemas llegan a asemejarse a lo que ocurre en el trópico húmedo. En la época seca, el periodo tiende a a ser más largo y con mayor temperatura, lo cual afecta la cantidad y calidad de alimento disponible, trayendo esto como consecuencia una mayor tasa de mortalidad de animales, disminución en la producción de leche y carne, pérdida en la rentabilidad y movilización de personas del campo hacia la ciudad. En ambas zonas agroecológicas, el cambio climático está amenazando la seguridad alimentaria de las familias (rurales y urbanas), la salud de los ecosistemas y la rentabilidad de las empresas agropecuarias.

Sin embargo, existen buenas prácticas ganaderas como los sistemas silvopastoriles, el manejo racional de pasturas, bancos forrajeros de gramíneas, conservación de forrajes (ensilaje, hensilaje, henolaje, otros), gestión integral del agua, manejo integral del estiércol, salud del hato, la selección de animales genéticamente mejor adaptados al clima y el manejo adecuado del ganado. Todas las anteriores le confieren a los sistemas ganaderos estrategias de adaptación importantes para hacer frente el cambio climático, incrementar la productividad y rentabilidad de de las fincas. También, contribuir a la conservación de la biodiversidad y al desarrollo de modelos de producción con bajas emisiones de carbono.

El objetivo de esté artículo es analizar el papel de las buenas prácticas ganaderas como estrategias para la adaptación ante el cambio climático. Además, se espera que el presente documento sirva para motivar a técnicos, extensionistas y tomadores de decisiones a promover sistemas de producción ganaderos sostenibles, que incorporen en fincas ganaderas buenas prácticas que garanticen a los productores una mayor resiliencia de los ganaderos ante el cambio climático y una mayor estabilidad de los sistemas productivos especialmente para las futuras generaciones.

Situación de los sistemas de producción bovinos tradicionales ante el cambio climático.

Los sistemas de producción bovinos tradicionales presentan baja productividad de carne y leche en el trópico, pues la alimentación de los animales se realiza con pasturas de baja calidad y producción de materia seca (MS) especialmente en la época seca. Por ejemplo, el pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en la época seca presenta indicadores de calidad de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de hasta 3,0 y 30,0 % respectivamente (Holmann 2001).

En la época seca, la disponibilidad de pastos varía según la especie mejorada, nativa o naturalizada. En el caso de las primeras, la especie del genero *Brachiaria* spp presenta valores de 900 kg MS ha^{-15}, y en el segundo grupo la especie *H. rufa* ofrece 640 kg MS ha^{-1}. En ambos casos representa el 20% de la

[15] Rojas Morales, V. 2008. Capacitación participativa de productores en la zona Sur de Costa Rica (Entrevista). Coto Brus, CR. Productor ganadero. Comunicación personal.

disponibilidad de pasto lograda en la época de lluvias (Holmann 2001). Es importante mencionar, que en algunas regiones de Centroamérica los pastos nativos o naturalizados detienen totalmente su producción (se secan), porque entran a un estado de letargo o descanso fisiológico a causa de la ausencia de agua y flujo de nutrientes. Este es un período crítico para el productor y cuando no cuentan con estrategias de alimentación complementarias a las pasturas, los animales pierden peso, no producen poca leche, pierden condición corporal y en algunos casos algunos de ellos llegan a morir. En los últimos años, el periodo de la época seca se ha alargado (por ejemplo, más de 5 meses en algunas zonas) lo cual ha reducido enormemente el desempeño productivo y economico de las fincas.

De igual manera en algunas zonas de trópico húmedo se presentan situaciones críticas por la ocurrencia de lluvias continuas en períodos prolongados, este fenómeno tiende a repetirse con mayor intensidad como parte del cambio climático en los últimos años. En estas épocas, la compactación del suelo por el ganado es significativa; además la producción de leche del ganado se reduce más del 20%[1], porque los animales no logran cubrir los requerimientos nutricionales por bajo consumo de materia seca a causa del alto contenido de agua o contaminación de pasto por medio de lodo (mezcla de suelo y agua).

Para hacer frente al cambio climático existen una serie de buenas prácticas que el productor puede implementar en su finca para contar con suficiente forraje de alta calidad para hacer frente a fenómenos inducidos por el cambio climático. Entre ellos se mencionan el establecimiento de bancos forrajeros de caña, pastos de corte y acarreo, bancos de ramoneo, siembra de forrajes, la presencia de leñosas en potreros y cercas vivas, y el mejoramiento genético de los animales.

Bancos forrajeros de leñosas

Existe una gran diversidad de especies leñosas (árboles y arbustos) que pueden ser manejadas como bancos forrajeros, adaptadas a zonas con baja y alta disponibilidad de precipitación, con relativo alto valor nutricional y potencial de utilización en la suplementación animal (Flores 1994, Holguín e Ibrahim 2005; Arronis 2009; Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies leñosas de uso común como bancos forrajeros para la alimentación animal.

Especie	Zona de vida[1]	PC (%)[2]	DIVMS (%)[3]	Rendimiento de forraje (t MS ha^{-1} $año^{-1}$)
Tithonia diversifolia	bh-T, bsh-T	25	85	26

Trichantera gigantea	bh -T	16	58	10
Morus alba	bh-T	23	80	22
Cratylia argéntea	bh-T, bsh-T	19-22	48	8-12[4]
Leucaena leucocephala	bsh-T, bs-T	19-26	56	3,3 – 18,9[5]
Guazuma ulmifolia	bsh-T, bs-T	13-17	48	10-12[6]
Gliricidia sepium	bh-T, bsh-T, bs-T	15-22	60	5,5-20[7]
Erythrina poeppigiana	bh-T	27	50	11-20[8]
Erythrina berteroana	bht-T, bsh-T, bs-T	23	56	20,9[9]
Albizia lebbeck	bsh-T, bs-T	20-29[12]	58[11]	1,7 -3,7[10]

Fuente: Adaptado de Holguín e Ibrahim (2005).

1 bh-T: bosque húmedo tropical; bsh-T: bosque subhúmedo tropical; bs-T: bosque seco tropical.

2 3 4 5 PC: Proteína cruda; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Argel et al. 2001; Simón et al. 2005, Martínez *et al.* 1990; [6]Gosz *et al.* 1978, Pezo 1982; [7] Urbano *et al.* 2004, Zárate 1987; [8]Benavides *et al.* 1995; [9]Romero *et al.* 1993; [10]Lowry *et al.* 1994; [11]Cárdenas *et al.* 2003; [12]Hernández *et al.* 2001. Arronis, 2009; Benavidez 1994; Tropical forrages 2017.

Las leñosas forrajeras (Cuadro 1) tienen la capacidad de producir forraje de alta calidad el cual puede ser consumido fresco o ensilado. Cuando se proporciona en la dieta una cantidad apropiada de la leñosa forrajera y se cubren los requerimientos nutricionales de mantenimiento y producción del ganado especialmente durante épocas críticas es posible producir satisfactoriamente. Los bancos forrajeros constituyen una alternativa para reducir la presión de pastoreo que desencadena la degradación de las pasturas, tanto en época seca en el trópico subhúmedo o seco o durante períodos de mucha lluvia en el trópico húmedo (Turcios 2008).

Los bancos forrajeros pueden ser utilizados bajo corte y acarreo, ramoneo y ramoneo más pastoreo (Cruz y Nieuwenhuyse 2008). El consumo de materia seca en las diferentes modalidades puede llegar hasta el 0,5% del peso vivo de los animales (Mahecha *et al.* 2005). En bancos para ramoneo se recomiendan períodos de 3 a 4 horas por día para que los animales puedan consumir la cantidad suficiente de proteína por día para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción.

Con respecto a la producción de leche, vacas doble propósito suplementadas con forraje de leñosas pueden producir hasta 6,0 kg vaca^{-1} día^{-1} en la época seca (Ibrahim *et al.* 2001, Lobo y Acuña 2001) y hasta 7,4 kg vaca^{-1} día^{-1} en la época lluviosa (Camero *et al.* 2001; Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de leche en vacas en sistemas doble propósito alimentadas con forraje de leñosas y otros suplementos.

