



04

NOMBRE DEL CURSO

Curso de Posgrado : Producción Animal en Sistemas Agro Silvo Pastoriles

6 al 17 de noviembre de 2017

CONCLUSIONES

Centro Latinoamericano de Formación Interdisciplinaria (CELFI)

Nodo Sustentabilidad y Desarrollo

Universidad Nacional de Córdoba

Equipo Organizador

Coordinadora

Ing Agr Dra M. Jacqueline Joseau (UNC)

Responsables

Ing. Agr. M. Sc. Graciela Verzino (UNC)

Ing. Agr. Carlos Carranza (INTA)

Ing. Agr. Esp. Horacio Valdez (UNC)

Ing. Agr. Mgter Cristina Deza (UNC)

Ing. Agr M. Sc Pérez Héctor (INTA)

Bióloga M.Sc. Amanda Cora (INTA)

Ing. Agr. Torcuato Tessi (INTA)

Ing. Agr. Soledad Ruolo (INTA)

Ing. Agr. Sandra Rodriguez Reartes (UNC)

Ing. Agr. Javier Frassoni (UNC)



Universidad Nacional de Córdoba



Secretaría de Gestión Institucional



Reforma 2011 - 2014



Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
Presidencia de la Nación



Aspectos generales

Se notó muy buena articulación y participación tanto de becarios externos como de estudiantes locales. Si bien la actividad fue muy intensa y por un período prolongado de tiempo, el espíritu de camaradería y el buen trato entre los participantes contribuyó al aprovechamiento de las actividades propuestas. La dinámica fue variada en función de las actividades propuestas por los distintos docentes y contribuyeron a la integración de los becarios entre sí y con los docentes.

La formación de RRHH en estas temáticas y la generación de espacios de discusión científico-tecnológica contribuyen a la formación de una masa crítica para abordar responsablemente una temática muy candente a nivel regional y latinoamericana.

Aportes de los becarios

Con posterioridad a la finalización del curso, los becarios fueron invitados a participar de una última actividad. Se le asignó a cada estudiante una de las conferencias ofrecidas por los expertos durante el curso para que elaboraran un resumen expandido. Los expertos, a su vez, corrigieron los respectivos resúmenes para su publicación en este apartado.

Se designó como primer autor al becario y como segundo autor a su tutor. A continuación se listan los trabajos ordenados alfabéticamente por el apellido del primer autor.

Autores	Título
Alarcón Prada Guadalupe y Romero Claudia del Huerto	Las mujeres en los sistemas agro-silvo-pastoriles en la provincia de Quispicanchis-Cusco (Perú)
Artunduaga Carlos M. y Peri Pablo	Manejo de bosques con ganadería integrada y monitoreo de ecosistemas naturales
Bustamante, Gimena N. y Barth, Sara R.	Manejo del bosque en relación al objetivo de producción en Sistemas Silvopastoriles
Cardón Pocoví, Julia y López Dardo	Modelo de Estados y Transiciones: Modelos de sitios ecológicos
Díaz Lezcano, Maura I. y Dubé Francis	Suelos de Sistemas Silvopastoriles
Fígoli Ignacio y Esquivel Jorge	Aporte de los Sistemas Silvopastoriles a la Ganadería Sustentable en el Nordeste de Argentina
Frassoni Javier y Barth Sara	Acumulación de biomasa y producción de madera de calidad de <i>Pinus taeda</i> : dos objetivos fundamentales en la definición de la silvicultura y los regímenes silvopastoriles actuales

Autores	Título
Galeano Pedro y Esquivel Jorge	Manejo de los Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. Aspectos Socio-Económicos. Gerenciamiento de Sistemas Diversificados
Gamarra L., Cinthya y Meyer Roberto	Evaluación económica de sistemas agro-silvo-pastoriles
Gómez Jurado Karina y Meyer Roberto	Evaluación económica de sistemas agro-silvo-pastoriles
Guzmán, Luis. M.y Barth, Sara R.	Modelos ecológicos de recuperación de áreas degradadas mediante repoblación con especies nativas
Huaranca Laura y Deza Cristina	Uso de Indicadores de Sustentabilidad en Sistemas de Producción Caprina en el Norte de Córdoba
Huertas González María Alexandra y Casasola Coto, Francisco	Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas, herramientas para la adaptación a cambio climático de las fincas ganaderas en América Central.
Jara Sebastián y Peri Pablo	Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada (MBGI). Oportunidades, marco político y aspectos para el uso ganadero en bosques nativos.
Mahy Alberto Eugenio y Deza, Cristina	Uso de Indicadores de Sustentabilidad en Sistemas de Producción Caprina en el Norte de Córdoba
Navas Panadero Alexander y Casasola Coto Francisco	Acción participativa para fortalecer a técnicos y productores en Investigación y Extensión en países de America Latina.
Perea Andrés R. y Carranza Carlos	Sustentabilidad del MBGI. Sistemas de monitoreo
Pino Natalia M. y Peri Pablo	Servicios Ecosistémicos de los Sistemas Naturales
Plevich, José Omar y Esquivel Jorge	Aporte de los Sistemas Silvopastoriles a la Ganadería Sustentable en el Nordeste de Argentina
Quesada, Alejandro Jorge	Bienestar animal en América Latina y Cuba.
Rigonatto Gabriela M. y Valdez, Horacio	Producción Ganadera en Bosque Serrano Nativo del Norte de Córdoba
Rodríguez Moreno Juan D. y Dube Francis	Potencial de mitigación de GEI usando SSP: Capacidades de carga y superficie bajo manejo silvopastoril
Rodríguez Reartes Sandra L. y Francis Dube	Normas Internacionales de Gestión de Calidad y Manejo Forestal Sustentable

Autores	Título
Rojas Laura M. y Valls Pedro E.	Sistemas Silvo-pastoriles en plantaciones de pinos de las Sierras de Córdoba, Argentina
Sagardoy María Virginia y Dube Francis	Mitigación potencial de gases de efecto invernadero (GEI) en Sistemas Silvo-pastoriles (SSP)
Saracco Florencia y Deza Cristina	Uso de Indicadores de Sustentabilidad en Sistemas de Producción Caprina en el Norte de Córdoba
Saravia Sánchez Juan José y Valdez Horacio A.	Producción ganadera en Bosque Serrano Nativo del Norte de Córdoba
Trinco Fabio D. y López Dardo	Modelo de estados y transiciones. Utilización para el manejo de bosque en un contexto de MBGI. Estudio de la resiliencia del ecosistema
Vaiman Nicolás y Barth, Sara R.	Sistemas Silvopastoriles desarrollados en Misiones y N de Corrientes, Argentina
Viana Horacio, Lara Javier y Martínez Calsina Luciana	Interacciones en Sistemas Silvopastoriles. Manejo Eco-Fisiológico.

Las mujeres en los sistemas agro-silvo-pastoriles en la provincia de Quispicanchis-Cusco (Perú)

Alarcón-Prada Guadalupe¹ y Romero Claudia Del Huerto²

La provincia de Quispicanchis se encuentra en la región de Cusco. Esta provincia está conformada por 12 distritos y una población de 89.517 habitantes, de las cuales 43.497 son mujeres, lo que representa a casi el 50 % de la población total (INEI, 2012).

Para explicar la definición de recursos, podemos mencionar que son bienes materiales o naturales, servicios o elementos que cuenta el individuo para desarrollar sus medios de vida productivos y reproductivos. (Imbach 2016)

Como la mayoría de los habitantes de esta provincia, el acceso a algunos recursos por parte de las mujeres, es escaso. Entre dichos recursos podemos mencionar la inaccesibilidad a la educación. Ello se debe, entre otros factores, a la escasez de centros educativos cercanos a sus comunidades y la ocupación de la mujer en las tareas doméstica que implican un esfuerzo energético importante por la intensidad de su labor. Cabe aclarar que en muchos, casos las mujeres son las que se hacen cargo de la familia desde muy temprana edad, pues sus progenitores deben salir a trabajar al campo. Otro de los recursos escasos es el acceso a la salud. Éste es uno de los grandes problemas para ellas, que explica los altos porcentajes de mortalidad, en especial en la etapa de gestación, lo que ha traído problemas no solo para la madre gestante sino también para el niño gestado. A eso se suma la prohibición por parte de las autoridades de la salud que evitan el uso de conocimientos ancestrales, como lo es el parto en las viviendas con la ayuda de parteras.

A pesar de los recursos escasos precedentemente mencionados, existen otros como lo son los recursos culturales que las mujeres -de la mayoría de las comunidades y distritos- conservan, tales como el uso de la medicina tradicional para curar enfermedades humanas y animales a través de hierbas; cocinar con métodos autóctonos; realizar trabajo comunitario o "Ayni"; el uso de sus vestimentas típicas y de su lengua nativa, que es el quechua. Todas estas prácticas sociales y costumbres se transmiten de generación en generación. Otras de sus tradiciones que están manteniendo, es la realización de tejidos artesanales, que no es una actividad productiva en sí, pero la mantienen con el pasar de los tiempos a través de tejidos llamativos, hermosos por su colorido y belleza.

En cuanto a los recursos sociales, podemos mencionar que las mujeres de Quispicanchis , a pesar de que siempre han sido relegadas a no participar en asociaciones o juntas, poco a poco están tomando relevancia a partir de su presencia y toma de decisiones en ellos, como por ejemplo en las juntas de los centros educativos de sus hijos, en las juntas de uso de agua y asociaciones de productores. Esta autonomía se origina, entre otras cosas, a partir del contacto de estas mujeres con las ONG que han impulsado la participación de la mujer y el empoderamiento de la misma como principal actor para mejorar la gestión de los recursos.

En lo que concierne a los recursos políticos, aun las autoridades locales no han tomado conciencia de la necesidad de impulsar la participación de las mujeres en temas políticos. Si bien es cierto hay iniciativas referidas a solicitar paridad en reuniones y asociaciones, estas iniciativas no aseguran una participación activa de las mismas.



Figura 1: Participación de mujeres en talleres de capacitación Pallca – Ocongote (Quispicanchis)
Fuente: Propia

Los recursos naturales; como lo son el agua, la tierra, los bosques; a los cuales pueden acceder las mujeres, son innumerables, pero esta accesibilidad no asegura la propiedad de los mismos. Hasta la actualidad solo se tiene en cuenta la propiedad a cargo del esposo. En el caso de las comunidades, la mujer no puede ser dueña de los recursos naturales. Sin embargo ellas son las protectoras de los bosques, en especial cuando se realizaron programas de reforestación con Pino. Además apoyan en las labores de cuidado del agua con la construcción de reservorios y represas, así como su distribución y uso en las viviendas, entre otras actividades.

En el caso de recursos de infraestructura y financieros, son pocas las mujeres que pueden acceder a créditos. Esto se debe a la limitación de entidades financieras que se dediquen a proporcionarles préstamos. Por lo tanto no pueden mejorar su infraestructura, salvo con el apoyo de sus esposos. Una de las instituciones que ha estado impulsando el apoyo a las mujeres en la zona, en especial Andahuaylillas es la Asociación “Jesús Obrero – CCAIJO”, por medio de préstamos para poder realizar centros de producción de hongos ostras. Estos préstamos están orientados en su mayoría a mujeres jóvenes, con el compromiso de devolución en un futuro.

Los medios de vida son actividades que las mujeres realizan para satisfacer sus necesidades, estos medios de vida pueden definirse en medios productivos como reproductivos (Imbach 2016) Entre los principales medios de vida productivos desarrollados por las mujeres en Quispicanchis mencionaremos la producción de cuyes, reforestación de bosques con *Pino elliottii*, producción de ganado vacuno, producción de camélidos sudamericanos y producción de pastos.

La producción de cuyes¹ es una práctica que se realiza en la zona hace muchos años. Esta producción ha ido progresando con el tiempo a través de la implementación de galpones exclusivos para su crianza, lo que antes era realizado en las cocinas. Este es un medio de vida exclusivo de las mujeres lo que ha llevado a empoderarlas, pues ya tienen dinero para ayudar a su familia y solventar gastos propios.

¹ *Cavia porcellus*. Mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos.

En el caso de reforestación con *Pino elliottii* es una actividad también realizada tanto por las mujeres como por hombres. En época de siembra, ellas cumplen un papel muy importante al brindar mano de obra. Luego cuando los pinos están en crecimiento, son las encargadas de la recolección de hongos silvestres que crecen asociados a los pinos, para su venta y consumo, lo que permite ser un medio para obtener recursos económicos.

La producción de ganado vacuno y camélido, en especial alpacas, es una actividad también compartida con los hombres, pero en muchos casos las mujeres son las que asumen en su totalidad estas actividades, especialmente en temporada en que los hombres se ausentan por migrar a las ciudades en busca de trabajo. Es así que esta actividad es realizada con el apoyo de sus hijos.



Figura 2: Producción de Alpacas Comunidad de Pallca – Ocongata (Quispicanchis)
Fuente : Propia

Otra actividad que está siendo el sustento de las actividades anteriores, es la producción de pastos. Esta actividad, realizada de manera conjunta con el hombre durante la siembra, luego es asumida por las mujeres en la etapa de recolección, mantenimiento y conservación. Un dato relevante es que han empezado a utilizar técnicas y conocimientos enseñados por las asociaciones y entidades de apoyo para la siembra de pastos mejorados.

Las mujeres de la provincia de Quispicanchis afrontan actualmente muchos problemas en la provincia, entre los cuales podemos mencionar los altos niveles de violencia de género existentes en la zona, que si bien es cierto hay entidades que trabajan contra este problema, el no poder acceder a muchas de estas zonas por la lejanía, las hace más propensas a que ellas no denuncien. Esto aunado al miedo de quedarse desvalidas si el hombre las abandona.

En síntesis, la escasa accesibilidad a educación y salud hacen que están mujeres no se sientan capaces ni empoderadas para realizar otras actividades no relacionadas al trabajo doméstico, aunque existen entidades y organizaciones que las apoyan, estas ayudas no siempre son suficientes.

El limitado empoderamiento de la mujer, hace también que no asuman un papel protagónico en el sustento de sus familias, por tal un mejor apoyo directo hacia ellas es primordial para mejorar su autoestima y sus recursos, tratando de enseñarles actividades productivas y reforzar las ya existentes de manera eficiente.

Las mujeres en la provincia de Quispicanchis han ido avanzando progresivamente, pero aun necesitan más apoyo para sentirse agentes de cambio, no solo de sus familias sino también de sus comunidades.

Bibliografía

Imbach, Alejandro. 2016. Estrategias de vida: Analizando las conexiones entre satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales. Geolatina Ediciones. Turrialba, Cr.

INEI (2012). Capítulo 8: Departamento de Cusco. Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Lima*. <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1044/cuadros/cap08.pdf>

Manejo de bosques con ganadería integrada y monitoreo de ecosistemas naturales

Artunduaga Carlos Mario² y Peri Pablo³,

El manejo de bosques con ganadería integrada (MBGI) es una metodología recientemente implementada en los bosques de varias provincias de Argentina, las cuales suscribieron a partir del año 2015 un acuerdo general, que determina cuales deben ser los principios fundamentales y las directrices a seguir para la preservación de los bosques bajo producción ganadera. El acuerdo MBGI se enmarca en la Ley Nacional 26.331 de presupuestos mínimos ambientales, a instancias del ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Actualmente Nueve provincias (Santiago del Estero, Salta, Chaco, Formosa, Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego) adhirieron a este Convenio y otras cinco presentaron su voluntad de adhesión.

Los bosques en Argentina se clasificaron en tres categorías, rojo (I), amarillo (II) y (iii) verde. Cerca de 30 millones de hectáreas de bosque nativo están clasificadas en categoría II (Peri, 2017), es decir: “sectores de mediano valor de conservación” en los que se pueden realizar un aprovechamiento sostenible como turismo y Sistemas Silvopastoriles bajo MBGI. En este contexto, el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial 2010-2020, estima un incremento del 46% de la carne bovina y una población de 54 millones de bovinos para el final de la década presente.

Para implementar y desarrollar MBGI, es necesario comprender que existen diferentes tipos de bosques con estructuras y funcionalidades diferentes, por lo que conviene distinguir entre los distintos tipos de bosques y estados de regeneración y/o sucesión en los que se encuentran (Raffaele 2016). Adicionalmente debe realizarse el marco metodológico básico para la valoración integrada de los bosques, que involucra tres componentes de base política y conceptual: 1) Instituciones vinculadas y Gobierno provincial; 2) El conocimiento científico y local; 3) Factores directos incidentes, agroclimatológicos y antrópicos. Estos tres factores afectan de manera directa los componentes ecológicos del ecosistema forestal y la biodiversidad, como son los procesos y estructura biofísica así como de la función del bosque. Esto define los servicios ecosistémicos relacionados con el beneficio y bienestar humano como los culturales, los de provisión y regulación.

El marco metodológico descrito, define los principios básicos de MBGI:

- Capacidad productiva del sistema
- Integridad del ecosistema y sus servicios
- Bienestar del productor y las comunidades asociadas

Los objetivos principales de MBGI se definen a continuación:

- Articular políticas públicas de desarrollo agropecuario articulado con los objetivos de la ley de bosques.
- Establecer lineamientos técnicos para planes foresto-ganaderos en las áreas de bosques nativos del País, que respeten los criterios de sustentabilidad establecidos en la ley de bosques para el ordenamiento territorial de los bosques nativos (OTBN).

²Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles *Universidad Santo Tomas, Colombia*, carlos.artunduaga@gmail.com

³ Docente a cargo, *INTA EEA Santa Cruz-UNPA-CONICET*

- Fomentar el fortalecimiento de las provincias impulsando la generación de capacidades para la implementación de planes MBGI y comités técnicos provinciales

Metodológicamente la implementación de MBGI se inicia mediante la creación de sitios piloto, en los cuales se aplicará y monitoreará el modelo a escala predial, considerando las condiciones particulares de cada bosque en cuanto a factores y procesos que condicionan la dinámica de regeneración natural, y el grado de palatabilidad que poseen las plantas relacionado al ramoneo y la sobrevivencia. Específicamente, el reclutamiento de las especies arbóreas dominantes que se reproducen exclusivamente de semillas (lenga, coihue), es más sensible al ramoneo que el de las especies rebrotantes (ñire). Las condiciones climatológicas y ambientales como disponibilidad de agua, luz, intensidad y duración de la radiación, temperatura, cobertura vegetal entre otras también inciden en la regeneración del bosque y su adaptación a la utilización como predio MBGI

Desde el punto de vista legal los predios en los cuales se trabaja con SSP, deben presentar información que sustente el plan de manejo.

- Inventario forestal
- Propuesta silvícola con la guía de manejo (raleos, continuidad del estrato arbóreo)
- Evaluación de pastizales y planificación del pastoreo.
- Pautas para la conservación del Bosque nativo. En el que se precise la determinación de la red caminera, áreas de protección y biodiversidad; así como margen de protección (15 a 60 metros) de corrientes de agua (ronda de ríos).

Existen dos zonas agroecológicas de especial interés para llevar a cabo esta tecnología a través de los planes de manejo bajo uso silvopastoril, los cuales pueden ser financiados mediante la ley regional derivada de la ley 26.331. Una de estas es el llamado Parque Chaqueño, que cuenta con 6.300.000 hectáreas de bosque nativo. Esta región se encuentra distribuida en varias provincias del norte, con especies endémicas leñosas de gran tamaño tales como Algarrobo (*Prosopis sp.*), Quebracho Blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), Quebracho colorado (*Schinopsis balansae*), Mistol (*Ziziphus mistol*), palo Borracho (*Chorisia speciosa*), ceibo (*Erythrina crista-galli*), las cuales se encuentran asociadas a una densa capa de sotobosque de diversas especies, la mayoría de conformación tupidamente espinosa, que limitan de forma significativa el acceso de ganado a las zonas en las que se encuentran asociadas pasturas en el estrato bajo del sistema de bosque nativo, especialmente de especies *Panicum máximum* y *Cenchrus ciliaris*. La región de Patagonia (que incluye las provincias de Tierra del Fuego, Santa Cruz, Chubut, Neuquén y Río Negro), está conformada por el bosque nativo de Ñire (*Nothofagus antarctica*) en asociación con especies forrajeras como *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens*, la cual incluye cerca de 526.100 hectáreas.

En la región Chaqueña se ha venido trabajando en los últimos 10 años en la intervención del bosque nativo descrito mediante la utilización de rolado del sotobosque espinoso con maquinaria específica (Rolo), buscando disminuir de forma mecánica su densidad con el objetivo de facilitar el acceso del ganado a las zonas pastoriles del bosque y realizando de forma simultánea la siembra de especies forrajeras para incrementar la producción forrajera y capacidad de carga y consecuentemente, la producción de carne, leche y crías de la zona intervenida. Este proyecto busca preservar el bosque nativo de las especies mencionadas realizando un aprovechamiento sostenible del bosque nativo, mediante la aplicación de SSP.

En la propuesta MBGI en los Ñirantales de la zona de Patagonia (Cuadro 1) se plantean los siguientes operadores funcionales que determinan los procesos en los diferentes componentes del SSP.

Cuadro 1. Manejo integral de un predio con MBGI en Patagonia

COMPONENTE	PROCESO	OPERADOR FUNCIONAL	ACTIVIDAD/MANEJO	RESULTADO	COMPLEMENTO/ RESULTADO EN SOSTENIBILIDAD
ARBOLES	Manejo e Inventario forestal	Propuesta silvícola. Plan de intervenciones	raleos, podas, practicas agronómicas sostenibles	mejoramiento calidad del sitio, Aprovechamiento volumen y densidad, capacidad de regeneración, adecuada programación y administración del recurso forestal en el tiempo	AGUA Y SUELO: Franja de protección en ríos y arroyos, 30-60 metros. Prevención de erosión. BIODIVERSIDAD: Área de reserva mínimo del 15% para la conservación de la flora y la fauna nativa. Preservación de hábitats en estratos bajo, medio y alto del bosque; Áreas de circulación de fauna silvestre, conexión del área de reserva a nivel interpredial.
PASTIZALES	Planificación y Evaluación forrajera Calidad y cantidad de biomasa	Análisis bromatológicos, aforos relativos y ponderados. Practicas agronómicas sostenibles	Remoción y gestión de residuos leñosos. Apertura del bosque. Siembra y resiembra de especies forrajeras adaptadas.	Determinación de la capacidad de carga, racionalización del recurso forrajero en el tiempo. Proyección productiva anual y quinquenal.	BOSQUE NATIVO: Se preservan áreas de bosque con pendientes mayores a 25% y altitudes mayores a 450 msnm.
GANADO	Planificación de la producción ganadera	Plan de rotación de potreros. Utilización racional del recurso forrajero.	Conformación de lotes de ganado por etapa productiva. Balanceo de la ración en base al recurso disponible. Posibilidad de aplicar suplementación estratégica	Franjas y áreas de pastoreo, eficiencia en consumo voluntario, mejora de productividad y reproducción. Programación de ocupación, recuperación de potreros.	

Fuente: Adaptado de Silvopastoral Systems in Southern South America (Peri et al. 2016)

Las pautas o lineamientos básicos para el establecimiento de planes de MBGI contemplan:

- Todo plan de MBGI se ajusta a los contenidos mínimos para Planes de Manejo Sostenible de Bosques Nativos.
- El MBGI 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.
- 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.
- La organización de actividades incluye un plan de manejo forestal que permita conducir la estructura del bosque y monitorear su estado periódicamente.
- 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, el sistema de pastoreo y la carga ganadera.
- Se considera de gran importancia que los planes de MBGI cuenten con un sistema de prevención y control de incendios forestales y pastizales asociados así como de sequías prolongadas, que contemplen una acción específica de ataque temprano, como medio para prevenir o controlar el impacto de los mismos sobre el sistema.
- 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 y diseño)

Para realizar el monitoreo de los planes establecidos en la implementación del MBGI y financiados con recursos provinciales, se establecen 23 indicadores a escala predial, de los cuales 10 son de carácter ambiental, 6 de tipo socio-económico y 7 de tipo productivo.

Desde el punto de vista productivo se sugiere monitorear la densidad y el volumen de la madera obtenida a partir de los raleos, calidad de las trozas, rendimiento en aserradero. De igual manera el pastizal puede monitorearse la producción forrajera tanto en Ñirantales raleados como en los predios Chaqueños con la intensidad de los rolados aplicados. Desde el punto de vista animal es importante realizar el seguimiento productivo y reproductivo en cuanto a leche, carne y lana. Desde el punto de vista ecológico se sugiere monitorearse la capacidad de resiliencia del sistema sometido a MBGI, mediante la aplicación de modelos estructurales y funcionales de estados y transiciones. De la misma manera puede aplicarse modelos de estimación de carbono y nutrientes en suelo, parte aérea del árbol y raíces, cantidad de hojarasca y retorno de nutrientes.

Bibliografía

- Peri, P. 2017. Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada (MBGI). Marco político y conceptual. Oportunidades y límites para expansión de la ganadería. Relatorio presentado en la Jornada Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo Pastoriles, del 40° Congreso Argentino de Producción Animal, 6 de noviembre de 2017, Córdoba, Argentina.
- Peri, P., Dube, F. y A. Varella. 2016. Silvopastoral Systems in Southern South America. Advances in Agroforestry 11. Ed. Springer.

Manejo del bosque en relación al objetivo de producción en Sistemas Silvopastoriles

Bustamante, G. N.⁴; Barth, Sara Regina⁵

Los sistemas silvopastoriles (SSP) representan una modalidad de uso de la tierra donde coexisten interacciones ambientales, económicas y sociales entre los componentes arbóreo, forrajero, ganadero, edáfico y humano, bajo un manejo integrado. En estas condiciones se presentan interacciones positivas o negativas entre los distintos componentes (Fassola et al., 2009). El desafío es maximizar los ingresos y/o la producción, minimizando a la vez los impactos negativos sobre los recursos naturales.

En el presente trabajo se pretende enfocar la atención en el componente forestal como parte del sistema SSP. A fines de enfrentar la crisis actual del mercado de productos madereros, es indispensable optimizar los procesos de producción tendiendo hacia productos de mayor calidad y valor. Con este propósito es importante analizar el efecto del manejo forestal en cuanto a tratamientos a aplicar, como por ejemplo, poda y raleo. Estas dos prácticas silvícolas, realizadas en tiempo y forma, condicionan en gran medida la calidad y cantidad de productos a obtener de una masa boscosa y por ende su rentabilidad (Fassola et al., 2015).

Concentrándonos en analizar el raleo, pequeñas remociones de volúmenes (bajas intensidades de raleo), crean tal vez la situación ideal para mantener el incremento al máximo de producción, pero al ser necesario aplicarlo por lo menos una vez al año, esto no es práctico ni viable por su costo. Raleos fuertes, con gran remoción volumétrica, sean tal vez en este caso, una solución con mejor relación costo/beneficio al reducir el número de intervenciones hasta alcanzar la densidad de plantación final deseada. No obstante, hay un límite en la respuesta de los individuos al mayor espaciamiento para no hacer inevitable una pérdida excesiva de volumen. Es así primordial hallar el óptimo a extraer en cada raleo.

Hay diferentes métodos de medir o expresar la densidad de un rodal forestal. Uno de ellos es el área basal. Su amplia difusión se debe a ser fácilmente medible sin restar calidad a la información que brinda para la toma de decisiones de manejo.

Existe un área basal óptima para cada período durante edades juveniles y medias a fin de producir el máximo incremento en área basal.

No obstante, es importante que los rollos o trozas a producir tengan el mayor diámetro posible y que este incremento en área basal se distribuya en un menor número de árboles.

El crecimiento y la producción de un rodal se ven influenciados por la genética del material a implantar, siendo fuertemente determinados además por factores como la edad del rodal, la capacidad productiva del área (calidad de sitio), el grado de ocupación del sitio (densidad de plantación) y los tratamientos silviculturales que se decida aplicar (fertilización, podas, raleos, control de malezas y hormigas, etc.)