Ecosistema	Suplementación	Prod. de leche (kg vaca^{-1} día^{-1})	Época	Referencia
Bosque subhúmedo tropical[1]	Pollinaza + melaza	5,9	Seca	Ibrahim *et al.* 2001
	Caña de azúcar + pollinaza + salvado de trigo	6,0		
	Caña de azúcar + *C. argentea* + salvado de trigo	6,1		
Bosque subhúmedo tropical	Caña de azúcar + pollinaza + semolina	5,3	Seca	Lobo y Acuña 2001
	Caña de azúcar + *C. argentea* fresca + semolina	5,5		
	Caña de azúcar + *C. argentea* ensilada + semolina	5,1		
Bosque húmedo tropical[2]	*Eritrina poeppigiana*	7,3	Lluviosa	Camero *et al.* 2001
	Gliricidia sepium	7,4		

1 2
Dieta base fue *Hyparrhenia rufa. Dieta base fue heno de H. rufa.*

En términos de carne, la tendencia es similar a la leche y la ganancia de peso vivo en el ganado puede superar 1 kg animal^{-1} día^{-1} (Ibrahim *et al.* 2000, Pérez *et al.* 2002, Burle *et al.* 2003, Jiménez 2007; Cuadro 3). La respuesta del animal (leche y/o carne) dependerá de la calidad y disponibilidad de la dieta basal (sea pasto de piso o de corte/acarreo) y de los otros suplementos proteicos y/o energéticos. Por otro lado, los análisis financieros de los bancos forrajeros, en términos de tasa interna de retorno, son positivos y varían entre 17 y 35 % (Jansen *et al.* 1997, Jiménez 2007, Sánchez 2007, Turcios 2008).

Lo anterior refleja el potencial de los bancos forrajeros de leñosas para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas mediante la implementación de los sistemas ganaderos, en especial durante las sequías prolongadas, o periodos de lluvias extremos y para mantener una rentabilidad del sistema. Con estas características sobresalen las especies leñosas *Tithonia diversifolia*, *Trichantera gigantea*, *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea* y *Albizia lebbeck*.

Cuadro 3. Ganancia de peso vivo en toretes de engorde suplementados con forraje de leñosas.

Ecosistema	Pastura (dieta base)	Suplementación	Ganancia de peso vivo (kg animal^{-1} día^{-1})	Época	Referencia
Bosque subhumedo tropical	*Cynodon nlemfluensis*	Dieta base *Gliricidia sepium*	0,37 0,47	Lluviosa	Pérez *et al.* 2002
Bosque seco tropical	*Brachiaria decumbens*	*Leucaena leucocephala*	0,60	Seca	Burle *et al.* 2003.
Bosque subhumedo tropical	*Brachiaria decumbens*	*Leucaena leucocephala*	0,49	Seca	Jiménez 2007
Bosque húmedo tropical	Pasturas mixtas[1]	*Erythrina berteroana*	0,48	Lluviosa	Ibrahim *et al.* 2000

[1] *Paspalum fasciculatium*, *Axonopus compressus* y *Cynodon nlemfuensis*

Chuncho (2010) en un estudio realizado en Matiguas Nicaragua menciona que en general la producción promedio de leche en sistemas de producción convencionales fueron de 2,27 y 3,39 kg/vaca/día en la época seca y lluviosa respectivamente; mientras que en sistemas ganaderos con presencia de sistemas silvopastoriles las producciones fueron de 3,79 y 5,01 kg/vaca/día para la época seca y lluviosa respectivamente.

Los datos de producción de leche por épocas y entre sistemas de producción (convencional y silvopastoril), mostraron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$). Las diferencias se deben posiblemente al tipo de alimentación que recibió el ganado en estado de lactancia; por un lado los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles, diariamente brindaron en época seca un promedio de 10,87 kg de materia verde/vaca y los ganaderos con sistemas convencional 12,90 kg de materia verde/vaca de pasto de corte. Estos dos valores de alimentación diaria no presentaron diferencia significativa ($p>0,05$); sin embargo, los ganaderos con sistemas silvopastoriles les ofrecieron king grass verde, Cratilya y madero negro (relación 2:2:1:0,5 respectivamente), mientras que los ganaderos con sistemas convencionales les ofrecieron únicamente caña de azúcar y king grass verde. Las leguminosas king grass verde y caña de azúcar son de baja calidad, con un contenido de proteína entre 7 y 10% y 3,6 y 10% respectivamente mientras que las leguminosas arbustivas Cratilya y madero negro presentan contenidos de proteína de 18 a 30% y de 20 a 30% respectivamente.

Lo anterior refleja el potencial de los bancos forrajeros de leñosas y gramíneas para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas mediante la implementación de los sistemas ganaderos, en especial durante las sequías prolongadas, o periodos de lluvias extremos y para mantener una rentabilidad del sistema.

Campos, 2011 en la región Chorotega en Costa Rica determinó que los sistemas intensivos y semiintensivos presentaron áreas de bancos forrajeros de 2,4 y 1,6 ha respectivamente y a su vez estas presentaron descargas de animales durante la época seca de 0% y 22% mientras en los sistemas de producción extensivos las descargas de animales fueron del 35 % y los animales que quedaron en las fincas presentaron al final del verano una pobre condición corporal. Las fincas extensivas también presentaron mayores gastos en suplementación externa. Una medida de adaptación fundamental en las fincas ganaderas del trópico

seco en Costa Rica para hacer frente a los veranos que cada vez suelen ser mas extensos consiste en el establecimiento de bancos forrajeros.

Aporte de los árboles en potreros para la adaptación del sistema ganadero al cambio climático.

Los árboleso arbustos dispersos o en grupos en potreros juegan un papel muy importante como estrategia de adaptación al cambio climático en fincas ganaderas en América central. En las diferentes zonas agroecológicas los productores mantienen entre 68 a 107 especies de leñosas (Villanueva *et al.* 2004, Ruiz *et al.* 2005, Villanueva *et al.* 2007).

Las pasturas con una cobertura arbórea entre 20 y 30% ofrecen beneficios a nivel económico y ecológico en comparación con aquellas pasturas degradadas, con pocos o sin árboles. Los árboles en potreros aportan sombra al ganado y crean un microclima que les permite a las vacas incrementar la producción de leche entre un 10 a 22% en con vacas pastoreando a plena exposición solar Esto se atribuye a que bajo sombra de los árboles se presenta una menor temperatura ambiental, que reduce el estrés calórico del ganado, y hace que las vacas presenten una baja tasa respiratoria, gasten menos energía y consuman mas alimento (Souza 2002, Betancourt *et al.* 2003; Cuadro 4 y Cuadro 5).

Cuadro 4. Influencia de la sombra de árboles dispersos en potrero sobre la producción animal en época seca.

Ecosistema	**Sistema de producción**	**Cobertura arbórea (%)**	**Producción de leche (kg/vaca/día)**	**Referencia**
Bosque subhumedo tropical	Doble propósito	Baja (0 – 7%)	3,1	Betancourt *al. et* 2003
		Alta (22 – 30 %)	4,1	
Bosque húmedo tropical	Leche	Media (10 – 15%)	12,7	Souza 2002
		Sin sombra (0%)	11,1	

Cuadro 5. Tasa respiratoria de vacas lecheras y temperatura ambiental bajo sombra de árboles y a pleno sol en potreros.

Indicador	**Potreros con sombra**	**Potreros sin sombra**
Tasa respiratoria (respiraciones minuto^{-1})	65	80
Temperatura ambiental (^{o}C)	26,3	27,2

Fuente: Souza 2002.

En los próximos años, los pronósticos mundiales indican aumentos en la temperatura global del planeta. Por lo tanto, el rol de las leñosas en los potreros de los sistemas ganaderos será relevante para el confort térmico del ganado, la oferta de recursos alimenticios en la época seca y para mejorar los aspectos reproductivos de los hatos.

Además de la sombra, algunas especies de árboles dispersos en potrero producen frutos que son consumidos por los animales en la época seca, cuando se reduce la disponibilidad y calidad del pasto. En

general la calidad de los frutos de los árboles es superior que la de los pastos en el período de sequía (Casasola *et al.* 2001, Esquivel 2007; Cuadro 6). La respuesta de los animales en carne y/o leche dependerá de la cantidad, composición de especies y distribución espacial de los árboles en los potreros. Esquivel (2007) en una simulación de escenarios con diferentes niveles de cobertura arbórea y composición de especies, encontró que las mejores respuestas de producción de carne se logran en el escenario con una cobertura arbórea entre 20 – 30% y con predominio de las especies *Samanea saman* (alta producción de frutos) y *Tabebuia rosea* (maderable), ambas presentan un tipo de copa de mediana transmisión de luz solar.

Cuadro 6. Producción y calidad de frutos de especies leñosas comunes y de los pastos en potreros donde crecen las leñosas.

Especies	**Producción de frutos por árbol (kg)**	**PC (%)[3]**	**DIVMS (%)[4]**
Leñosas			
Guanacaste (*Enterollobium cyclocarpum*)	86,0	13,1	67,8
Carbón *(Acacia pennatula)*[1]	52,0	13,0	46,0
Cenízaro (*Samanea saman*)	36,1	15,6	71,1
Guacimo (*Guazuma ulmifolia*)	26,4	7,5	63,3
Coyol (*Acrocomia aculeata*)	8,6	5,5	66,4
Gramíneas	--		
Brizanta (*Brachiaria brizantha*)		4,9	46,2
Jaragua (*Hyparrhenia)*[2] *rufa*)		4,5	40,0

Fuente: Esquivel 2007; [1]Casasola *et al.* 2001; [2]Franco 1997. [3]PC: Proteína Cruda; [4]DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Aporte de las cercas vivas en la adaptación de los sistemas de producción ganaderos ante el cambio climático

Con respecto a la adaptación al cambio climático, las cercas vivas brindan funciones como sombra para el ganado y forraje para la alimentación animal a lo largo del año. Estas condiciones permiten que el sistema sea mas resiliente a los efectos del clima como altas temperturas y periodos largos de sequía.

Las cercas vivas ofrecen sombra para mejorar le confort del ganado en los potreros y con ello reducir el estrés calórico. En un estudio realizado en la finca de CATIE, zona de bosque muy húmedo pre montano, se tuvo un grupo de 20 vacas Jersey en producción de leche que tuvieron acceso a potreros con sombra de cercas vivas y potreros sin sombra. Las vacas que tuvieron sombra mostraron una tasa respiratoria menor que aquellas en potreros sin sombra (Cuadro 7). En ese sentido, las vacas que tuvieron un mayor bienestar en el potrero mostraron una producción de leche que fue entre el 15 y 20% superior que las vacas en potreros sin sombra. Un mejor confort o bienestar del ganado le permite incrementar el consumo de pasto, aumentar la eficiencia en el uso del agua y de energía para producción de leche y/o carne (Villanueva et al. 2016).

El estrés calórico también tiene implicaciones a nivel reproductivo, donde esta relacionado con los efectos siguientes: disminución de la intensidad de celos, la concepción de las vacas puede verse afectada entre un

30-40% del hato lechero, muerte embrionaria que ocurre entre los 4-5 días y entre los 24-30 días de la concepción. Estos trastornos en la reproducción significan una ampliación del intervalo entre partos y reducción del número de vacas en producción que afectarán la eficiencia económica de la finca (Lozano et al. 2010).

En el caso de la finca de CATIE, el sistema de registros indica que cada día adicional arriba del periodo normal del intervalo entre partos (365 días) tiene un costo de oportunidad/vaca de aproximadamente 5 $US. Este valor procede del ingreso neto por la producción de leche que se deja de producir en esa condición fisiológica.

Cuadro 7. Efecto de los potreros con y sin sombra de cercas vivas en la tasa respiratoria de vacas lecheras raza Jersey. Turrialba, Costa Rica.

Epoca*	Variables	Hora	Potreros con sombra de cercas vivas	Potreros sin sombra de cercas vivas
Baja precipitación	Tasa respiratoria (no./min)	08:00	51.58±0.52	54.44±0.68
	Tasa respiratoria (no./min)	09:00	59.91±0.73	65.64±1.00
	Tasa respiratoria (no./min)	11:00	71.04±0.81	74.35±1.14
Alta precipitación	Tasa respiratoria (no./min)	08:00	59.01±0.5	63.62±0.68
	Tasa respiratoria (no./ min)	09:00	66.96±0.60	72.68±0.64
	Tasa respiratoria (no./ min)	11:00	76.28±0.68	80.94±0.62

Fuente. Villanueva et al. (2016).

Impacto de los sistemas silvopastoriles en el recurso hídrico

Una de las consecuencias más importantes del establecimiento de SSP es el impacto de los árboles y arbustos sobre el balance hídrico del sistema, ya que cuando leñosas y las pasturas comparten el mismo espacio, la menor temperatura presente en el estrato herbáceo bajo la copa de los árboles provoca una disminución en la tasa de transpiración a través de los estomas y menor evaporación (Wilson y Ludlow 1991). Esto puede retrasar o evitar estrés hídrico, característico del período seco. Las leñosas perennes afectan la dinámica del agua: i) actuando como barreras que reducen la escorrentía; ii) reducenel impacto de las gotas (cobertura), y iii) mejoran el suelo al incrementar la infiltración y la retención de agua (Young 1997). Estos impactos dependen del tamaño del árbol, principalmente su altura y la cobertura de copa.

Por otro lado, debido a que la radiación solar sobre las pasturas es menor hasta en un 35% bajo la cobertura de los árboles (Belsky 1992, Bolívar *et al.* 1999), las tasas de evapotranspiración son menores en sistemas

de pasturas sombreadas que en pasturas puras, especialmente donde estas están expuestas a fuertes vientos. Esto conlleva a que se conserve mayor humedad del suelo bajo la copa de los árboles, comparado a suelos con pasturas a pleno sol. Se han encontrado reducciones de temperatura bajo la copa de los árboles de 2-9°C (Wilson y Ludlow 1991, Reynolds 1995), en comparación con áreas abiertas.

Asimismo, un estudio llevado a cabo en el trópico seco de Costa Rica evidencia que la presencia de árboles en potreros (*Pithecellobium saman, Diphysa robinioides* y *Dalbergia retusa*) no afecta el uso de agua de las pasturas (*Brachiaria brizantha,* y *Hyparrhenia rufa*). Estos resultados indican una posible coexistencia de estos árboles y especies de pasto en sistemas silvopastoriles aumentan la eficiencia en el uso del agua (Andrade 2007).

Investigaciones llevadas a cabo en Costa Rica y Nicaragua con la finalidad de conocer el comportamiento hidrológico en sistemas ganaderos tradicionales y silvopastoriles, muestran que pasturas nativas sobrepastoreadas presentan una escorrentía superficial cuatro veces mayor al Tacotal (vegetación secundaria), dos veces mayor a la pastura mejorada con árboles y de siete veces mayor al banco forrajero (Cuadro 8). Esto sugiere que pasturas arboladas y con una buena cobertura herbácea a través del año, son eficientes en la captación de agua de lluvia debido a que incrementan la infiltración (lo cual beneficia la recarga y sustento del agua subterránea) y presentan menor escorrentía superficial, disminuyendo la erosión laminar (Ríos *et al.* 2007).

Cuadro 8. Escorrentía superficial e infiltración de sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica.

SISTEMA	**Escorrentía superficial (%)**		**Infiltración prom (cm h^{-1})[1]**	
	Nicaragua	**Costa Rica**	**Nicaragua**	**Costa Rica**
Pastura nativa sobrepastoreada[2]	27	48	0,03	0,07
Pastura mejorada con árboles[3]	15	14	0,81	0,23
Banco forrajero[4]	4	5	0,46	0,75
Bosques secundario intervenido	7	10	0,96	3,54

Fuente: Ríos *et al.* 2007. [1]Infiltración promedio a una hora de iniciada la prueba. [2]Sistema sin árboles y pastoreo continúo. [3]Con una densidad de árboles ≥30 árboles ha^{-1} y una riqueza que va de 4 a 30 especies de árboles. [4]Nicaragua: pasto King grass *(Pennisetum purpureum x P. tiphoides)* y Costa Rica: la leñosa *Cratylia argentea.*

Referente a la calidad del agua, se ha encontrado que en las fincas ganaderas este recurso es afectado por los diferentes usos de suelo, presentando mejores índices de calidad aquellos cuerpos de agua que cuentan con mayor cobertura vegetal, como los bosques riparios y áreas de menos intervención humana como nacientes (Figura 1; Auquilla 2005).

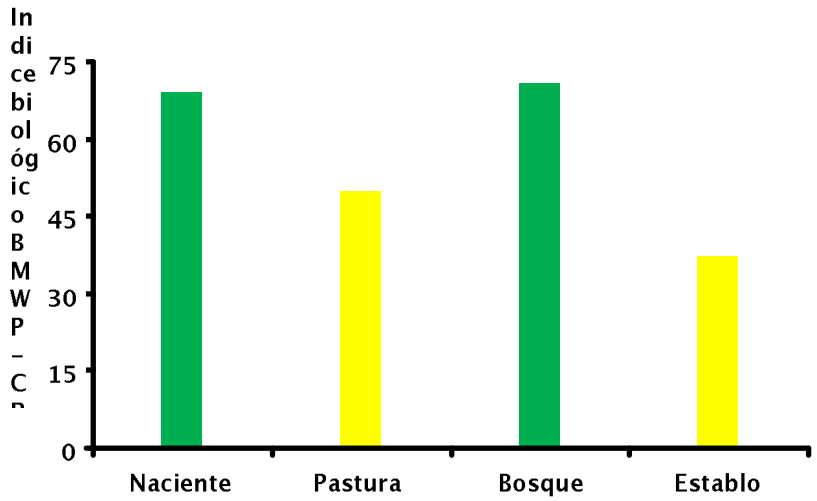


Figura 1. Calidad del agua según índice BMWP-CR en sistemas evaluados en la Subcuenca del Río Jabonal, Esparza, Costa Rica.
Donde BMWP-CR: Biological Monitoring Working Party- modificado para Costa Rica. **Fuente:** Adaptado de Auquilla 2005

Ante este contexto, en cuencas ganaderas es necesario implementar sistemas silvopastoriles en lugar de sistemas ganaderos tradicionales (como pasturas en monocultivo), ya que cuando se asocia pasto, vegetación arbustiva y arbórea, se pueden atrapar sedimentos y nutrientes, teniendo efectos positivos en la salud de los sistemas acuáticos (Cárdenas *et al.* 2007).