En un Sistema Silvopastoril, uno de los principales objetivos del manejo es dirigir la producción de un rodal de tal modo de maximizar la producción de los bienes establecidos como producción objetivo (maximizar volumen total, volumen de madera gruesa, de forraje bajo cubierta forestal, etc.).

⁴ Ing. Agr. Gimena Noemí Bustamante – Centro Austral de Investigaciones Científicas Ushuaia (alumno del curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles) - gime.nb@hotmail.com

⁵ Dra. Ing. Ftal. Sara Barth - UNaM - INTA EEA Montecarlo, Misiones (docente a cargo) - barth.sara@inta.gob.ar

La Teoría de Möller, citado por Ahrens (1992), en relación al crecimiento y producción forestal establece que, en un rodal forestal sin raleo la producción bruta por unidad de área, a largo plazo, es aproximadamente igual a la producción total que sería obtenida por el valor acumulado de las producciones intermedias (raleos) sumadas a la producción obtenida en la corta final, si el mismo hubiera sido sometido a un régimen de raleos. Esto quiere decir que, excluyendo los extremos de densidades de un rodal, la producción total en volumen es semejante para diferentes niveles de densidad (Crechi et al., 2001).

Schneider et al. (1991), citan a Assman, quien comprobó que las áreas manejadas con raleos fuertes producían menor volumen que las tratadas con raleos suaves. Esto se da aun cuando los raleos fuertes dan lugar a un mayor crecimiento en área basal. Evaluando el efecto de los raleos en los bosques se puede observar que los árboles remanentes aumentan rápidamente su incremento, debido al mejor aprovechamiento de los factores ambientales. Se da una aceleración del crecimiento, siendo este efecto dependiente de la época de aplicación del raleo y de su intensidad. Los raleos implementados en la fase juvenil, producirían una mayor reacción de crecimiento ya que a partir de cierto momento el incremento pasa a tener tasas decrecientes. Tras la observación del desarrollo del área basal en masas forestales raleadas y no raleadas, se definió un área basal máxima. Ésta fue establecida en plantaciones no raleadas y en diagramas de manejo y representa el punto de inicio de la línea de mortalidad por competencia.

El tipo de raleo a aplicar indica qué árboles serán cortados y la intensidad–oportunidad indican cuántos árboles y con qué intervalos. De acuerdo al tamaño de los árboles cortados (dominados e intermedios, co-dominantes y dominantes) se definen 3 tipos de raleo: bajo, neutro y alto. El raleo por lo bajo es uno de los más empleados, consiste en la extracción de árboles muertos y moribundos, árboles dominados, árboles sub-dominantes competitivos, árboles co-dominantes defectuosos (bifurcados y quebrados).

Analizando un ensayo de intensidad y oportunidad de raleo de *Pinus Híbrido* (*Pinus elliotii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) a edad de tala rasa se puede observar que:

- A partir del séptimo año de edad, se observa como los tratamientos comienzan a agruparse en dos grupos diferentes, siendo los mismos función de la intensidad de raleo y no así de su oportunidad. Uno de ellos agrupa al testigo (T0) con los tratamientos de raleos suaves (T1) mientras que el otro agrupa los tratamientos de raleos fuertes (T2).

- La intensidad de raleo afectó la producción volumétrica total, la que fue menor en aquellos tratamientos con raleos más intensos, lo cual es de extrema importancia cuando el objetivo es la producción de madera gruesa y no simplemente el maximizar volumen total, pero de madera de menor precio en el mercado.

- Se observó que los raleos fuertes, independientemente de la frecuencia con que fueron realizados, afectaron la producción total en términos de volumen.

- Los tratamientos con raleos suaves y sin raleo son los que presentaron los mayores volúmenes totales acumulados sin presentar diferencias estadísticas entre ellos, si bien entre los tratamientos de este último grupo, se observa una tendencia a mayores volúmenes acumulados en los tratamientos con raleos suaves comparativamente con el testigo.

Los tratamientos de raleos fuertes beneficiaron el desarrollo individual del árbol, siendo las diferencias estadísticamente significativas en relación a los tratamientos de raleos suaves y al testigo sin raleo. Entre estos dos últimos tratamientos también se observó que el raleo aplicado, independientemente de su oportunidad, benefició el desarrollo en volumen del árbol promedio (esto es válido aplicando el tipo de raleo efectuado, es decir, selectivo por lo bajo). Las tendencias demostraron

que el volumen del árbol promedio para una misma intensidad de raleo, es inversamente proporcional al intervalo entre raleos aplicados. Ésto, de alguna manera, muestra que si el objetivo de la forestación es la producción de volumen total sin importar dimensiones de los árboles, la realización o no de raleos suaves sería lo más conveniente; mientras que, si se buscan árboles de mayores dimensiones, entonces la realización de raleos fuertes sería lo más conveniente, aún a costa de reducir volumen total (Crechi et al., 2012).

Keller et al. (2006) aconsejaron la aplicación de raleos fuertes y tempranos para favorecer el desarrollo de árboles individuales con destino a aserrado, laminado, etc., aprovechando que a edades tempranas la velocidad de crecimiento relativo es mayor (aceleración del crecimiento, tal lo citado por Schneider et al, 1991) y sería entonces la oportunidad de concentrar estos incrementos en los mejores árboles, antes que decaiga el incremento corriente anual en volumen.

El diseño del Sistema Silvopastoril que vayamos a implementar condicionará el tipo de manejo forestal a seguir, menor densidad de implantación desde el inicio y raleos, y en este caso, su intensidad y oportunidad de realización, a fin de no afectar en forma excesivamente negativa a los demás componentes del sistema.

Bibliografía

- Ahrens, S. A. 1992. Seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de *Pinus taeda* L., através de um modelo de programação dinâmica. Curitiba. 189 f. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- Crechi, E. H.; Friedl, R. A.; Fassola, H. E.; Fernández, R. A.; Dalprá, L. 2001. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Araucaria angustifolia* (bert.) o. Ktze sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina.
- Crechi, E.; Keller, A.; Fassola, H.; Fahler, J.; Maletti, R. 2012. Efectos de la intensidad del raleo en *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sobre el crecimiento y la producción en el NO de Misiones.
- Fassola, H. E.; Winck, R.A.; Barth, S. R. 2015. Calidad de productos forestales en los sistemas silvopastoriles en la provincia de Misiones y NE de Corrientes, Argentina. III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. VII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Mayo 2015. Iguazú. Misiones. Argentina.
- Fassola, H; Lacorte, S; Pachas, A; Goldfarb, C; Esquivel, J. 2009. Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino. XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. Octubre 2009.
- Schneider, P.R., Finger, C.A.G., Cozer, E. 1991. Efeito da intensidade de desbaste sobre o crescimento e produção de povoamentos de *Pinus elliottii* E. In: simposio de manejo de florestas plantadas, Santa María. Anais Esteio: UFSM. P.150-167.

Modelo de Estados y Transiciones: Modelos de sitios ecológicos

Cardón Julia¹ y López Dardo²

La degradación de los ecosistemas es una problemática a nivel global que tiene grandes consecuencias en la provisión de servicios ecosistémicos, en la biodiversidad, y en la emisión de gases de efecto invernadero, entre otros (Corlett 2016, Peri et al. 2017). Manejar sustentablemente un ecosistema implica permitir la producción de bienes y servicios y a la vez conservar su resistencia y resiliencia ante un factor de disturbio o perturbación (López et al. 2011). Para ello es necesario integrar tanto herramientas provenientes de las ciencias ecológicas como aquellas de las ciencias sociales (Easdale 2016).

Se considera resiliencia a la capacidad de un ecosistema de retornar a una condición anterior a una perturbación una vez ésta se elimina y a la capacidad de este sistema de adaptarse a futuras perturbaciones (López et al. 2013). Por otra parte, se define resistencia de un ecosistema como su capacidad de tolerar determinados disturbios sin sufrir grandes cambios en su estructura y función (López et al. 2011). Entonces, un ecosistema resistente y resiliente a un disturbio determinado mantiene su comunidad de especies de plantas y su productividad de bienes y servicios (López et al. 2013).

Teniendo en cuenta estos conceptos, existe una gran falta de información relacionada a la intensidad de perturbación que puede resistir un sistema sin degradarse (Briske 2006). Para ello se propuso al Modelo de Estados y Transiciones como una herramienta de manejo adaptativo basado en el estudio de variables funcionales y estructurales del sistema (Easdale 2016). El manejo adaptativo tendría como objetivo evitar situaciones de degradación del sistema y facilitar el aprendizaje y el estudio del efecto de las estrategias de manejo implementadas sobre el sistema (Peri et al. 2017). El modelo también puede ser utilizado para detectar indicadores de recuperación en áreas ya degradadas, definir períodos de recuperación y de máxima vulnerabilidad, e identificar cuánta resistencia y resiliencia tiene un ecosistema ante un disturbio (Cavallero et al. 2015).

El Modelo de Estados y Transiciones se enmarca en un determinado sitio ecológico. En Peri (2017) definen sitio ecológico como una unidad de paisaje o elemento con características similares en cuanto a suelo, topografía, formaciones geológicas y regímenes climáticos que difieren de otras unidades de paisaje en: (1) La composición de especies de plantas y tipos de producción bajo regímenes de disturbio y bajo sitios de referencia asociados a propiedades de suelo, dinámicas naturales de la vegetación y los servicios ecosistémicos provistos y (2) las respuestas al manejo, procesos de degradación y restauración. Easdale (2016) además propuso incluir al modelo variables estructurales y funcionales que incluyan procesos sociológicos, y que tomen al sitio ecológico como un socio-ecosistema complejo de estructuras sociales y ecológicas interrelacionadas entre sí.

En el marco del Modelo de Estados y Transiciones un sitio ecológico puede ser descrito como una serie de estados posibles alternativos (Easdale 2016). Un estado puede definirse como un conjunto de características de la comunidad de plantas asociadas a ciertas propiedades del suelo y a la cantidad de recursos que definen características funcionales y estructurales de un sitio ecológico particular (López et al. 2011, Peri et al. 2017). Un estado puede modificarse pasando a otro estado y generando una transición (Peri 2017). Se han propuesto dos mecanismos por los cuales puede ocurrir una transición: (1) Factores de disturbio como cambios en la población biótica, competencia, entre otros y, (2) Cambios a largo plazo en las condiciones abióticas como la erosión y el cambio climático (Briske 2006).

Cuando un ecosistema cambia de estado ocurre una transición que puede ser negativa o positiva (López et al. 2011, Cavallero et al. 2015 y Easdale 2016). En el caso de las transiciones negativas se genera una conversión de un estado de referencia que corresponde a aquel sitio con mayor integridad, a

otro estado más degradado y con menor resiliencia (López et al. 2013). Si bien el disturbio causa un cambio de un estado a otro más degradado, el sitio ecológico no varía (López et al. 2011). Por el contrario, las prácticas de manejo que minimizan los disturbios y recuperan las condiciones estructurales y funcionales de un sistema pueden generar transiciones positivas de un estado más degradado a otro con mayor resiliencia (Cavallero et al. 2015). También es posible definir resiliencia como la cantidad de disturbio que se requiere para cambiar el estado de un ecosistema produciendo una transición (López et al. 2011).

Un mismo estado puede encontrarse en diferentes fases. Un cambio en las fases dentro de un estado implica una modificación temporal en las variables estructurales o funcionales pero que no disminuyen la resiliencia del sistema, es decir, no constituyen una transición (Bestelmeyer et al. 2017). Se pueden definir fases de referencia, fases intermedias y fases de riesgo. Las fases de referencia son aquellas en donde el sitio ecológico tiene una resiliencia máxima. Por el contrario, las fases de riesgo son aquellas en donde, si se intensifica el factor de disturbio, disminuye precipitadamente la resiliencia, es decir, es la comunidad vegetal más vulnerable a sufrir una transición negativa (Cavallero et al. 2015).

De esta manera, los sitios ecológicos se encuentran en un permanente equilibrio dinámico. La hipótesis del equilibrio dinámico propone que tanto el modelo del equilibrio como el del no-equilibrio influyen la vegetación operando a diferentes escalas temporales y espaciales (López et al. 2011). Por una parte el modelo del equilibrio se basa en el supuesto de que los ecosistemas tienen la capacidad de regularse internamente (Briske et al. 2003). Por otra parte, el modelo del no-equilibrio se basa en el supuesto de que los ecosistemas tienen una capacidad limitada de regulación interna, siendo más influenciados por factores reguladores externos (Briske et al. 2003). En la hipótesis del equilibrio dinámico, la interacción entre estos dos modelos genera fluctuaciones que determinan cambios de fase, pero no de estados (López et al. 2011).

El Modelo de Estados y Transiciones propone dos ejes, el eje Y definido por variables funcionales y el eje X definido por variables estructurales que determinan la integridad del sistema (López et al. 2011). La incorporación de ambos ejes permite identificar los distintos estados en los que se puede encontrar un sitio ecológico, determinar su estabilidad y los umbrales críticos que generan transiciones negativas (López et al. 2013). A partir de la información resultante permiten elaborar herramientas de mejora que eviten la degradación irreversible del sistema, evaluar estrategias de restauración y predecir escenarios futuros bajo cierto manejo (López et al. 2011 y Cavallero et al. 2015). Cada sitio ecológico tiene modelos de estados y transiciones particulares con uno o más estados posibles (no es una sucesión lineal) (Briske 2006).

Variables estructurales

Las variables estructurales son la cobertura de las plantas, la cantidad de hojarasca, la cantidad de materia orgánica y profundidad de la capa de suelo, la composición de especies de plantas, sus formas de crecimiento, diversidad, distribución espacial de la vegetación, las características del suelo, y el porcentaje de suelo desnudo (López et al. 2011, Peri et al. 2017). Si el disturbio se intensifica los cambios estructurales pueden afectar en mayor o menor medida a los cambios funcionales, es decir, el Modelo de Estados y Transiciones no asume que las variables funcionales son dependientes de las variables independientes estructurales, por el contrario, reconoce a ambas variables como independientes (Easdale 2016). Sin embargo aún existe un gran vacío de información respecto a esta relación estructura-función (Briske et al. 2005).