Impacto de los árboles en el aporte de nutrientes al suelo

Sandoval 2006, evaluó la cantidad de nutrientes que pueden reciclar los árboles de (*Pithecellobium saman* y *Guazuma ulmifolia*) sistemas silvopastoriles, se evaluaron tres árboles de *P. saman* y tres de *G. ulmifolia*, con ocho trampas redondas de 1 m^2 por árbol, cuatro a mitad de copa y cuatro a tres metros afuera del borde de copa, siguiendo las direcciones de los puntos cardinales (N, S, E, O). La fertilidad de los suelos con influencia de los árboles *P. saman* aportó 8,6 kg de N, 0,4 kg P y 2,2 kg K $árbol^{-1}$; mientras que con influencia de *G. ulmifolia* el aporte fue de 1,3 kg de N, 0,2 kg de P y 1 kg de K $árbol^{-1}$.

Otros beneficios de los árboles.

En términos ecológicos, en potreros arbolados y con buena cobertura de la pastura incrementan la biodiversidad (Sáenz *et al.* 2007) y se logra un mayor secuestro de carbono (Ibrahim *et al.* 2007) en áreas de pasturas arboladas y bosques que en pasturas degradadas.

Los beneficios hidrológicos que los sistemas silvopastoriles brindan podrían ser traducidos en pagos a productores que manejen sistemas ganaderos amigables con el ambiente. Por lo tanto, un manejo adecuado de fincas ganaderas en el trópico, implica la introducción del componente leñoso en pasturas y el manejo de fragmentos de bosques en aquellas zonas criticas (áreas de recarga hídrica, nacientes o vulnerables a deslizamientos) con la finalidad de sostener la base productiva y económica de la finca y simultáneamente conservar su integridad.

Genética animal

Una de las estrategias de adaptación ante el cambio climático empleadas en ganadería es la selección de razas o cruces mejor adaptadas a las condiciones agroecológicas y clima donde se encuentra la explotación pecuaria. También, en algunos casos se tiene que pensar en el uso de otras especies pecuarias para mantener o mejorar los medios de vida, la seguridad alimentaria y nutricional y la conservación de los recursos naturales en los agropaisajes.

Con base a lo anterior, la lechería del CATIE ubicada en una zona de bosque húmedo tropical ha implementado un programa de cruzamientos tomando como base la raza Jersey, con el fin de identificar el perfil racial que exprese el mejor comportamiento productivo, económico y gestión ante el cambio climático. Los resultados preliminares indican que las vacas cruzadas como las de triple cruza (Jersey X Holstein X Sahiwal) y las F1 (Jersey X Gir) presentan una mayor producción de leche por lactancia que las vacas Jersey con rendimiento de 5200, 5000 y 4900 kg por vaca respectivamente (Datos sin publicar). Las vacas cruzadas, por la genética *Bos indicus* que tienen, han mostrado mayor capacidad de tolerancia al estrés calórico, a parasitos externos e internos y una mayor habilidad para consumo de materia seca en potrero. Dichos rasgos funcionales del ganado podrían influir en una mayor eficiencia económica y ambiental de los sistemas de producción bovina.

Indice de resiliencia ante el cambio climático

En las regiones como parte de los programas de gestión de riesgo ante el clima se pueden establecer mapas de vulnerabilidad al cambio climático o llevar a cabo evaluaciones rápidas a nivel de finca para determinar el índice de resiliencia.

Campos (2011), construyó un índice de resiliencia ante variaciones del cambio climático. Este tomó en consideración indicadores a partir del área de bancos forrajeros de gramíneas y leñosas, de pasturas mejroadas y disponibilidad de fuentes de agua en potreros para el ganado. Con dicha herramienta se encontró que las fincas con un sistema intensivo de producción mostraron un mayor índice de resiliencia en comparación a las fincas con sistema extensivo (0,27 vs 0,23.

Conclusiones

Las buenas prácticas ganaderas como los sistemas silvopastoriles y bancos forrajeros y árboles en potreros, la presencia de bosques y áreas de vegetación secundaria y la genética de los animales constituyen herramientas para la adaptación al cambio climático en los sistemas ganaderos. Los sistemas silvopastoriles ofrecen recursos alimenticios (follajes y/o frutos) para la alimentación animal en la época seca cuando los pastos reducen su disponibilidad y calidad de la materia seca comestible. Además, en zonas con altas temperaturas, la sombra de los árboles mitiga el estrés calórico del ganado lo que contribuye con un incremento en la producción de leche y/o carne.

Debido a que la cobertura de suelo (mantillo y cobertura viva) y arbórea tienen una correlación con la infiltración y escorrentía superficial; por su diseño, los sistemas silvopastoriles son una alternativa de manejo sostenible en cuencas ganaderas debido a que brindan beneficios hidrológicos al contribuir en la infiltración y disminuir la escorrentía superficial, contribuyendo a la recarga y sustento de acuíferos.

Los árboles en potreros realizan importantes aportes de nutrientes en potreros.

La selección de animales mejor adaptados ante el cambio climático, permite a los productores mejorar su productividad en condiciones climáticas adversas y con ello mantener y/o mejorar la producción e ingresos en las fincas.

Las buenas prácticas ganaderas, además de ofrecer una mayor resiliencia al cambio y variabilidad del clima ofrecen otra serie de beneficios como mitigación al cambio climático, conservación de la biodiversidad y generación de servicios ecosistemicos.

Bibliografía

Acosta, A; Díaz, T. 2014. Lineamientos de Política para el Desarrollo Sostenible del Sector Ganadero. FAO. Consultado el 20 de octubre del 2017. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i3764s.pdf

Arronis, V. 2009. Informe final Validación de la utilización del forraje botón de oro (Tithonia diversifolia), en sistemas intensivos de producción de carne en la Región Brunca y en el Pacífíco Central.

Andrade, H. 2007. Growth and water competition in silvopastoral systems with native timber trees in the dry tropics of Costa Rica. PhD. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 166 p.

Argel, PJ; Hidalgo, C; González, J; Lobo, M; Acuña, V; Jiménez, C. 2001. Cultivar Veraniega *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze). Una Leguminosa Arbustiva para la Ganadería de América Latina Tropical. Consorcio Tropileche (CATIE, CIAT, ECAG, MAG, UCR). San José, CR, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 26 p. (Boletín Técnico)

Auquilla, R. 2005. "Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la Subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica." Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 113 p.

Belsky J. 1992. Effects of trees on nutritional quality of understorey gramineous forage in tropical savannas. Tropical Grasslands. 26:12-20.

Benavides, J.E. 1994. Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Volúmenes I y II. CATIE, Costa Rica, 721p.

Benavides, J; Esquivel, J; Lozano, E. 1995. Módulos agroforestales con cabras para la producción de leche. Turrialba, CR, CATIE. 56 p.

Betancourt, H; Pezo, D; Cruz, J; Beer, J. 2007. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en el Chal, Petén, Guatemala. Pastos y forrajes 30(1):169-177.

Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforesteria en las Américas 10(39-40): 47-51.

Bolívar, D; Ibrahim, M; Kass, D; Jiménez, F; Camargo, JC. 1999. Productividad y calidad forrajera de Brachiaria humidicola en monocultivo y en asocio con Acacia mangium en un suelo ácido en el trópico Húmedo. Agroforestería en las Américas 6(23):48-50.

Burle, STM; Shelton, HM; Dalzell, SA. 2003. Nitrogen cycling in degraded *Leucaena leucocephala* - *Brachiaria decumbens* pastures on an acid infertile soil in south-east Queensland, Australia. Tropical Grasslands 37:119-128.

Camero, A; Ibrahim, M; Kass, M. 2001. Improving rumen fermentation and milk production with legume-tree fodder in the tropics. Agroforestry Systems 51:157-166.

Campos, P. 2011. Evaluación de la toma de decisiones de productores ganaderos respecto a las medidas de adaptación a cambio climático en Guanacaste, Costa Rica. CATIE. Tesis Mag Sc Turrialba, CR, CATIE.113 p.

Cárdenas M; Sandoval, C; Solorio, F. 2003. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. Técnica Pecuaria en México 41(3):283294.

Cárdenas, A; Reyes, B; Ríos, N; Woo, A; Ramírez, E; Ibrahim, M. 2007. Impacto de los Sistemas Silvopastoriles en la calidad del agua en microcuencas ganaderas de Matiguás, Nicaragua. Encuentros año 77:70-77.

Casasola, F; Ibrahim, M; Harvey, C; Kleinn, C. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua. Agroforesteria en las Américas 10(30):17-20.

Chuncho, C. 2010. Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio climático que implementan en la época seca los productores de leche en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. Tesis Mag Sc Turrialba, CR, CATIE. 186 p.

Cruz, J; Nieuwenhuyse, A. 2008. El establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína y sistemas en callejones. Turrialba, CR, CATIE. 152 p.

Dagang, ABK; Nair, PKR. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. Agroforestry Systems 59:149-155.