Variables Funcionales

El eje Y está definido por variables o procesos clave que determinan la funcionalidad del ecosistema (López et al. 2011, Easdale 2016). Algunas variables que definen la funcionalidad del sistema incluyen la cantidad de agua y nutrientes retenidos por el suelo (López et al. 2011, Peri et al. 2017). Entonces, cuando un disturbio afecta variables estructurales como la cobertura del suelo se acelera el escurrimiento del agua y por lo tanto incrementa la erosión del suelo y el escurrimiento de los nutrientes (López et al. 2011). Esto afecta principalmente a la eficiencia en el uso del agua y al reclutamiento de especies claves, comprometiendo la continuidad y permanencia en el tiempo de la comunidad vegetal (López et al. 2011, López et al. 2013).

En estudios previos se utilizaron variables funcionales como la regeneración del bosque para determinar el estado de sitios que sufrieron incendios en diferentes períodos de tiempo (Cavallero et al. 2015). Este factor de disturbio influencia la continuidad del estrato arbóreo en el tiempo influenciando procesos clave como el establecimiento de renovales, la polinización, la supervivencia, y la producción, dispersión y germinación de semillas (Bahamonde et al. 2011). En Cavallero (2015) se propone al reclutamiento arbóreo como un indicador más sensible comparado a las variables ambientales (como humedad y temperatura del suelo y del aire, entre otros) y aún más que los indicadores que implican el uso de sistemas de información geográfica debido a que la regeneración es fácil de medir y monitorear, no implica mucho esfuerzo de muestreo ni de financiación económica, y sintetiza e integra diferente características del sistema.

Umbral crítico

Stingram (2003) define un umbral como “el límite en el tiempo y en el espacio entre diferentes estados de manera que uno o más procesos ecológicos primarios se modifican irreversiblemente y deben ser restaurados para retornar a su estado previo”. Sin embargo, Briske (2006) propone que los umbrales son el resultado de una gran cantidad de factores que interactúan entre sí, y no son únicamente un límite espacio-temporal (Briske 2006). Bajo el marco conceptual del Modelo de Estados y Transiciones se define un umbral crítico como un cambio brusco en la estructura de la vegetación que conlleva a una pérdida de las funciones eco-sistémicas (López et al. 2011). Este umbral crítico se encuentra definido a partir de un umbral relacionado a las variables estructurales y de un umbral vinculado a las variables funcionales (López et al. 2013). El umbral estructural se asocia con cambios en el componente biótico (por ejemplo, cambios en la composición de especies y de su distribución en el espacio), y con cambios en el componente abiótico, como la pérdida de suelos por erosión (Briske et al. 2005). Por otro lado, el umbral funcional está asociado con la pérdida de procesos ecosistémicos claves, como la regeneración y la eficiencia en el uso de la lluvia (Briske et al. 2005).

El traspaso del umbral crítico es generado a partir de la intensificación de un disturbio o de un aumento en su frecuencia causando una transición negativa a un estado alternativo (López et al. 2013). La velocidad a la cuál este estado degradado retorna a su estado original una vez se elimina el disturbio se denomina “Elasticidad del sistema”. Por otro lado, el intervalo de fases, incluyendo sus características estructurales y funcionales, en los que puede fluctuar un ecosistema sin atravesar el umbral crítico se denomina “amplitud del sistema”. Ambos conceptos, amplitud y elasticidad, definen la resiliencia de una sistema bajo un cierto disturbio (López et al. 2011).

Luego de identificar los disturbios, estados, variables y umbrales se realiza un diagrama en donde los estados de un ecosistema son representados en bloques que encierran bloques más pequeños representando a las fases de un mismo estado (Easdale 2016). Las transiciones negativas entre estados se simbolizan con flechas (López et al. 2011). El uso del Modelo de Estados y Transiciones permite

generar aplicaciones prácticas de manejo a partir de una sólida base ecológica, identificar estados no deseables y promover la ocurrencia de estados deseables (Bestelmeyer et al. 2003). A su vez, esta metodología posee un gran potencial para su aplicación en las ciencias sociales permitiendo identificar y monitorear problemáticas socio-ecológicas (Easdale 2016). En futuras investigaciones se deberían analizar los estados, variables y umbrales a nivel de paisaje y nivel regional (Briske 2006), también incorporar variables estructurales y funcionales desde perspectivas sociales (Easdale 2016) y realizar enfoques participativos (Bestelmeyer 2017).

Bibliografía

- Bahamonde H.A., Peri P.L., Monelos L.H. y Pastur G.M. 2011. Aspectos ecológicos de la regeneración por semilla en bosques nativos de *Nothofagus antártica* en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque* 31: 20-29.
- Bestelmeyer B.T., Brown J.R., Havstad K.M., Alexander R., Chavez G., y Herrick 2003. Development and use of state-and-transition models for rangelands. *Journal of Range Management* 56: 114-126.
- Bestelmeyer B.T., Ash A., Brown J.R., Densambuu B., Fernández-Giménez M., Johanson J., Levi M., Lopez D., Peinetti R., Rumpff L., y Shaver P. 2017. State and Transition Models: Theory, Applications, and Challenges. *Rangeland Systems*. Springer pp. 303-345.
- Briske D.D., Fuhlendorf S.D., y Smeins F.E. 2003. Vegetation dynamics on rangelands: a critique of the current paradigms. *Journal of Applied Ecology* 40: 601-614.
- Briske D.D., Fuhlendorf S.D. y Smeins F.E. 2005. State-and-Transition Models, Thresholds, and Rangeland Health: A synthesis of Ecological Concepts and Perspectives. *Rangeland Ecology Management* 58: 1-10.
- Briske D.D., Fuhlendorf S.D. y Smeins F.E. 2006. A Unified framework for Assessment of Ecological Thresholds. *Rangeland Ecology and Management* 59: 225-236.
- Cavallero L., López D.R., Raffaele E. y Aizen M.A. 2015. Structural-functional approach to identify post-disturbance recovery indicators in forests from northwestern Patagonia: A tool to prevent state transitions. *Ecological Indicators* 52: 85-95.
- Corlett R.T. 2016. Plant diversity in a changing world: status, trends and conservation needs. *Plant Drivers* 38: 10-16.
- Easdale M.H., López D.R. 2016. Sustainable livelihoods approach through the lens of the State-and-Transition Model in semi-arid pastoral systems. *The Rangeland Journal* 38: 541-551.
- López D.R., Cavallero L., Brizuela M.A., y Aguiar M.R. 2011. Ecosystemic structural-functional approach of the state and transition model. *Applied Vegetation Science* 14: 6-16.
- 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. *Ecological Indicators* 24: 1-11.
- Peri P.L., López D.R., Rusch V., Rusch G., Rosas Y.M. y Pastur G.M. 2017. State and transition model approach in native forests of Southern Patagonia (Argentina): linking ecosystem services, thresholds and resilience. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* 2: 105-118.
- Stringham T.K., Krueger W.C, y Shaver P.L 2003. State and transition modeling: an ecological process approach. *Journal of Range Management* 56: 106-113.

Suelos de Sistemas Silvopastoriles

Díaz Lezcano, Maura Isabel⁶ y Dubé Francis⁷

Los efectos negativos de la ganadería convencional pueden reducirse mejorando el manejo, siendo una alternativa la implementación del sistema silvopastoril, en el cual árboles, pasturas y animales de producción se combinan y manejan de manera racional e integral para lograr mejorar a mediano o largo plazo, la productividad, la rentabilidad y la sustentabilidad de la explotación. Esto implica el conocimiento y el ensamble de todas las variables que afectan a cada uno de sus componentes, sin olvidar los recursos suelo y agua.

El componente leñoso del sistema brinda a los animales protección contra el viento, sombra que disminuye las altas temperaturas y la incidencia de radiación solar, factores que también pueden incidir en el crecimiento y la calidad del forraje consumido por los animales en pastoreo. Bajo la copa de los árboles los animales tienen más tiempo dedicado a pastorear y rumiar, por lo tanto mayor consumo de alimento, mayor ganancia de peso y de producción de leche, además de disminuir la tasa de mortalidad de animales jóvenes debido a una mejor condición y mayor producción de leche de las madres, menores dificultades al parto y mejoras en el peso al nacimiento.

El suelo cumple un papel esencial en el desarrollo de la vida, pues establece una relación dinámica con el reino vegetal y el reino animal; los vegetales obtienen del suelo el agua y los nutrientes esenciales y de los vegetales se alimentan los animales, luego residuos animales y vegetales vuelven al suelo y son descompuestos por los microorganismos que allí habitan convirtiéndola en una mezcla de material mineral y orgánico capaz de soportar la vida vegetal.

En volumen la composición media del suelo es la siguiente: 50% de materia sólida 20% a 30% de disolución acuosa y 20% a 30% de aire edáfico, la fase sólida a su vez se compone en 45 % de fracción inorgánica y 5% de materia orgánica, de vital importancia para la fertilidad, ya que sirve para mantener la microfauna que participa en diversos procesos químicos, y afecta las propiedades físicas del suelo.

El sistema silvopastoril permite un uso más eficiente de nutrientes del suelo; las raíces pivotantes de los árboles alcanzan sitios que no son alcanzados por las raíces de la pastura y absorben nutrientes de los horizontes profundos del suelo, que pasan a estar disponible para la pastura con la senescencia de hojas o cuando las raíces se descomponen, también se dan ganancias derivadas de la fijación simbiótica de nitrógeno por los árboles principalmente de la familia de las leguminosas. Es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas (p. ej. producción y economía) como en sus funciones ambientales entre ellas captura de carbono y calidad de aire.

La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica. La cantidad, la diversidad y la actividad de la fauna del suelo y de los microorganismos están directamente relacionadas con la materia orgánica. La materia orgánica y la actividad biológica que ésta genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos. La agregación y estabilidad de la estructura del suelo aumentan con el contenido de materia orgánica. Esta a su vez, incrementan la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible en el suelo así como la resistencia a la erosión hídrica y eólica. La materia orgánica del suelo también mejora la dinámica y la biodisponibilidad de los principales nutrientes de la planta. Los organismos del suelo incluyendo los microorganismos, usan los residuos de las plantas, de los animales, de los derivados de la materia orgánica como alimentos. A medida que

⁶ Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles-Ing. Agrónoma, Fac. de Cs. Agrarias, Univ. Nac. de Asunción, Paraguay, maisdile@gmail.com

⁷ Dr. Ing. Forestal - Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Chile, fdube@udec.cl

descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) son liberados dentro del suelo en formas que puedan ser usadas por las plantas (disponibilidad de nutrientes). Los productos de deshecho producidos por los microorganismos contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo.

El grupo más grande de bacterias está formado por los descomponedores, el segundo grupo; las mutualistas, que forman asociaciones con las plantas. Esta asociación que existe permite un mutuo beneficio que es llamada simbiosis. Uno de los grupos de bacterias más conocidas que comprende los fijadores de nitrógeno son los *Rhizobium*. Algunas de estas bacterias (nitrosomonas y nitrobacterias) son importantes para el proceso de la nitrificación en el cual el amonio se convierte en nitratos y, en una etapa posterior, en la desnitrificación del nitrato en óxido nitroso y gas nitrógeno. Además son muy importantes para la degradación de los agentes contaminantes.

Las raíces son buenos indicadores funcionales del ecosistema ya que constituyen gran parte de la biomasa viva del suelo. La estimación de la biomasa y la productividad primaria son parámetros que reflejan la salud del ecosistema y permiten generar hipótesis sobre las repercusiones que la perturbación antrópica ocasiona sobre la dinámica del bosque. En pocos trabajos se ha considerado que las raíces son indicadores funcionales del ecosistema, a pesar de que constituyen gran parte de la biomasa viva del suelo y ejercen un control sobre los procesos de pedogénesis, la producción de materia orgánica, la dinámica de los nutrientes y el potencial hídrico. Además, las raíces están relacionadas con la microflora y con la fauna edáfica en una gama amplia de ecosistemas naturales, agrícolas y forestales, y frecuentemente están asociadas con bacterias fijadoras de nitrógeno, hongos (micorrizas) o actinobacterias.

El carbono existente en el suelo tiene un efecto muy importante en la agregación de las partículas del suelo, existiendo una relación entre tamaño de los agregados y contenido de COS lábil, mayor es el tamaño de los agregados que es esencial para la actividad biológica del suelo. El tercer reservorio más grande de carbono a nivel global (después de los océanos y el combustible fósil o geológico) es el suelo. Así este elemento (el orgánico y el inorgánico a 1 m de profundidad) de los suelos es más de 4 veces el C biótico y 3 veces el atmosférico, pero aproximadamente la mitad que el geológico. Este elemento en los suelos es muy dinámico, muy sensible a los procesos edáficos y a las perturbaciones antropogénicas.

El carbono orgánico del suelo se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, afectando las propiedades del suelo relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos. En el ciclo terrestre del carbono, el carbono orgánico del suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera y se estima en cerca de 1500 Pg⁸ C a 1 m de profundidad (cerca de 2456 a dos metros de profundidad). El carbono inorgánico representa cerca de 1700 Pg, pero es capturado en formas más estables como el carbonato de calcio. La vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) almacenan considerablemente menos cantidades que los suelos. Las existencias de carbono orgánico presente en los suelos naturales representan un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición (mineralización). En condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y solo una pequeña fracción (1%) del que ingresa (55 Pg/año) se acumula en la fracción húmica estable.

Los pastizales, debido a su gran extensión y diversidad, tienen un impacto significativo en la captura de carbono de la tierra y potencialmente, pueden secuestrar grandes cantidades de carbono. Las tierras de pastoreo tienen el potencial para almacenar carbono en el suelo y ayudan a mantener un balance a favor de una menor liberación de CO₂ mediante prácticas sostenibles y los habitantes del mundo necesitan de las prácticas agrícolas que mejoren el almacenamiento del carbono y la productividad, para beneficiar a las comunidades de los productores.

⁸ Petagramo (Pg) equivale a una gigatonelada (Gt), es decir, a mil millones de toneladas

La incorporación de una especie fijadora de nitrógeno, además de contribuir a descompactar el suelo, ayuda también a la regulación hídrica y al reciclaje de nutrientes, es deseable porque permite reducir la dependencia sobre insumos externos, elimina el impacto ambiental de la fertilización química y atenúa el efecto erosivo del pisoteo del ganado

La mayoría de las raíces de las plantas están infectadas con micorrizas u hongos mutualistas. Estos forman una red de hilos del micelio en las raíces de las plantas y árboles y se expanden en la superficie de las raíces. Obtienen carbono de la planta y en cambio obtienen nutrientes tales como fósforo, nitrógeno, micronutrientes y agua. Esta asociación simbiótica extiende el sistema de raíces de la planta. El beneficio potencial de una efectiva asociación incluye la protección contra algunos patógenos de las raíces, aumenta la tolerancia a las enfermedades, la tolerancia a la sequía y reduce los problemas de toxicidad y alta temperatura del suelo.

La incorporación de árboles y arbustos en los sistemas ganaderos tradicionales mejora la estructura del suelo disminuyendo los procesos de erosión. Estos resultados se explican por el mayor reciclaje de nutrientes que se produce y la fijación de nitrógeno. El manejo de gramíneas, acompañadas con árboles, permite que una fracción representativa de nutrientes, que se extrae de la solución del suelo, retorne a ella mediante la deposición de follaje y de residuos del pastoreo o por las podas que quedan en la superficie del suelo. Esta mayor deposición de materia orgánica contribuye a modificar las características físicas del suelo, principalmente su estructura.

Es importante recordar además, que las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como si lo hacen la gran mayoría de las gramíneas utilizadas para el pastoreo. De allí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo.

Elementalmente, la materia orgánica del suelo está formada principalmente por carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y en menor proporción azufre, fósforo y molibdeno, composición que no varía significativamente entre las distintas clases de suelo, siendo el contenido de carbono prácticamente constante, mientras que el nitrógeno es muy variable.

Los microorganismos que descomponen la materia orgánica se multiplican activamente cuando tienen energía y nutrientes asimilables, especialmente nitrógeno, que utilizan para sintetizar sus proteínas. Los residuos vegetales generalmente son ricos en carbono que son fuente de energía para los microorganismos, pero no en nitrógeno. La rapidez con que proliferan los microorganismos descomponedores y la velocidad de descomposición de la materia orgánica depende de la relación Carbono orgánico/Nitrógeno total. La Relación C/N se puede utilizar como indicador de la calidad de la materia orgánica; valores altos (>25-30) indican que tiene una baja capacidad de descomposición. El nitrógeno se inmoviliza cuando la Relación C/N es alta, pues los microorganismos no tienen la cantidad necesaria de nitrógeno, por lo que lo toman del suelo y lo dejan empobrecido de este elemento, la velocidad de descomposición se estabiliza cuando la Relación iguala valores entre 10 y 14, en este caso se favorece la proliferación de microorganismos.

Aporte de los Sistemas Silvopastoriles a la Ganadería Sustentable en el Nordeste de Argentina.

Ignacio Fígoli⁹ y Jorge Esquivel¹⁰

Los sistemas silvopastoriles (SSP) como alternativa de ganadería sustentable consisten en una combinación intencional de árboles, forrajes y ganados en la misma superficie buscando la estabilidad ambiental, social y económica (Nowak 2001). Aumentar la productividad de la tierra a través de madera de calidad y carne de calidad. Las cuatro I de un SSP sostenible: intencional, intensivo, integrado e invertido (Dube).

Hay cerca de 200.000 hectáreas bajo SSP en la zona de Misiones y Corrientes. En Corrientes (50.000 ha) hace más de 20 años que se desarrollan los SSP (pino, eucalyptus, araucaria, grevillea, kiri, paraíso) así como pasturas naturales y/o implantadas. En su mayoría son empresas familiares y no se foresta con intenciones de producir mucho volumen de madera, sino poca madera pero de calidad (libre de nudos), con un manejo intensivo que complementen podas con raleo y así poder tener árboles de mayor porte en menor cantidad por hectárea. Para contrarrestar la menor producción, se busca un efecto positivo en la producción de forraje para los animales en forma compensatoria.

Los SSP presentan varios beneficios como:

Ambientales: promueven la resistencia para la adaptación a la variabilidad climática con la diversificación propia de estos sistemas, mayor biodiversidad, protege las cuencas hídricas, mayor bienestar animal, protección contra heladas, disminuye el stress calórico de los animales, el contenido de proteína y fósforo del forraje es mayor, la producción de materia seca por hectárea es mayor y la calidad es mayor, mejor uso del suelo, disminuye el uso de agroquímicos y fertilizantes, reducción y/o mejoramiento de la estructura del suelo y la forestación como gran sumidero de carbono.

Sociales: se genera más mano de obra estable y bien remunerada en el tiempo, al ser manejos más intensivos de mano de obra, es decir aumenta la cantidad de jornales pagados por hectárea y de mejor calidad, en comparación a sistema forestal puro y ganadería puro, mejora la formalidad del trabajador rural.

Económicos: ingresos a corto, mediano y largo plazo, producción diversificada (gestión de riesgo), prorrato de los gastos fijos (al poner en la misma tierra dos actividades), el mayor beneficio económico se da con un incremento patrimonial que se da a través del crecimiento de la madera, que es la gran "caja de ahorro", siendo la ganadería la gran "caja chica" que nos permite ir viviendo (necesidad alta liquidez de capital). La ganadería es un negocio de corto/mediano plazo a diferencia de la forestación de largo plazo (requiere una alta inmovilización de capital). Si comparamos un sistema forestal puro con un SSP obtenemos un 30 % menos de madera total por hectárea (de 300 ton/ha a 200 ton/ha) pero logramos 100 % de madera de calidad (por ejemplo madera para debobinado & laminado con diámetros superiores a 25 cm en punta fina). Experiencias de campo como son el caso Pindó y Zeni muestran indicadores económicos positivos en comparación a sistemas forestales o ganaderos puros, siendo la

⁹ . Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles-Ing. Agr., Asesor Energías Renovables Bioenergía del Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay, ignacio.figoli@miem.gub.uy

¹⁰ . Docente a cargo. Ing. Agr. (Esp. Gestión Económica de la Empresa Agropecuaria), Asesor del CREA Tierra Colorada. Misiones -Argentina, elfacon@outlook.com

combinación de ambas actividades (SPP) los valores superiores de IAE (ingreso anual equivalente en \$/ha/año) y VAN.

Potencial obtención certificado de carne carbono neutra

Según el Inventario Nacional de Gases con Efecto Invernadero del año 2014 (revisado 2017) la ganadería, agricultura, silvicultura y otros usos del suelo generan el 39.2 % del total emitido y cuando la cuantificación se realiza por actividad productiva, la ganadería es responsable del 28.6 % de las emisiones, siendo la fermentación entérica (metano) la principal fuente. La producción ganadera no es bien vista por la emisión de metano (CH₄) a la atmósfera y su baja eficiencia de producción de carne por superficie. Esto último podrá ser en el mediano plazo una “barrera para arancelarias” para exportar carne en los mercados consumidores que dan mucha importancia al aspecto ambiental. Es aquí donde es importante incorporar los árboles en la ganadería como gran sumidero de carbono.

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 edad y especie, el CO₂ equivalente producido por una carga animal de 3 a 10 cabezas (dependiendo de la categoría y calidad del forraje). En líneas generales, una hectárea bajo SSP con baja densidad de árboles puede estar capturando entre 8 a 12 toneladas CO₂ eq/ha /año y una vaca de acuerdo a su alimentación y condición corporal y sus estado fisiológicos puede emitir 0.8 a 1.2 toneladas CO₂ eq/ha/año.

Es importante tomar conciencia de la importancia de un manejo ordenado e integral de los recursos para favorecer la sostenibilidad del sistema. Cuando son bien diseñados y manejados los SSP, pueden compensar las emisiones GEI y hasta convertirse en sistemas de C neutral. En el modelo SSP hay un cambio ya que los árboles no están en competencia sino en competencia por el pasto (umbral sombra 50 %). La configuración de líneas dobles (caso eucalyptus) con callejones es la que mejor equilibrio logra entre producción de madera y forraje. Hay que tener presente el alto costo de oportunidad del suelo en “las calles” (pastizal natural, agricultura, caña de azúcar, fardo de pasturas, cosecha de semillas, sorgo, etc.) y del capital circulante lo que indica que debemos de hacer las cosas bien desde el inicio. Temas claves son entender el comportamiento animal, la luz (sombreado), manejo forestal (podas y raleo) con atención al tema rajaduras en la madera por tensiones. Resulta de vital apoyo el uso de la herramienta de programación lineal a los efectos de optimizar el modelo en función de los “criterios de mínima” de cada sitio específico.

En Brasil existe la posibilidad de certificar carne carbono neutra, mediante el Plan ABC (Agricultura Baja Carbono) con su modelo ILPF (Integración Laboreo, Pecuaria y Floresta) desarrollado por EMBRAPA. La integración de la agricultura, forestación y ganadería es la forma que Brasil está trabajando para poder mitigar los gases de efecto invernadero (GEI) de la ganadería y la agricultura. Hoy Brasil toma la delantera en este tema, crea una ley que promueve los SSP y se crea un sello de carne carbono neutro bajo SSP siendo presentado oficialmente por el gobierno de Brasil y donde se ha logrado institucionalizar los SSP. Argentina tiene mucho trabajo de campo (INTA, CREA) pero falta trabajo a nivel interinstitucional para seguir dicho camino.

Un estudio del Banco Mundial del 2008 detalla que los países emergentes (en desarrollo) serán los proveedores mundiales de carne, este punto no es menor pensando en los países de la región como Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay como exportadores de carne. Hay que hacer las cosas bien pero garantizándolas a través de las certificaciones (FSC, PEPF). La certificación debe ser usada como herramienta de comercialización, comunicación de la gestión productiva y de concientización.

Desafíos

La biomasa se presenta como un importante vector energético (bioelectricidad, biocombustibles) para varios países de la región. Si bien hay bastante potencial para el incremento en el uso de la biomasa para la generación de bioenergía, los principales desafíos para la expansión en el uso de la biomasa comprenden su dispersa producción, su baja densidad y su heterogeneidad. Su baja densidad energética y la alta dispersión geográfica imponen grandes desafíos a la producción, transporte y logística. Esto conlleva que el costo de transporte constituya una parte significativa del costo total de producción, del 33 al 50 % (Sultana y Kumar, 2012), por ello es indispensable acercar la biomasa a la usina, generando nuevas alianzas/relaciones “*ganar-ganar*” entre los actores de la fase agraria y la fase industrial, sinergias que requieren una integración vertical a proyectos energéticos, siendo claros modelos de integración social productiva a nivel de cada comunidad.

Es deseable que en poco tiempo podamos desarrollar en la región protocolos para certificar ganaderías con bajas emisiones de GEI bajo sistemas SSP, es imprescindible contar con ecuaciones ajustadas para cada sistema productivo y zona ganadera.

Tendencias actuales a nivel mundial abren nuevas oportunidades para los sistemas agroforestales como herramientas de adaptación y mitigación del cambio climático.

Los sistemas agroforestales son considerados claves en la tendencia actual de promoción de la transformación de la agricultura convencional en “agricultura climáticamente inteligente” (climate-smart agriculture), es decir, una agricultura que aumenta la productividad de manera sostenible; resiliente, reduce/evita o disminuye los GEI y contribuye al logro de metas nacionales de seguridad alimentaria y desarrollo (FAO 2012).

Bibliografía:

- Esquivel, J, Lacorte, S. (2010). Sistemas Silvopastoriles con especies maderables en la República de Argentina. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Panamá 28-30/092010.
- Esquivel J. (2017) 40º Congreso Argentino de Producción Animal. Jornada Taller Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 7 de noviembre de 2017 Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Montagnini F. (2015) Sistemas Agroforestales. Funciones productiva, socioeconómica y ambiental. Capítulo 12 Función de los sistemas agroforestales en la adaptación y mitigación del cambio climático, Escuela Forestal y de Estudios Ambientales, Universidad de Yale ,USA.
- Nowak, J. Long A. (2001) Establishment of integrated timber, forage and livestock silvopastoral systems in the Southeast – A review North Florida Research and Education Center Quincy, University of Florida.
- Sultana, A. y Kumar A. 2012 Ranking of biomass pellets by integration of economic, environmental and technical factors. Biomass and Bioenergy (39).

Acumulación de biomasa y producción de madera de calidad de *Pinus taeda*: dos objetivos fundamentales en la definición de la silvicultura y los regímenes silvopastoriles actuales

Frassoni¹¹ Javier y Barth¹² Sara

El manejo forestal ha incorporado a sus objetivos la fijación de carbono. El mantener o incrementar esta función es de importancia en la mitigación del cambio climático. La investigación en cambio climático y uso de la tierra en los últimos años se ha enfocado mayormente en el análisis de los impactos de la deforestación y los efectos del uso de la tierra en las emisiones de gases de efecto invernadero, pero también se han hecho estudios para tratar de cuantificar el potencial del uso sostenible de la tierra en el secuestro y acumulación de C en los ecosistemas (Kanninen, 2003). Se estima que el 80% del carbono que vegetación y suelos intercambian con la atmósfera corresponde a los bosques. Estos, al incorporarse el carbono en el crecimiento de los árboles, actúan como sumideros (2,30 Gt C año⁻¹ en términos muy amplios) y juegan un papel importante en el balance de carbono, contribuyendo a reducir el contenido de CO₂ en la atmósfera procedente de las emisiones antropogénicas (Pardos, 2010).