Esquivel, H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica. PhD. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 161 p.

FDL (Fondo de Desarrollo Local, NI). 2008. Productos financieros (en línea). Managua, NI. Consultado 20 oct. 2008. Disponible http://www.fdl.org.ni/productos.es

Flores, O. 1994. Caracterización y evaluación de follajes arbóreos para la alimentación de rumiantes en el departamento de Chiquimula, Guatemala. *In* Benavides, J. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, CR, CATIE. 117- 133 p.

Franco, M. 1997. Evaluación de la calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción doble propósito en el trópico sub húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 74p.

Gosz, J; Holmes, R.; Likens, G. y Borman, F. 1978. El flujo de energía en un ecosistema de bosque. Investigación y Ciencia 20:46-57.

Hernández, I; Simón, L y Duquesne, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbeck*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* asociadas con pasto bajo pastoreo. *In* Sánchez, M; Rosales, M. eds. Agroforestería para la Producción animal en América Latina II. Roma, FAO. 343 p.

Holguín, V; Ibrahim, M. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el manejo de Ecosistemas. Managua, NI, INPASA. 23 p. (Serie Cuadernos de Campo).

Holmann, F. 2001. Beneficios potenciales de nuevo germoplasma forrajero en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua. *In* Holmann, F; Lascano, C. eds. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Cali, COL, CIAT. 75-87 p.

Ibrahim, M; Holmann, F; Hernández, M; Camero, A. 2000. Contribution of Erythrina protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. Agroforestry Systems 49:245-254.

Ibrahim, MA; Franco, M; Pezo, D; Camero, A; Araya, JL. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subhumids tropics of Costa Rica. Agroforestry Systems 51: 167-175.

Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en npaisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforestería en las Américas 45:27 – 36.

Jansen, H; Nieuwenhuyse, A; Ibrahim, M; Abarca, S. 1997. Evaluación económica de la incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas, comparada con sistemas tradicionales de alimentación en la Zona Atlántica de Costa Rica. 4(15):9-13.

Jiménez, A. 2007. Diseño de sistemas de producción ganaderos sostenibles con base a los sistemas silvopastoriles (SSP) para mejorar la producción animal y lograr la sostenibilidad ambiental. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 103 p.

Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical Forest? *In* Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. Wallingford, UK, CABI. p 1-20.

Lobo, M; Acuña, V. 2001. Efecto de la suplementación con *Cratylia argentea* cv. Veraniega fresca y ensilada sobre la producción de leche en vacas en sistemas doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *In* Holmann, F; Lascano, C. eds. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Cali, COL, CIAT. 39-41 p.

Lowry, J; Prinsen, J; Burrows, D. 1994. *Albizia lebbeck* - a promising Forage tree for semiarid regions. *In* Gutteridge, R; Shelton, M. eds. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International. Wallingford, UK. pp. 75-83.

Lozano, R; Asprón, M; Vasquez, C; González, E; Aréchiga, C. 2010. Efecto del estrés calórico sobre la producción embrionaria en vacas superovuladas y la tasa de gestación en receptoras. Rev Mex Cienc Pecu. 1(3):189-203

Mahecha, L; Rosales, M; Duran, CV; Molina, CH; Molina, EJ; Uribe, F. 2005. Evaluación del forraje y los animales a través del Año, en un silvopastoril conformado por *Cynodon plectostachyus, Leucaena leucocephala y Prosopis juliflora,* en el Valle del Cauca,Colombia. Consultado 1set 2006. Disponible en: http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/SeminInd.htm

Martinez, M; Tergas, L; Méndez, V. 1990. Producción de forraje y valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* en la región semiárida del sur de Puerto Rico. Pasturas Tropicales 12:25-33.

Pérez, E; Ku Vera, JC; Rámirez, L; Martinez, S. 2002. Suplementación con *Gliricidia sepium*: su efecto en la digestión ruminal y el comportamiento de los bovinos en pastoreo intensivo en la época de lluvias. Pastos y Forrajes ,25(4):3-11.

Pezo, D. 1982. El pasto base de la produccion bovina. *In* Aspectos nutricionales en los sistemas de produccion bovina. Turrialba, CR, CATIE. p. 87-109. (Serie materiales de enseñanza No. 7).

Pezo, D; Cruz, J; Cardona, J; Piniero, M. 2007. Las Escuelas de Campo de Ganaderos como estrategia para promover la rehabilitación y diversificación de fincas con pasturas degradadas: Algunas experiencias en América Central. CATIE, Proyecto CATIE/NORUEGA, Peten, Guatemala. *In* II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. IV Foro de Pastos y Forrajes. Trabajo PF-01. La Habana, 26 – 29 Noviembre. ICA. 13 p.

Porter, J; Parry, M; Carter, T. 1991. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. Agricultural and forestry meteorology. 57: 221-240.

Restrepo, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Harmand, M; Morales, J. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco en Cañas, Costa Rica. Agroforestería en las Americas (41-42):29-36.

Reynolds, SG. 1995. Pastures- Cattle- coconut Systems. FAO. Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA). Bangkok, TH. 668 pp.

Ríos, N; Cárdenas, A; Andradre, H; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B y Woo, A. 2007. Estimación de la escorrentía superficial e infiltración en sistemas de ganadería convencional y en sistemas silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica. Agroforestería en las Américas 45:66-71.

Romero, F; Montenegro, J; Chana, C; Pezo, D; Borel, R. 1993. Cercas vivas y bancos de proteína de *Erythrina berteroana* manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. *In* Westley, SB; Powell, MH. eds. Erythrina in the New and Old Worlds. NFTA, Paia, Hawaii, U.S.A. p. 205-210.

Rosales, M. 1997. Trichantera gigantea (Humbolt y Bonpland) Nees a review. Livestock Research for Rural Development, 9, 4.

Ruiz, F; Gómez, R; Harvey, C. 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. Managua, NI, TROPITECNICA – NITLAPAN. 40 p.

Sáenz, JC; Villatoro, F. Ibrahim, M; Fajardo, D; Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. Agroforestería en las Américas 45:37-48.

Sánchez, LJ. 2007. Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 97 p.

Sandoval, I. 2006. Producción de hojarasca y reciclaje de nutrientes de dos especies y dos gramíneas en pasturas de Muy Muy Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 160 p.

Sepúlveda, C; Marín, Y; Ibrahim, M. 2008. Adaptación al cambio climático y percepción de ganaderos en Costa y Nicaragua. REVIBEC. *En prensa*.

Sepúlveda, C. 2008. Percepción de los productores ganaderos sobre el cambio climático en Costa Rica y Nicaragua. Turrialba, CR, CATIE. Sin publicar.

Simón, L.; Hernández, M.; Reyes, F.; Sánchez, S. 2005. Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. Pastos y Forrajes 28:29-45.

Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics. PhD. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 166 p.

Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 71 p. (Serie Técnica. Informe técnico no. 313).

Turcios, H. 2008. Evaluación del proceso de toma de decisiones para adopción de bancos de proteína de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y su efecto como suplemento nutricional para vacas lactantes en sistemas doble propósito en el Chal, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 125 p.

Urbano, D; Dávila, C; Moreno, P.2004. Mataratón, un árbol de gran potencial en el occidente del país. INIA DIVULGA (Venezuela). 1:6-10.

Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Sinclair, F; Gómez, R; López, M; Esquivel, H. 2004. Tree resources on pastureland in cattle production systems in the dry pacific region of Costa Rica and Nicaragua. *In* Mannetje, L; Ramírez, L; Ibrahim M; Sandoval C; Ojeda N; Ku J. eds. The importance of Silvopastoral Systems for Providing Ecosystems Services and Rural livehoods. Mérida, MX. p. 183-188.

Villanueva, C., D. Tobar, M. Ibrahim, F. Casasola, J. Barrantes and R. Arguedas. 2007. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas del pacifico central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (45):12-20.

Villanueva, C; Argeñal, P; Ibrahim, M; Casasola, F. 2016. Contribución de las cercas vivas en el control del estrés calórico en sistemas intensivos de producción de leche en trópico de bajura. Horizonte Lechero 3:14-21.

Wassenaar, T; Gerber, P; Verburg, PH; Rosales, M; Ibrahim, M; Steinfeld, H. 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. Global Environmental Change 17:86-104.

Watson, R; Zinyowera, M; Moss, R; Dokken, D. 1997. The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. Summary for policymakers. Report of IPCC Working group II. 16pp.

Wilson, J; Ludlow, M. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. *In* Shelton, HM; Stür, WW. eds. Forages for plantations crops. ACIAR Proceedings No. 32. Camberra, AU, ACIAR. p. 10-24.

Young, A. 1997. Agroforestry systems for soil management. 2nd. ed. CAB International, New York, USA. 320 p.

Zárate, S. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.). Phytologia 63(4):304-306.