El ciclo del carbono en nuestros bosques y plantaciones posee etapas y procesos que modifican la cantidad de C almacenado en la vegetación viva, ya sea arbórea, arbustiva o pastizal, en el suelo o en material en descomposición. Estas etapas son la fotosíntesis, respiración, mortalidad del material vegetal, descomposición de ese material y acumulación de C en el material vegetal. Los bosques son sumideros de C pero no todo el C almacenado permanece en esa condición el mismo lapso de tiempo. Para cuantificarlo es necesario tomar en cuenta cuál es la disposición final de la madera (leña, madera estructural, revestimientos interiores y/o exteriores). La durabilidad del producto final afecta el balance de C. La ecuación es sencilla, debemos concientizarnos de que a mayor uso de madera (refiriéndonos a destino perdurable en el tiempo) menor CO₂ habrá en la atmósfera. Debemos potenciar aquel uso de la madera que almacene Carbono por un mayor período de tiempo. Es por ello que es necesario realizar un balance de Carbono al planificar inversiones de plantas energéticas en base a combustión de leña, hay que pensar en la huella del C. ¿Cuál método de producción de energía es el más amigable con el medio ambiente?

La biomasa puede ser cuantificada a través de una variabilidad de métodos. Se puede partir de un inventario forestal. Una vez obtenido el volumen de madera presente en la masa forestal, se procede a la estimación de la biomasa, tomemos en cuenta que, al hablar de biomasa, según el concepto expresado por Pardé (1980), siempre se hace referencia a peso seco. Conocida la biomasa existente, se puede inferir sobre el C almacenado. Este puede ser cuantificado por método directo en laboratorio (obtención de coeficientes de conversión) o puede emplearse el valor genérico recomendado por otros autores (Kollmann, 1959 y IPCC, 1996) de 0,5 t de C por tonelada de materia seca; o valores recomendados por el IPCC (2006) para el cálculo de gases de efecto invernadero, 0,49 t de C por tonelada de materia seca para especies frondosas, y 0,51 t de C por tonelada de materia seca para coníferas.

El empleo de la madera en la construcción es una buena herramienta para minimizar la huella de C ya que la madera fija C y libera menos CO₂ en el proceso de construcción que los sistemas “tradicionales” empleados en las últimas décadas. Existen diferentes productos del aserrado, que intervienen en la construcción de las viviendas según el uso en obra: cabreadas de techo, paredes

¹. Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles- Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. E-mail: javierfrassoni@agro.unc.edu.ar

¹². Docente a cargo. Dra. Ing. Forestal. INTA EEA Montecarlo, Misiones. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. E-mail: barth.sara@inta.gob.ar.

exteriores y revestimientos interiores, aberturas (puertas y ventanas), muebles de interior y exterior, incluso estructuras auxiliares en obras de mampostería. No todos estos productos almacenan la misma cantidad de carbono a lo largo del tiempo, el almacenaje de C dependerá de la vida útil del producto, según el uso que se le esté dando. Fomentar la construcción en madera es una excelente estrategia para la mitigación de este proceso global de Cambio Climático.

Para propiciar el uso de la madera en la construcción es clave considerar el segundo objetivo mencionado: la producción de madera de calidad de las principales especies arbóreas utilizadas, como, por ejemplo, *Pinus Taeda* L., en Misiones y Corrientes, Argentina.

Los sistemas silvopastoriles son considerados una buena herramienta para la captura de carbono en suelos y en la biomasa leñosa (Beer et al., 2003). A este respecto, según Nair (2010) y Kumar & Nair (2009), entre los beneficios de los SSP pueden considerarse el almacenamiento directo de Carbono a corto, mediano y largo plazo, ya sea en los árboles o el suelo, como indirectamente, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero como consecuencia de cambios de uso del suelo vinculados a la deforestación. Cambia la ecuación de balance de C del sistema.

La posibilidad de implementación de múltiples alternativas en lo referente a tratamientos silvícolas o regímenes de manejo forestal hace que el desarrollo de modelos predictivos que permitan conocer la evolución del almacenamiento de biomasa bajo diferentes escenarios sean una herramienta esencial.

Analizando los sistemas implementados en Misiones, Argentina, Fassola et al. (2009) estiman la biomasa aérea en plantaciones de *P. taeda* ajustando modelos predictivos de biomasa para distintos compartimentos aéreos, incluyendo una variable “dummy” para clasificar las distintas zonas de origen (norte de Misiones- zona 1, y sur de Misiones y NE de Corrientes- zona 2).

Los resultados indican que hay diferencias de patrón de acumulación de biomasa entre ambas zonas. La deficiencia de este primer modelo ajustado es no ser aditivo. Desde el punto de vista biológico es importante que un modelo de predicción de biomasa arbórea total garantice la aditividad de todos sus componentes (Boca et. al. 2011; Carvalho, 2003).

Los autores evaluaron la biomasa según compartimento (hojas, ramas, fuste según sistema de manejo empleado: a) Manejo tradicional: empresa del N de Misiones “Silvicultura-industria” (línea de aserrado de 20 a 40 cm y de 14 a 20 cm). Aplica raleos suaves y poda hasta 5,5 m con un turno de 20 años con primer raleo destino pulpable. b) Manejo silvopastoril: empresa de zona centro de Misiones. Empresa sin industria, dedicada netamente a la actividad agrícola, ganadera y forestal. Emplea regímenes de raleos intensos a partir de los 2 años. Poda hasta 8 m y turno de corta de 18 a 20 años. 100 ejemplares a corta final. c) Sin manejo: empresa del S de Misiones-N de Corrientes. Plantación orientada a productos pulpables. No planeaba ejecutar raleos ni podas. Turno final 14 años. En los últimos años, la empresa cambió de visión y comenzó a manejar sus plantaciones al postergarse en el tiempo la instalación de la Planta celulósica.

En los manejos a y b, se dan mayores dap (diámetro a altura de pecho) y mayor biomasa de fuste y hojas, al considerar árboles individuales. El manejo c presenta la mayor acumulación de biomasa de ramas.

En cuanto a forma, el manejo b presenta mayor ahusamiento, probablemente afectado por la altura de poda o por la aplicación de raleos drásticos (Clark Baldwin et al., 2000). Si bien en el manejo c, no se efectuó poda como tratamiento silvícola, la alta densidad produjo una poda natural que alcanzó alturas similares (7,5 m) a la altura en que se encontraba la base de copa verde del manejo “a” a los 10 años de edad.

Numerosas investigaciones analizando el aspecto de calidad y cantidad de madera generada evalúan los rendimientos en madera aserrada y calidad de la madera de los sistemas utilizados,

comparando sistemas forestales puros, con manejo tradicional, con podas y raleos; con sistemas silvopastoriles; con bosques no manejados, sin podas, ni raleos. A nivel de árbol individual, los resultados muestran una mayor acumulación en madera de fuste y mayor conicidad en SSP y forestales puros; así como también una menor acumulación de ramas. Se destaca que el único sistema con el cual en la provincia de Misiones y NE de Corrientes se pudo obtener rollizos para debobinado a los 11 años, fue el SSP. En cuanto al rendimiento en aserradero según normas Factory en el Sistema Silvopastoril se obtiene mayor porcentaje de madera de la mejor calidad (M&b y Shop 1), en Forestal Puro se obtiene mayor cantidad de madera Finger y Shop 2, y en el Bosque no Manejado se obtiene mayor cantidad de madera Shop 3. Según normas por el grado de calidad basado en apariencias el Sistema Silvopastoril tiene mayor porcentaje de 4 caras clear, 1 cara clear; en Forestal Puro se encontró mayor porcentaje de Furniture, y en el Bosque no Manejado existe mayor proporción de Cutting.

En cuanto a la estimación de calidad del rollizo en función a la poda realizada, dos de los índices más empleados en la evaluación de trozas no podadas son: el índice de ramas (IR) y el índice de entrenudos (IE). A un mayor IR hay un menor rendimiento de las mejores calidades de madera. M&B por ejemplo casi no aparece cuando hay ramas en la troza. Generalmente M&B se obtiene de trozas podadas o con desrreme natural y grandes diámetros, esto a su vez es sinónimo de alta densidad y largos turnos, cosa que casi no se practica. En IE, a un mayor valor, existe un porcentaje mayor de rendimiento en madera de mejores grados de calidad. En trozas podadas es más común emplear el índice de troza podada (PLI) desarrollado por Park (1999). El PLI depende de variables como el diámetro del cilindro defectuoso y la relación volumen normal (calculado como volumen de un cilindro calculado a partir del diámetro en punta fina (diámetro menor de la troza) y el volumen de la troza (calculado por la fórmula de Newton). El PLI disminuye a medida que el cilindro defectuoso aumenta. Es decir, a mayor PLI mejor calidad de madera. Otro índice utilizado para expresar la calidad de trozas podadas es el denominado Índice de grado (Park 1983). Este índice considera el tamaño de la troza, el cilindro defectuoso y el rendimiento en madera aserrada (% de recuperación).

Otros estudios incorporan la evaluación del efecto del raleo y de la poda sobre las propiedades de apariencia y estructura en dos sitios de la Argentina, Corrientes y Misiones, aplicando diferentes intensidades de raleo y poda. La madera obtenida fue aserrada en tablas de 1" de espesor y de ancho variable, y secada en horno. Los resultados del ensayo muestran que los tratamientos con poda favorecieron la obtención de madera de apariencia, alcanzando un mayor rendimiento en grados de calidad superior, además de una mejora en la aptitud mecánica de tablas. El módulo de elasticidad a la flexión estática disminuyó con la intensidad de raleo. La aplicación de raleo drástico, realizado en una sola oportunidad a edades tempranas, disminuye las propiedades de resistencia de la madera, por lo que se recomienda no reducir la densidad por debajo de 400 plantas/ha en plantaciones jóvenes.

En cuanto a la influencia del raleo sobre las características anatómicas de la madera y las propiedades físicas y mecánicas de *P. taeda* cultivados en la región NE de la Argentina, INTA EEA Montecarlo trabajó con árboles provenientes de un ensayo de intensidad de raleo de *Pinus taeda* ubicado en Puerto Bossetti, provincia de Misiones. Se evaluaron cuatro tratamientos (testigo sin raleo y 3 intensidades de raleo): T0: 0% (1960 pl/ha), T1: 50% (980 pl/ha) de la densidad inicial de plantas, T2: 75 % (490 pl/ha), T3: 87,5% (245 pl/ha). Las intensidades de raleo estudiadas produjeron variaciones significativas en las propiedades de la madera de *P. taeda*. La aplicación de un raleo del 50% de la densidad original de la plantación favoreció la obtención de madera con propiedades superiores para todas las variables estudiadas. El tratamiento con 87,5 % de raleo modificó en forma negativa a todas las propiedades físico-mecánicas de la madera. La resistencia a la compresión, y la densidad básica a 1,30 m. disminuyeron para intensidades de raleo iguales y superiores al 75% de la densidad original.

Cuando la madera se usa con fines estructurales se deben tener en cuenta sus propiedades de resistencia mecánica, estas pueden ser influenciadas por varios factores (material genético, podas y raleos).

Un tratamiento adecuado permite optimizar el rendimiento de la madera con buenas características de apariencia y también puede contribuir a mejorar las propiedades tecnológicas.

Como una de las ventajas comparativas de los sistemas silvopastoriles en relación a los tradicionales forestales radica en una mayor proporción de madera de mayor grado de calidad, se incrementa su posibilidad de uso en productos con ciclo de vida largo.

Bibliografía

- Clark Baldwin Jr. V.; Peterson K.; Clark A. III; Ferguson R.; Strub M.R.; Bower D. 2000 The effects of spacing and thinning on stand and tree characteristics of 38 year-old Loblolly pine. *Forest Ecology and Management* 137: 91-102
- Beer, J.; Harvey, C.; Ibrahim, M.; Harmand, J.M.; Somarraba, E. y Jiménez F. 2003. Servicios Ambientales de los Sistemas Agroforestales. *Agroforestería de las Américas*, Vol. 10 No 37-38. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 80-87.
- Boca, R. T.; Fassola, H E.; Crechi, E. H.; Barth, S. R.; Keller, A. E. y Winck R. A. 2011. Uso de estimadores SUR para predecir biomasa aérea de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*. *Actas XVI Reunión Científica del Grupo Argentino de Bioestadística (GAB)*. Salta, Argentina. 10 pp.
- Carvalho, J. P.; Parresol, B. R. 2003. Additivity in tree biomass components of Pyrenean 349 oak (*Quercus pyrenaica* Willd.). *Forest Ecology and Management* 179:269–276. 350
- IPCC 1996. Intergovernmental Panel on Climate Change. *The Science of Climate Change*
- IPCC 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, Forestry, and Other Landuse*. OECD, Paris.
- Kanninen, M. 2003. Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. ISBN 92-5-304889-1
- Kollmann, F.; 1959. *Tecnología de la madera y sus aplicaciones*. Tomo I. Ministerio de Agricultura. IFIE. 1959. 675 pp
- Fassola, H. E.; Crechi, E. H.; Pinazo, M. A.; Videla, D.; Keller, A. E.; Barth, S. 2009 Acumulación de biomasa y producción de madera de calidad de *Pinus taeda*: dos objetivos que imponen la silvicultura y los regímenes silvopastoriles actuales. *Actas Primer Congreso nacional de Sistemas Silvopastoriles*. 10 páginas.
- Kumar, B. M. and Nair, V. D. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *J Plant Nutr Soil Sci* 172:10–23.
- Nair, P.K.R. Nair, V.D. Kumar, J.M. Showalter. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Adv. Agron.*, 10 (2010), pp. 237-307
- Parde, J. 1980. Forest Biomass. *Forestry Products Abstract*. Review article. Commonwealth Forestry Bureau. 3(8):165-184.
- Pardos, J. A. 2010 *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. 253 páginas. Edita: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Ciencia e Innovación. España.
- Park, J. C. 1999. *Saw millers guide to PLI*. New Zealand, Interface Forest and Mill. 45 p.
- Park, J.; C. Leman. 1983. A sawing study method for evaluating timber from pruned logs. New Zealand, New Zealand Forest Service, 19 p. (FRI, Boletín, 47).

Manejo de los Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. Aspectos Socio-Económicos. Gerenciamiento de Sistemas Diversificados

Galeano Pedro¹ y Esquivel Jorge²

Sistemas Agrosilvopastoriles son sistemas que integran componentes agrícolas, forrajeros, animal y el componente arbóreo, en rotación, consociación o sucesión, en la misma área. (Alves de Faria et al., 2015).