Normas Internacionales de Manejo Forestal Sustentable[1]

Dube, F.[2]

Introducción

La actividad forestal, especialmente aquella caracterizada por la aplicación intensiva de silvicultura, y dada su naturaleza y complejidad, debe siempre someterse a ciertas regulaciones y directrices que eviten o minimicen los impactos ambientales de su aplicación.

La certificación ambiental surge ante la creciente y sostenida sensibilidad medioambiental expresada por algunas organizaciones, lo que motivó a los países a aplicar normas ambientales a los procesos productivos. Sin embargo, la gran diversidad de situaciones existentes entre un país y otro, determinó la conveniencia de establecer un indicador universal que evaluara los esfuerzos de una organización por alcanzar una protección ambiental confiable, adecuada y creíble. Fue durante la Convención de Río de Janeiro de 1992, que se determinó que las industrias podrían participar en el mejoramiento del medio ambiente y que este propósito se alcanzaría a través del desarrollo de una serie de **estándares** de gestión de impactos ambientales asociados a las operaciones industriales**.**

El resultado de este acuerdo es el desarrollo de la serie ISO (International Organization for Standardization), siendo la ISO 14000 una de las Normas de acuerdo con los cuales una empresa se puede certificar. Se basa en dos conceptos: el de mejora continua y el de cumplimiento legal. Existen varias Normas internacionales; las más conocidas son:

- ISO 9001:2008 para Sistemas de Gestión de la Calidad e ISO 14001:2004 para Sistema de Gestión Ambiental, ambas publicadas por la International Organization for Standardization (ISO del griego *ISOS* que significa igual).
- OHSAS 18001:2008 (Occupational Health and Safety Management Systems) para Sistemas de Seguridad y Salud Ocupacional, publicada por el British Standard Institute (BSI).

Las Normas del Sistema de Gestión Internacional se deben ajustar a la diversidad internacional y a la complejidad de los negocios (e.g. industria informática, producción de automóviles, celulosa y papel, manejo forestal).

Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)

La ISO 14001 es una Norma de Sistema de Gestión Ambiental diseñada para ayudar a las empresas u organizaciones a alcanzar objetivos y metas de mejoramiento ambiental. Es una Norma genérica, diseñada para ser utilizada por todo tipo de industrias en todos los países del mundo.

[1] Conferencia presentada en la Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Córdoba. Argentina [2] Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Chile.

La Norma exige que la empresa autodefina objetivos medioambientales y un sistema de gestión necesario para cumplir estos objetivos. Además, la norma exige que la empresa cumpla con los procesos, procedimientos y actividades de ese sistema. Los principales elementos de la ISO 14001 son:

- compromiso a nivel corporativo
- declaración de una política ambiental
- mejoramiento continuo
- aspectos ambientales significativos
- objetivos y metas ambientales
- comunicación interna y externa
- auditorias externas

Todos estos elementos trabajan juntos para crear un sistema de gestión, mediante el cual una compañía instaura un sistema de gestión formal para establecer y alcanzar metas ambientales. Existen dos tipos de metas ambientales: las previstas en la legislación y las metas adicionales que la compañía establezca para sí misma.

ISO 14001 aplicada al sector forestal

Los siete elementos señalados de la Norma ISO 14001 pueden dividirse en dos grupos: aquéllos que le dan "fuerza" (sistema de gestión, compromiso corporativo, comunicación, mejoramiento continuo, auditorias de terceras partes) y aquéllos que le dan "corazón" (declaraciones de política, objetivos y metas ambientales).

Para la gestión forestal, la declaración de política y las metas ambientales constituyen el corazón. Éstas contienen los objetivos que se intenta alcanzar. Para determinar cuáles políticas y metas establecer, los expertos forestales pueden acceder a la lista de criterios y de indicadores para el Manejo Forestal Sustentable, desarrollados por los procesos ITTO (The International Tropical Timber Organization) de Helsinki y de Montréal y el FSC (Forest Stewardship Council).

Las declaraciones de políticas y las metas ambientales no pueden residir en un estándar, dada la diversidad de situaciones existente en el mundo. Éstas deben ser desarrolladas por cada organización y deben ser sustanciales, de lo contrario, la certificación no logrará su objetivo.

En el caso de los bosques, la diversidad se materializa en las diferencias de suelo, en los regímenes de humedad, en las especies arbóreas que lo constituyen y la vegetación asociada, la elevación y el clima,

entre otros, así como en la historia del uso humano y los procesos naturales que gobiernan el ecosistema. Estos elementos no pueden adscribirse a un estándar internacional, sino que deben ser desarrollados *in situ* por forestales experimentados, que conozcan la situación cultural, social y económica que los rodea, así como la legislación bajo la cual trabajan.

Beneficios potenciales asociados a un SGA ISO 14001

Un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 presenta, entre otros, los siguientes beneficios:

- mejoramiento de la capacidad analítica del personal
- mejoramiento de la eficacia y del control de las operaciones debido a la mejor capacitación y entrenamiento de los empleados
- gestión eficaz de las fuentes de polución y contaminación
- control de costos de operación actuales y futuras
- optimización en la utilización de los recursos
- mejoramiento del desempeño ambiental
- mejoramiento de las relaciones industria-gobierno
- mejoramiento de la imagen corporativa de la empresa (solidaria con el medioambiente)

Marco del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001

El estándar ISO 14001 comporta una mezcla de autoridad, oportunidad y responsabilidad. En el caso de una empresa forestal, esta tiene la oportunidad de establecer no sólo su propia política de gestión forestal sino también sus propias metas. Utiliza para ello el conocimiento que tiene del recurso que maneja (e.g. bosque, aserradero, planta de celulosa) y de las personas que trabajan en la empresa, sin dejar de lado las necesidades de la comunidad en la cual está inserta. Es una oportunidad que implica también un alto grado de responsabilidad. La política y las metas establecidas deben conducir la organización hacia la gestión sostenible.

Dada su naturaleza, la gestión forestal involucra, en muchos casos, extensas superficies de terreno (bosques) y largos períodos de tiempo, manteniendo la productividad y sanidad de los bosques en el tiempo y en el espacio. Ello requiere de los usuarios de los recursos forestales:

- Respetar la legislación, las normas regulatorias y las políticas públicas imperantes.
- Conservar la calidad de suelos y aguas y la biodiversidad.
- Compartir los beneficios sociales, económicos (vida salvaje y hábitat) y ciclos ecológicos globales (derechos de otros usuarios de los recursos forestales).

ISO 14001 de cerca: Terminología y conceptos

Se puede considerar la política ambiental como el pilar principal del sistema de gestión ambiental de una organización. La política ambiental que se establezca debe estar en consonancia con la naturaleza de la actividad desarrollada, su magnitud e impactos ambientales. Su adopción implica un compromiso de mejoramiento continuo, de prevención de la contaminación y cumplimiento de la legislación y reglamentos ambientales. Debe ser documentada, implementada y comunicada a todos los empleados y estar disponible al público.

El aspecto ambiental se refiere a las características de las actividades, productos o servicios de una organización, susceptible de interacciones con el medio ambiente. Por ejemplo, la producción de desechos sólidos durante las operaciones forestales. Un aspecto ambiental es significativo cuando tiene o puede tener un impacto ambiental significativo. Por ejemplo, un desecho sólido no peligroso podría tornarse significativo si la organización lo juzga necesario. El impacto ambiental se define entonces como cualquier modificación al medioambiente -negativa o benéfica- como resultado total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización. Por ejemplo, la contaminación de los cursos de agua.

Otros instrumentos de gestión ambiental

Códigos de buenas prácticas. Los Códigos de Buenas Prácticas constituyen normas de carácter voluntario elaborado en base a un trabajo colaborativo entre distintas instancias técnicas de un sector productivo. Los Códigos de Buenas Prácticas son por lo tanto, un conjunto ordenado de prescripciones, procedimientos, conceptos, estilos y guías de trabajo estandarizados aplicables a las actividades productivas sectoriales, con el objeto de minimizar sus impactos adversos.

En Chile varias instituciones han elaborado Códigos de Buenas Prácticas que tienen como foco las actividades agrícolas y forestales, entre otras.

Acuerdos de producción limpia. Según la norma chilena oficial NCh. 2796 Of 2003, un Acuerdo de Producción Limpia (APL) es un convenio celebrado entre un sector empresarial, empresas y los organismos públicos con competencia en las materias del acuerdo, cuyo objetivo es aplicar producción limpia a través de metas y acciones específicas.

Estos acuerdos se caracterizan porque son suscritos por una asociación empresarial representativa del sector y por cada empresa individualmente, así como por cada institución pública competente en las materias comprometidas en el convenio, estableciendo al mismo tiempo un plazo determinado para cumplir las metas y acciones. El objetivo general de los APL es servir como un instrumento de gestión que permite mejorar las condiciones productivas, ambientales, de higiene y seguridad laboral, de eficiencia energética, de eficiencia en el uso del agua y otras materias abordadas por esta herramienta, de las empresas de un determinado sector productivo que lo suscriben.