El sistema Agrosilvopastoril que incluye especies forestales exóticas de rápido crecimiento es un sistema productivo más complejo que cualquier monocultivo ya que integra varios componentes en una misma área e implica operaciones para cada componente.

(Braun, 2016) menciona que la intensificación del uso de la tierra debe tomar en cuenta objetivos económicos, ambientales, sociales, y aumentar la resiliencia del sistema en su conjunto.

De esta forma existe la necesidad de perfeccionamiento de los modelos alternativos de producción, para que ofrezcan mayor retorno económico, pero con sustentabilidad. La integración envuelve especies arbóreas con cultivos agrícolas y pasturas que puede constituirse en alternativa más rentable, desde que el arreglo y el manejo de los componentes favorezcan la producción del sistema.

Existen varias herramientas para el buen gerenciamiento y éxito en los sistemas agrosilvopastoriles (Esquivel, 2017).

Planificación

(Alves de Faria et al, 2015) menciona que un sistema agrosilvopastoril demanda una mejor planificación y gestión de la propiedad rural, buscando obtener mayor producción, con reducción de los riesgos. El sistema es planeado para la recuperación para el mantenimiento de pasturas, además de la producción de granos y de las especies arbóreas, madereras y no maderables.

Además, Alves de Faria et al, 2015, describe que se deberá tener en cuenta todas las prácticas de decisión comunes al programar una actividad agrícola, pecuaria o forestal en monocultivo tales como:

1. Realizar la planificación de las áreas de la propiedad, estableciendo parcelas que serán implantadas, siguiendo una secuencia a lo largo de los años.
2. Programar la época del año en que las actividades serán desenvueltas, considerandolas condiciones climáticas importantes para el suceso de cada etapa.
3. Analizar los mercados de los productos que serán comprados o vendidos.
4. Definir los recursos de implantación del sistema a ser adoptado, y realizar la previsión de los costos financieros.
5. Adquirir y contratar anticipadamente los insumos y los servicios de máquinas y mano de obra.

Para una conveniente implantación de un sistema agrosilvopastoril, se deberá realizar un análisis del suelo y, elección de las especies a ser implantadas, control de plagas (hormigas), corrección del suelo, subsolado del área a plantar, control de malezas.

El plantío forestal y el espaciamiento a ser adoptado entre las líneas y el componente arbóreo dependerá de las operaciones, de las actividades y de la finalidad de la producción de madera, observándose que:

Los espaciamientos del componente arbóreo en el sistema agrosilvopastoril son más amplios que en los espaciamientos adoptados en monocultivo, con el objetivo de mayor disponibilidad de luz para el pasto y, también, producción de madera de mayores dimensiones.

Será necesario considerar el ancho de operación de máquinas y equipamientos (tractores, barras de pulverización, sembradora utilizada para los cultivos agrícolas).

Cuando se tiene el objetivo de producción de madera para carbón, postes para alambrada, maderamen para construcción civil, se podrá adoptar espaciamientos menores entre plantas de eucalipto en las líneas o mismo espaciamiento en hileras múltiples.

Tabla 1- Espaciamientos de plantío recomendados para el componente arbóreo, con respectivas áreas útil por planta y número de árboles por área, para sistemas agrosilvopastoriles con Eucaliptos.

Espaciamiento (m)	Área por árbol (m ²)	Número de árboles/ha
8 x 8	64	156
10 x 4	40	250
12 x 3	36	277
14 x 3	42	238
15 x 4	60	166
(5 x 3)*+20	37.4	267
(5 x 3)* + 15	30	333

*Hilera doble

Fuente: Adaptado de OLIVEIRA NETO et al., 2010 citado por Alves et al., 2015

Manejo del Sistema

El manejo adecuado de los componentes del sistema de plantío es fundamental importancia para alcanzar la productividad esperada de la consociación y, así, la eficiencia económica.

Después de la cosecha del cultivo agrícola, se deberá priorizar el manejo de la pastura, con el objetivo de producir el máximo forraje con buena calidad. El manejo correcto de la forrajera consiste en pastoreo inicial de corta duración, utilización animales livianos para estimular el macollaje, cuando la pastura implantada aún no ocupa toda el área.

La aplicación de fertilizantes en la pastura será hecha al voleo gradualmente, de acuerdo con el tipo e intensidad de uso. Las cantidades de fertilizantes serán determinadas por análisis que comprueben la necesidad de reposición de los nutrientes y del nivel tecnológico que se quiere adoptar.

La entrada definitiva de los animales en el sistema dependerá del crecimiento del árbol y del adecuado establecimiento de la pastura, siendo recomendada la subdivisión del área en potreros, para adecuar el manejo del pasto.

La cantidad de animales en la pastura podrá ser ajustada conforme a la época del año, o sea, aumentando el número de animales en los periodos de lluvias y disminuyendo en los periodos de sequía (Alves de Faria et al., 2015).

Manejo Silvicultural

El coronamiento del componente arbóreo será necesario para disminuir la competencia de la pastura sobre el eucalipto, el coronamiento podrá ser mecánico o químico, el coronamiento químico con

glifosato se deberá realizar luego de la poda de las ramas inferiores de la plantas de eucalipto, evitándose posibles daños a las plantas (Alves de Faria et al., 2015).

Da Silva, menciona que no existe beneficios en los sistemas agrosilvopastoriles si no se realizan la poda y el raleo, si no son realizadas, no habrá confort térmico para los animales, no será producidas toras de madera en cantidad y calidad necesaria (EMBRAPA, 2017).

Giolo, acoto la importancia de la planificación del arreglo espacial y la orientación de las hileras de árboles para minimizar el efecto del sombreado (EMBRAPA, 2017).

Laura, V., menciona las ventajas de la producción de eucalipto dentro de los sistemas agrosilvopastoriles, crece rápido y posee genética variada adaptada a diversas regiones, además de la posibilidad de uso múltiple, pudiendo ser utilizada para la fabricación de carbón, leña, madera aserrada, postes y cercas (EMBRAPA, 2017).

Análisis Económico

Acosta (s.f) menciona que existen diferentes tipos de indicadores financieros que pueden ser utilizados para realizar la evaluación de la viabilidad económica de un proyecto agrosilvopastoril.

Entre estos se encuentra el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR).

El VPN es uno de los criterios económicos más utilizados en la evaluación financiera de un programa de inversión. El VPN permite calcular el valor presente de un determinado flujo de caja futuros, originados por una inversión. Su estimación consiste en descontar a valor presente todos los flujos de caja del proyecto a futuro, restándole a este valor la inversión inicial del proyecto de tal manera que el monto obtenido sea el valor neto del proyecto. Si el VPN es superior a cero, se considera que el proyecto es rentable es decir crea valor, cuando el VPN es menor que cero el proyecto no es rentable es decir destruye valor, y cuando el VPN es igual a cero el proyecto no crea ni destruye valor. Cuando se comparan diferentes alternativas de inversión por lo general el VPN nos permite escoger aquella que posea una mayor rentabilidad.

Otro indicador que por lo general acompaña el análisis financiero es la Tasa Interna de Retorno (TIR). La TIR se puede definir como el promedio de rendimientos futuros esperados de una inversión. De manera simple este indicador se puede entender como la tasa de interés a la cual el VPN se convierte en cero. De manera conjunta con el VPN la TIR se utiliza para aceptar o rechazar un proyecto de inversión. Para esto la TIR se compara con una tasa mínima, es decir el costo de oportunidad del capital. Si la TIR es mayor que el costo de oportunidad del capital r , significa que la rentabilidad superior al costo de oportunidad del dinero, si por el contrario la TIR es menor que el costo de oportunidad se rechazará el proyecto debido a que el proyecto genera una rentabilidad menor a la requerida.

Román et al., s.f, menciona que se deberá llevar el registro ordenado de los costos de implantación y mantenimiento del sistema para luego evaluar el rendimiento económico y financiero.

Bibliografía

- Alves de Faria, C.; Ferreira, L.; De Oliveira, S.; Lopes, M.; Martins, F., Gomes, R.; (2015). Sistema de *Integraçã*Milho, Capim-Braquiaria e Eucalipto. Viçosa, BR: Ed UFV. 49 p.
- Acosta A. (Sin fecha). AnálisisEconómico de Programas Silvopastoriles (467 – 472 p) *In*3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles : VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales / compilado por Pablo L. Peri. - 1a ed. – Santa Cruz: Ediciones INTA, 2015. Argentina 716 p.
- Roman, L.; Flores, M.; De la Peña. C.; Lauria, J. (Sin fecha). Análisis Económico de Programas

Silvopastoriles (37 p) *In*3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles: VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales / compilado por Pablo L. Peri. - 1a ed. – Santa Cruz : Ediciones INTA, 2015. Argentina 716 p.

Esquivel, J. (2017, Noviembre) Gerenciamiento SSP. CELFI (Centro Latinoamericano de Formación Interdisciplinaria. Produccion Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. Esquivel Jorge. Córdoba Argentina.

Braun, A. Van Dijk, S. Grulke, M. UNIQUE forestry and land use GmbH. 2016. Incremento de los sistemas silvopastoriles en América del Sur. Edición: KatalinSolymosi. p. cm. — (Monografía del BID; 461). 42 p.

EMBRAPA (2017, Mar 13) ILPF: oficina mostraimportância de desrama e desbaste para sucesso do sistema. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21319926/ilpf-oficina-mostra-importancia-de-desrama-e-desbaste-para-sucesso-do-sistema>.

Evaluación económica de sistemas Agro-silvo-pastoriles

Gamarra L., Cinthya C.¹³ y Meyer Roberto¹⁴

Describir las inversiones necesarias y los ingresos generados en un sistema silvopastoril es una forma de dar a conocer estos sistemas entre productores para poder entender el funcionamiento del mismo y qué esperar o estimar como resultado, por lo que es de suma importancia la evaluación económica de los mismos.

Al poseer diversos componentes que implican manejo ganadero y manejo forestal debe tenerse en cuenta las características de la producción de ambos componentes y su interacción para caracterizar el proyecto y fijar el horizonte de evaluación.

Es importante tener en cuenta diversos tipos de costos según el análisis que busca hacerse, como los costos fijos, variables y de producción, así como los insumos necesarios para la obtención de bienes y servicios, la inversión necesaria, el tiempo que el capital queda inmovilizado así como el costo de oportunidad.

Una de las cuestiones mas frecuentes para implementar el sistema silvopastoril es cuál será el tiempo en el que se recupere la inversión y si las ganancias serán mayores a otras oportunidades.

¹³ Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. Universidad Nacional de Asunción, cgamarra294@gmail.com

¹⁴ Docente a cargo. Ing. Agr. Mgter., FCA-Universidad Nacional de Córdoba, romeyer@agro.unc.edu.ar

Evaluación Económica de Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles

Gómez Jurado Karina¹⁵ y Meyer Roberto¹⁶

La empresa agropecuaria se puede considerar como una unidad que combina trabajo, tierra y capital, dedicados a producir bienes de origen animal y/o vegetal, con una producción y administración adecuada (Guerra y Aguilar, 1995, citado por Balestri et al., 2001). El uso de los recursos en la empresa deben asignarse a las diferentes actividades, de manera que el análisis de costos se constituye en una de las tareas prioritarias para determinar la utilidad financiera así como los beneficios que se generan con un determinado producto desarrollado por la empresa (González, 2013). Los productores agropecuarios al desenvolverse en un marco altamente competitivo, deben conocer la realidad técnica de su empresa y su implicancia económica. Hoy por hoy la productividad en el sector agropecuario involucra el empleo óptimo del patrimonio natural en interacción social y cultural con la inversión de capital económico de las empresas agropecuarias sean familiares o no y la sociedad. Este es el marco en que deben realizarse los análisis económicos de los sistemas de producción, donde sigue siendo definitivo el análisis de rentabilidad a lo largo del tiempo (Fedegan, 2006 citado por Murgueitio et al., 2015).

Para realizar los análisis económicos necesarios, se debe partir de la definición de costos, existen sin embargo varias definiciones disponibles, así por ejemplo podemos destacar que “*Se considera costo todo y cualquier esfuerzo para producir un bien o servicio, siempre que se le pueda atribuir un determinado valor monetario*” (Vivallo, s.f), definición que va acorde con la propuesta del departamento de Administración Rural de la FCA-UNC, que es: “*Costo es la suma valorizada en moneda de todos los insumos utilizados en la obtención de una determinada cantidad de producto en un período determinado de tiempo*”. Entonces es necesario definir insumo si se quiere determinar un costo. Insumos son todos los bienes y servicios necesarios para producir, en el caso de los bienes pueden ser durable o no durable. Es preciso también determinar un horizonte, hasta donde se va a llegar, pues los procesos biológicos son continuos y son estos procesos que intervienen en la producción agropecuaria.

Para poder proceder al cálculo de costo, además de definir lo que son costos e insumos, se requiere conocer y definir a los componentes del costo. Los componentes son: Gastos, Amortización e Intereses. Gastos son los bienes no durables, es decir los que son consumidos íntegramente en el acto productivo. Amortización corresponde a la pérdida de valor de los bienes durables, sea por desgaste físico, biológico u obsolescencia, aquí se incluyen las mejoras, maquinaria y reproductores (no los vientres pues al descarte queda el reemplazo, se refiere al Hato, no a la vaca como individuo), en la amortización puede o no haber un valor residual final. Y el interés que puede ser considerado como el costo de oportunidad, y varía según el riesgo, valor del bien y tiempo de inmovilización del capital, en el caso de las actividades ganaderas la inmovilización es muy variable. De forma que el interés es el monto (capital realmente utilizado, al igual que la amortización puede o no tener un valor final) por una tasa, por ejemplo para el caso de la tierra se usan tasas de 4 al 6% mientras para el circulante se puede utilizar del 10 al 12%.

Preciso es destacar la diferencia entre gasto, como componente de costo, e inversión. La inversión consiste en la inmovilización de capital en insumos durables, como son tierra y mejoras extraordinarias, es preciso también aclarar que aunque un bien puede conservarse por más de un ejercicio o periodo no dejan de representar un gasto, pues cuando intervienen en el proceso son consumidos en su totalidad. Siendo este el caso de las semillas utilizadas para la siembra de una pradera

¹⁵ . Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. B.Sc. Mgter., Centro Agrícola Cantonal SMLB, karina_gomezj@yahoo.com

¹⁶ . Docente a cargo. Ing. Agr. Mgter., FCA-Universidad Nacional de Córdoba, romeyer@agro.unc.edu.ar

de pasto, que durará más de un ciclo, la pradera es la inversión mientras las semillas son el gasto. Para incluir ese pasto o pradera en los costos es necesario amortizarlo.

Hay diferentes tipos de costos. Para el análisis a corto plazo se utiliza el Costo Total que equivale a la suma de los costos fijos totales más los costos fijos variables. El Costo Fijo Total está constituido por aquellos costos en los que se incurre independientemente del nivel de producción en un periodo determinado. Entran en esta categoría costos como impuestos y mano de obra permanente o fija. Por su parte el Costo Variable Total es el que origina un aumento en la producción por la añadidura de insumos variables al proceso productivo, siendo ejemplo de esto las semillas, agroquímicos, balanceados de nutrición animal suministrados por nivel productivo, etc.

Existen también los costos unitarios que se derivan de los costos totales, son Costo Fijo Medio, Costo Variable Medio, Costo Total Medio. Estos se obtienen dividiendo los costos fijos para el nivel de producción que se tiene, es decir se obtienen considerando el número de unidades producidas. A medida que se produce más la incidencia del costo fijo medio en el costo total medio es menor. Otro integrante de los costos unitarios, es el Costo Marginal que se refiere a cuanto me cuesta producir una unidad más de producto, no está relacionado con los costos fijos sino con los variables y por ende totales, pues al incrementar la producción se incrementan de igual manera esos costos.

Los costos se pueden clasificar no solo por las cantidades producidas sino también por decisiones de cada empresario o productor y por tiempo. Por decisión del productor están los Costos Directos e Indirectos. Costos Directos se refiere a los costos que originará la decisión a tomar o en estudio, mientras los indirectos son todos los demás que no son afectados por dicha decisión. Es decir el costo directo es a futuro, por lo que no es inmutable ni rígido, pues depende de los datos empleados en la situación particular bajo estudio, así como que en el tiempo un costo directo puede pasar a ser indirecto, por razones que se pueden presentar en ese futuro al que hicimos mención para determinar estos costos. Mientras que la clasificación de costos por tiempo, se refiere a Costos Reales y Costos Estimativos, siendo el Costo Real un costo pasado, es decir un costo en el que en verdad se incurrió, este costo explica los resultados obtenidos en la actividad y están disponibles en los registros de la empresa. Por lo contrario el Costo Estimativo es un costo futuro, es una aproximación del costo en el que se incurrirá en la actividad, son los costos que normalmente se utilizan en la planificación, pues son una apreciación.

Quizás el costo más representativo o utilizado es el Costo de Producción, que es el costo total expresado por unidad de producto, por ejemplo pesos (o la moneda de uso en cada país) por litro producido o kilo de carne o metro cúbico de madera, nos indica si el precio de mercado cubre o no los costos y en caso de que le productor pueda fijar el precio entonces le indicará a partir de qué valor obtendrá ganancia. Las características propias de cada actividad agropecuaria y la relación entre ellas puede influir sobre la metodología de los Costos de Producción. Es decir para la empresa agropecuaria que tiene más de una actividad (explotaciones poliactivas) es necesario calcular de forma individual los ingresos y egresos, así como la generación de subproductos o coproductos, e incluso el uso de un subproducto en otra actividad de la empresa. Así como el impacto de la tierra en cada actividad.

Un costo importante para el productor es el Costo Operativo, refiriéndose al costo del trabajo de una máquina, sea cual fuera y, está conformado por el gasto más amortización más interés. Los gastos se pueden dividir en: Gastos de conservación y reparación, siendo costos estimativos que se pueden calcular multiplicando el valor a nuevo de la máquina por un coeficiente determinado especialmente calculado para esa máquina. También dentro de gastos está el rubro de Gastos de Combustible, que va directamente relacionada con la potencia del motor, a mayor potencia mayor consumo, además el consumo está relacionado con el tipo de labor que se realiza y el tipo de suelo en el que se realiza dicha labor. Además dentro de gastos está la Mano de Obra utilizada para manejar la maquinaria, cabe aclarar que en caso de que la persona en cuestión trabaje, además, en otras actividades se debe cargar solo la

parte proporcional del tiempo dedicado a manejar dicha máquina. La amortización que es parte del costo operativo, se calcula como pesos por hora, considerando la vida útil específica para cada máquina y teniendo generalmente un valor residual. Por último está el interés, para su cálculo se debe considerar que en torno a la maquinaria agrícola existen dos tipos de capitales, el de explotación fijo inanimado y el circulante. Finalmente el costo operativo así calculado se reflejará en pesos por hectárea

Por último, dentro de un sistema silvopastoril es de gran importancia identificar los costos de cada componente del sistema. Vale la pena mencionar ciertas particularidades de los costos de la ganadería, dentro de los cuales están: alimentación, sanidad, mano de obra, compra de ganado y comercialización. En el caso de los rastrojos de los cultivos agrícolas, utilizados en alimentación animal, existen dos posibilidades para su valorización; primero a través del costo de oportunidad, considerando que es un subproducto o bien considerar que ambas actividades se encuentran integradas a un sistema, en cuyo caso se valora con costo cero. Cuando se incluye la compra de ganado en el cálculo de costos, la misma se debe omitir del cálculo de ingresos y considerar que se está frente a entradas en efectivo. Adicionalmente si se quiere conocer el costo por hectárea es necesario calcular la Superficie Efectiva Ganadera, que se obtiene restando de la superficie total la superficie efectiva agrícola, que a su vez se calcula mediante la superficie y el tiempo de ocupación, que es el tiempo que se dedica la superficie al uso de actividades agrícolas, todo dividido para los 12 meses del año.

Para las evaluaciones económicas no son importantes solo los costos, sino también diferenciar el uso que se le da al dinero, pudiendo dividirse en la compra de bienes no durables o la adquisición de activos fijo y, realizar el cálculo del beneficio que se espera de cada uno, el valor de dicho beneficio se debe calcular simplemente restando de los ingresos el valor de los costos, cuando son bienes no durables. Ingreso es igual al valor en dinero de todos los productos obtenidos en un periodo determinado, siendo productos todo lo que se encuentra listo para la venta. Se puede obtener ahora el Margen Bruto, que se refiere al ingreso bruto, que es a su vez la cantidad de un producto por su precio de venta, restando los costos directos. En este caso los costos directos normalmente incluyen a la mayoría de los costos variables.

Inversión se define como la vinculación de recursos líquidos actuales para obtener un flujo de beneficios futuros que conlleva la inmovilización por un tiempo superior a un año. Generalmente se trata de sumas altas de dinero y pueden ser de tres tipos: Inversiones en bienes y servicios, se refiere a la inmovilización de capital debido a la compra de un bien ya sea para producción o para que el bien preste servicios; Inversiones financieras que es cuando se opera sólo con dinero, no hay adquisición e Inversiones mixtas, que es cuando se opera simultáneamente con bienes o servicios y dinero.

Debido a que las inversiones superan el año, se utiliza el interés compuesto o capitalización, que es la adición de los intereses al capital a fin de generar nuevos intereses. Igualmente se utiliza la actualización, que se refiere al valor temporal del dinero, que es conocer el valor actual o capital inicial de montos que se recibirán en un futuro. Es decir la actualización busca un valor presente mientras la capitalización busca un valor futuro.

Para estos cálculos y otros métodos de evaluación se requieren ciertos datos, como son: Tasa de interés, Duración de la inversión e Inflación. La tasa de interés o tasa calculatoria, debe representar el costo de oportunidad por los fondos empleados en esa inversión. Se pueden utilizar dos tipos de tasas, la tasa calculatoria interna del establecimiento que sería igual a la rentabilidad del sistema o la tasa calculatoria externa al establecimiento que se puede derivar de la tasa financiera utilizando la tasa real, no la nominal ni la inflacionaria, es decir la tasa real es el resultado de la resta de la tasa nominal menos la tasa inflacionaria, equivaliendo al costo de oportunidad del capital invertido.

Por su parte la duración de las inversiones, se refiere a la selección del período de vigencia de la inversión, la que debe ser coincidente con la vida útil del bien en cuestión, aunque en algunos casos la

duración del bien puede ser bastante prolongada, pero su vida desde el punto de vista económico ser más breve, así por ejemplo el valor del campo en Argentina no se recupera a menos que se proyecte a 50 años, normalmente se corta a los 30 años y se pasa a una venta ficticia de campo para cerrar la vida del proyecto. Por último, en el caso de la Inflación, en las evaluaciones agropecuarias y en proyectos en general se la ignora, pues se parte del supuesto que la inflación implica, en períodos medianos a largos, un aumento uniforme en los precios porcentuales en todos los bienes y servicios.

Pasando ahora a los métodos de evaluación de inversiones, estos están divididos en dos grupos, sin actualización de valores y con actualización de valores. Dentro del primer grupo se encuentra el Método de Costo Operativo o Anualidad, se usa principalmente cuando ingresos y/o gastos anuales son uniformes durante todo el tiempo que dura la inversión, no puede aplicarse cuando ingresos y/o gastos anuales varían marcadamente año tras año. Se requiere entonces para su uso cumplir con los siguientes requisitos: una inversión inicial y gastos anuales uniformes, o una inversión inicial y una serie de ingresos anuales uniformes, o una inversión inicial y egresos e ingresos uniformes. Es decir el método del costo operativo consiste en transformar la erogación inicial en una serie equivalente de anualidades. Puede dividirse en: método simple o aproximado (se emplea cuando la inversión origina sólo gastos, se parte del supuesto de una depreciación lineal de la amortización y el interés calculado sobre el promedio del capital) y, método de anualidad vencida a interés compuesto (Supone que las cuotas de amortización, se van pagando al final de cada período y que el interés se computa sobre el saldo, se le debe sumar los gastos anuales).

El segundo grupo corresponde a los métodos con actualización de valores, aquí se encuentran el Valora Actual Neto o VAN, la Tasa Interna de Retorno o TIR, la relación Beneficio Costo o B/C y el Periodo de Recupero o PR. Donde el VAN consiste en calcular el valor actual de una serie de ingresos y egresos futuros, en este método se aplica el concepto de actualización, los resultados que se pueden obtener de este indicador, son: VAN mayor que cero, indica que la inversión analizada produce beneficios, VAN menor que cero, indica que la inversión analizada no produce beneficios, VAN igual a cero, indica que la inversión analizada, proporcionará igual utilidad que la mejor inversión alternativa, este método es aplicable en aquellos casos en donde ingresos y egresos son distintos a lo largo de la vida útil de la inversión sin embargo cuando la duración de las alternativas que se comparan son diferentes no es posible utilizarlo. Por otro lado en la TIR se busca la tasa de descuento a la cual el VAN se hace cero, o sea que es la tasa a la cual el valor actual de los ingresos menos el valor actual de los egresos es igual a cero, es decir la tasa en la que hay rentabilidad, representa la tasa media de interés que se gana sobre el capital empleado tras permitir el reembolso parcial de la inversión, se puede también comparar la TIR con la tasa calculatoria interna, de forma que si el valor es igual o mayor a la tasa calculatoria se acepta la inversión sino se la rechaza. Por su parte la B/C consiste en actualizar los beneficios y los costos a los que se le suma la inversión inicial (sin actualizar) y obtener el cociente entre ambos, de manera que si B/C es igual o mayor a 1 quiere decir que es una inversión viable pero si es menor a 1 entonces es mejor descartarla pues no generará beneficios, siendo similar al VAN y normalmente guarda estrecha relación con el mismo. Por último el PR, determina el número de períodos necesarios para recuperar la inversión, se deben actualizar los flujos de fondos anuales a la tasa de descuento seleccionada y ver en qué año se recupera la inversión inicial.

Todas las definiciones y métodos aquí descritos representan alternativas para la evaluación tanto productiva como financiera, pudiendo los productores aplicarlas previa la implantación de los sistemas agro-silvo-pastoriles, permitiendo la toma de decisiones por parte de estos, merece la pena aclarar que si se contabilizan los beneficios ambientales y ecológicos provistos por estos sistemas, se haría más atractiva la opción de invertir en dichas tecnologías (Monicault, 2009). Sin embargo lo que se pretende aquí es entregar información práctica, que permita mejorar la forma en que se toman las decisiones en la empresa agropecuaria.

Bibliografía

- Balestri L.A., Ferrán A., Giorgis A., Saravia C.D., Larrea A.T., Castaldo A., Poma K., Pariani A. 2001. La toma de decisiones en las empresas agropecuarias del Norte de la provincia de la pampa. *Ciencias Veterinarias FCV-UNLPam*: 113-129.
- González JM. 2013. Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (sspi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México). *AIA*. 17(3): 35-50.
- Monicault LA. 2009. Análisis económico-financiero de un sistema silvopastoril. Análisis de caso: en una empresa agropecuaria del este del chaco. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Misiones, Argentina, 54pp.
- Murgueitio E., Flores M.X., Calle Z., Chará J., Barahona R., Molina C.H., Uribe F. 2015. Aspectos económicos de los SSPi. *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie técnica Informe técnico No. 402*: 83-101.
- Vivallo AG. Sin Fecha. *Formulación y evaluación de proyectos. Manual para estudiantes*. P. 217

Modelos ecológicos de recuperación de áreas degradadas mediante repoblación con especies nativas

Guzmán, L. M.¹⁷; Barth, Sara Regina¹⁸

El bosque es un ecosistema en equilibrio estable con procesos dinámicos en continua alteración. El equilibrio ecológico es por ello un estado de regulación permanente de los diferentes mecanismos de interacción entre los componentes de un ecosistema en una perfecta armonía entre seres vivos