Los APL tienen respaldo gubernamental, a través de normas oficiales del Estado de Chile, que permite acreditar ante otros estados el cumplimento de las iniciativas. Además permiten disminuir brechas tecnológicas entre empresas de un mismo sector productivo frente a mercados globales.

Certificación de manejo forestal sustentable

El manejo forestal sustentable es aquel que mantiene y mejora la salud y vitalidad a largo plazo de los ecosistemas forestales, preservando sus características ecológicas, económicas, sociales y culturales

para beneficio de generaciones presentes y futuras. Dado que el concepto de sustentabilidad presenta un carácter multiescalar (rodal, bosque, cuenca, paisaje, región, país) y multidimensional (ecológico, económico, social), la operacionalización del término requiere establecer la escala a la que será aplicada la certificación. Se identifican así en un territorio dado, las Unidades de Manejo Forestal (UMF) -que pueden alcanzar unas pocas o miles de hectáreas- en las cuales se aplica la certificación del manejo forestal.

Para certificar una UMF, se realiza una auditoría por terceros. Un estándar de manejo forestal sustentable debe ser visto como una herramienta complementaria a la Norma ISO 14001, pero de naturaleza prescriptiva. El estándar garantiza que las empresas certificadas cumplan con un nivel específico de prácticas forestales internacionalmente reconocidas y adaptadas a la realidad nacional del país, más allá de los requisitos básicos de la ISO 14001. Un estándar ayuda a identificar las organizaciones con alto compromiso ambiental y un muy buen desempeño forestal. En la mayoría de las empresas forestales medianas y grandes, la experiencia internacional muestra que es imprescindible contar primero con un sistema de gestión ambiental ISO 14001, para luego poder seguir con la implementación y certificación de cualquier sistema de manejo forestal sustentable.

Más específicamente, un estándar es un documento establecido por consenso y aprobado por un ente reconocido que proporciona, para uso común y repetido, reglas, directrices o especificaciones para las actividades o sus resultados, con el objetivo de alcanzar un óptimo grado de coherencia en un contexto dado. Los estándares están basados en los resultados consolidados de la ciencia, tecnología y experiencia y deben promover los mejores beneficios posibles para la colectividad.

La estructura de un estándar incluye normalmente:

- Principios (base conceptual, objetivos de manejo forestal a mediano y largo plazo).
- Criterios (claves, dimensiones y procesos que definen, limitan y permiten la aplicación práctica de los Principios).
- Indicadores (elementos descritos o medidos en cantidad y calidad, para evaluar periódicamente las tendencias y el nivel de cumplimiento de un aspecto específico de un Criterio).

La verificación del cumplimiento de una empresa forestal con un estándar, involucra la consulta con toda parte interesada en las actividades de la empresa. Existen varios estándares de manejo forestal sustentables, algunos nacionales, como el CERTFOR (Chile), CERFOAR (Argentina), CERFLOR (Brasil), CSA (Canadá), SFI (EE.UU.), y otros internacionales, como el FSC (genérico e iniciativas nacionales como FSC Chile).

Estudio de caso: CERTFOR MFS

CERTFOR es el estándar chileno de Manejo Forestal Sustentable (MFS) para bosques plantados. Desarrollado por Fundación Chile, con la asistencia del INFOR y CORFO, fue publicado en enero del año 2002. Ha sido homologado por el PEFC (Programa para la Homologación de Sistemas de Certificación Forestal) en octubre de 2004 (Cubbage et al., 2010). El PEFC es una organización no gubernamental, independiente, sin fines de lucro y de ámbito mundial, que promueve el MFS con el fin de lograr el equilibrio ambiental, social y económico de la industria forestal y de productos madereros. PEFC reconoce y homologa

sistemas nacionales de certificación forestal, siendo éstos desarrollados con la participación de las partes interesadas y adaptados a las realidades y prioridades de cada país. Es el sistema de certificación forestal con mayor superficie certificada a nivel global (303 millones de ha). PEFC está presente en 37 países y reconoce 33 sistemas nacionales de certificación forestal (CERTFOR, 2017).

Desde la creación del estándar CERTFOR, la superficie certificada ha aumentado sostenidamente. El sistema cuenta hoy con una superficie total certificada de 1,9 millones de hectáreas (incluyendo bosque nativo con fines de conservación), de las cuales 1,3 millones de hectáreas corresponden a plantaciones.

El sistema CERTFOR cuenta actualmente con tres grandes empresas forestales certificadas (Forestal Arauco S.A., con un patrimonio total certificado de 1.116.180 ha; Forestal Mininco S.A.: 693.658 ha; y Forestal Anchile Ltda.: 58.544 ha) y un grupo de 20 propietarios (Grupo Mininco de Certificación Forestal, con un total de 38.636 ha) certificados en Manejo Forestal Sustentable para Plantaciones (CERTFOR, 2016). Esto lo convierte en el mayor sello de certificación de Chile, consolidando la tendencia internacional (Cubbage et al., 2010).

El estándar consiste en 9 Principios y +240 indicadores. Los principios son (CERTFOR):

PRINCIPIO 1: PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO. El uso de los recursos forestales de la Unidad de Manejo Forestal (UMF) debe ser planificado y manejado de acuerdo al concepto de Manejo Forestal Sustentable (MFS), con base en un Plan de Ordenación Forestal de largo plazo apropiado a la escala de las operaciones y aplicable a la UMF, de modo de proveer un flujo sostenido de bienes y servicios en sucesivas rotaciones.

PRINCIPIO 2: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD. El uso de los recursos forestales de la UMF debe ser planificado y manejado de modo de evitar tanto el cambio de uso forestal del suelo como la sustitución de bosques nativos, además de conservar las Áreas de Alto Valor de Conservación (AAVC).

PRINCIPIO 3: MANTENCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD. Los recursos forestales de la UMF se deben manejar de modo de mantener su sanidad, vitalidad y productividad, protegiéndolos de incendios y otros agentes dañinos.

PRINCIPIO 4: PROTECCIÓN DE SUELO Y AGUA. El uso de los recursos forestales de la UMF debe ser planificado y manejado de modo de favorecer la conservación de la biodiversidad, mantener la productividad del suelo y minimizar los impactos adversos en la calidad y cantidad de las aguas, considerando en particular las necesidades de las comunidades aguas abajo.

PRINCIPIO 5: SUSTENTABILIDAD DE COMUNIDADES. En la gestión de los recursos forestales de la UMF, los responsables deben resguardar la seguridad de las comunidades locales, respetar sus usos y costumbres tradicionales, así como sus derechos y recursos, promoviendo su desarrollo mediante buenas relaciones y una comunicación permanente.

PRINCIPIO 6: ETNIAS ORIGINARIAS. En la gestión de los recursos forestales de la UMF, los responsables deben respetar los acuerdos declarados, los compromisos documentados y los derechos legalmente establecidos, así como considerar el conocimiento tradicional de los Pueblos Indígenas.

PRINCIPIO 7: CONDICIONES LABORALES. Los responsables de la UMF deben respetar los derechos de los trabajadores forestales, y compensarlos adecuada y equitativamente, salvaguardando su seguridad y salud ocupacional.

PRINCIPIO 8: LEYES, ACUERDOS Y TRATADOS. Los responsables de la UMF deben respetar las leyes chilenas y los convenios y tratados internacionales ratificados por Chile, y considerar los acuerdos no vinculantes de los cuales el país es signatario.

PRINCIPIO 9: MONITOREO Y MEDICIÓN. Los responsables de la UMF deben realizar un monitoreo anual de los recursos forestales y de su sistema de manejo, con el propósito de evaluar el grado de avance en el cumplimiento de los principios de este estándar.

Indicadores como herramientas de medición

La medición constituye la primera etapa para el control de una situación, seguida posteriormente de su mejoramiento. Si esta no se puede medir, no se puede entender. Si no se puede entender, no se puede controlar. Y si no se puede controlar no puede ser mejorada.

Ejemplo de Indicador en la Norma ISO 14001

- Aspecto significativo: sedimentación en los cursos de agua.
- Objetivo: preservar la calidad del agua en todos los cruces segundarios.
- Meta: turbidez del agua saliendo de la alcantarilla inferior a 2% en relación al río arriba.
- Indicador: % de partículas en suspensión.
- Programa: quién, qué, cómo, cuándo, dónde tomar las mediciones (plan de acción).

Ejemplo de Indicadores en el estándar CERTFOR

El criterio 4.3 y sus indicadores correspondientes contemplan también el problema de la sedimentación:

- En el **indicador 4.3.1** (los caminos se planifican y diseñan de modo de minimizar la erosión, movimientos de tierra y arrastre de sedimentos a cursos de agua), se verifica si hay una planificación documentada de caminos y si en esta planificación se minimiza la construcción de caminos que atraviesan cursos de agua.

- En el **indicador 4.3.2** (los caminos se construyen y mantienen de modo de minimizar la erosión y arrastre de sedimentos a cursos de agua), se verifica si hay erosión importante en caminos y sus alrededores, si hay existencia de un programa de mantención de caminos, si los caminos cruzan ríos y drenajes con el ángulo apropiado, si existen alcantarillas con una capacidad adecuada al flujo de agua, y si las alcantarillas se encuentran en buen estado.
- En el **indicador 4.3.3** (los caminos se usan bajo las condiciones para los cuales fueron diseñados), se verifica si se respetan las condiciones de diseño y estacionalidad de uso.

Los indicadores 4.1.2 y 4.2.7 requieren la existencia de una cartografía que identifica las características de los cursos y masas de agua, y que los desechos de cosecha sean dispuestos en el sitio de modo tal que permita el reciclaje de nutrientes y evite la erosión del suelo, respectivamente. El indicador 4.5.5 requiere que se dejen franjas de protección a orillas de cursos o masas de agua. Su ancho debe estar relacionado con el tipo de cauce, la pendiente del terreno y las necesidades de calidad de este recurso aguas abajo.

Conclusión

Los indicadores son la "sustancia" de cualquier tipo de estándar de certificación forestal. Deben ser comprensibles, fiables, medibles, previsibles, económicos y dinámicos. No obstante, los indicadores son sólo herramientas. Su verdadero valor proviene de lo que se aprendió con el paso del tiempo y de cómo se interpreta, se analiza y se incorpora este aprendizaje en un proceso de toma de decisión, de planificación y de manejo forestal adecuado.

Cadena de custodia

La Cadena de Custodia (CdC) es el proceso por el que la fuente de un producto es verificada y se garantiza que no se produjeron mezclas con productos no certificados durante todo el proceso de transformación y comercialización (Martínez, 2001). Para que los productos provenientes de fuentes certificadas sean elegibles para portar el sello CERTFOR, FSC, PEFC, SFI u otro, la madera tiene que ser seguida desde el bosque y a través de todos los pasos del proceso de producción hasta su llegada al usuario final. La Certificación de la CdC es el mecanismo que verifica que la madera utilizada por la industria de la transformación procede de bosques gestionados de acuerdo a criterios de sostenibilidad. Constituye la etapa posterior a la Certificación del Manejo Forestal Sustentable y es un procedimiento necesario para conocer el origen del producto comprado.

Propósito de la certificación de la CdC

La certificación de la CdC involucra la verificación de que los productos que son vendidos actualmente como certificados contienen material certificado. Los puntos clave que el asesor requiere verificar son (Martínez, 2001):

- La materia prima comprada es certificada y está cubierta por un certificado válido de cadena de custodia.
- Todos los puntos en que pueda ocurrir mezcla entre material certificado y no certificado (puntos críticos de control) fueron identificados.

- En cada punto crítico se ha asegurado la existencia de medidas para asegurar que no ocurran mezclas.
- Todos los productos certificados son claramente identificados.
- Cualquier uso de la marca registrada del CERTFOR es correcto.

Proceso de Evaluación de la CdC

La evaluación de la CdC se realiza tomando en cuenta (Martínez, 2001):

- Áreas donde la materia prima llega y es almacenada.
- Área donde se almacena la información de compras.
- Facilidades de procesamiento y manufactura.
- Área donde se almacenan los registros de capacitación.
- Áreas de almacenamiento de productos y departamento de ventas.
- En cada sitio visitado se examinarán los procedimientos, registros y métodos utilizados para la identificación (e.g. etiquetado del material certificado) y segregación (e.g. áreas separadas para material certificado).

Estudio de caso: CERTFOR CdC

Al estar homologados internacionalmente con PEFC, las empresas certificadas CERTFOR, pueden obtener sus respectivas licencias para la utilización del logo PEFC en productos y materiales de promoción y difusión. A la fecha, son más de 18.800 empresas certificadas en Cadena de Custodia reconocidas por PEFC alrededor del mundo.

Modalidades de contabilización de la madera certificada

El estándar de Cadena de Custodia contempla las principales modalidades de contabilización de la madera certificada utilizadas a nivel mundial (CERTFOR):

a) Separación Física
b) Control de Inventarios y Flujos de Madera

La "Separación Física" es un procedimiento por el cual se mantienen separados las materias primas/productos forestales de categorías diferentes con el fin de que el cliente que use o al que le sean transferidos dichas materias primas/productos forestales conozca su categoría. La separación física se puede llevar a cabo en las instalaciones de la propia organización, por ejemplo, en zonas de almacenaje separadas o diferentes dentro de la misma planta, o por una marca o rótulo que permita una identificación clara y fácil de los materiales de diferentes categorías (CERTFOR).

El "Control de Inventario" es una modalidad de contabilización que consiste en la medición del flujo de materias primas/productos forestales certificados por medio de un control de la documentación que acompaña la materia prima durante el proceso de producción. Esta modalidad está diseñada para aquellos casos en que la Separación Física no es factible por el tamaño o características de las operaciones de la empresa (e.g. planta de celulosa). Este método se aplica a las organizaciones que mezclan materias primas/ productos forestales certificados con materias primas de otras categorías. La organización debe aplicar los requisitos del proceso de CdC establecidos a cada grupo de productos específico.

Sistema de Debida Diligencia (SDD)

El Sistema de Debida Diligencia (DN-02-03) consiste en un marco de procedimientos y medidas, esto es, la recopilación de información, evaluación de riesgos y mitigación de riesgos, para el ejercicio de la debida diligencia. En la enmienda 2013 del Estándar CdC CERTFOR, se incorpora el Sistema de Debida Diligencia (SDD) CERTFOR/PEFC, el cual elimina y reemplaza al "Sistema para evitar materias primas de fuentes controversiales". El nuevo SDD que aplica ahora para todas las empresas certificadas a través del control de materias primas certificadas y no certificadas, constituye también un elemento integral y obligatorio de los documentos normativos de la CdC. De acuerdo al control aplicable por el SDD, ya no se habla de "materias primas no certificadas", sino de "otras materias primas" (CERTFOR, 2013d).

La organización no podrá usar madera conflictiva, es decir madera que ha sido comercializada en algún punto de la cadena de custodia por grupos armados, ya sean facciones rebeldes o soldados regulares, o por una administración civil que participa en conflictos armados o sus representantes, bien para perpetuar el conflicto, bien para aprovecharse del mismo de forma personal. Por otra parte, la organización no deberá incluir en productos cubiertos por su SDD de CERTFOR/PEFC materia prima forestal procedente de organismos genéticamente modificados. Finalmente, no deberá incluir en productos cubiertos por su SDD materia prima forestal procedente de la conversión de bosques en otro tipo de vegetación, incluyendo la conversión de bosques primarios en plantaciones forestales (CERTFOR, 2013c).

Conclusiones

La certificación es una herramienta importante para evaluar el buen manejo forestal, convirtiéndose en una forma de control social que pretende alcanzar el aprovechamiento de los bosques de manera que este sea amigable con el ambiente, socialmente benéfico y económicamente viable. Las empresas que hasta hoy se han certificado son aquellas que por lo general son innovadoras y desarrollan sus actividades dentro del marco de la sostenibilidad. Las proyecciones indican que el consumo de madera en el mundo aumentará en los próximos años. Esta demanda estará caracterizada por mayores exigencias ambientales, debido a que los consumidores han comenzado a tomar en cuenta criterios ambientales y sociales para seleccionar lo que compran (Martínez, 2001).

Referencias

CERTFOR. (2016). Estándar CERTFOR de manejo forestal sustentable para plantaciones (DN-02-05, Agosto de 2016). Retrieved 12 junio 2017 de http://www.certfor.org/documentacion.php

CERTFOR. (2013b). Estándar CERTFOR de cadena de custodia (DN-02-07, Enmienda diciembre de 2013). Retrieved 12 junio 2014 de www.certfor.org/documentacion.php

CERTFOR. (2013c). Análisis comparativo de las modificaciones del estándar CERTFOR de cadena de custodia (DN-02-07), Enmienda 2011 v/s Enmienda 2013. Retrieved 12 junio 2014 de www.certfor.org/documentacion.php

CERTFOR. (2013d). Sistema de debida diligencia CERTFOR-PEFC (DN-02-03, Enmienda Sep. 2013. Retrieved 12 junio 2014 de www.certfor.org/documentacion.php

CERTFOR. (2017). Página web de la organización. http://www.certfor.org/index.php. Consultada el 30 agosto 2017

Cubbage, F., Diaz, D., Yapura, P., & Dube, F. (2010). Impacts of forest management certification in Argentina and Chile. *Forest Policy and Economics, 12*(7), 497-504.

Dube, F., Gignac, G., Miranda, M.I., & Melo, E. (2004). CERTFOR: A new sustainable forestry management standard for Chile's forest plantations. *The Forestry Chronicle, 80*(6), 672677.

Martínez, H.A. (2001). La certificación forestal y cadena de custodia. Aspectos técnicos y retos para su puesta en práctica. Retrieved 20 mayo 2011 de http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf.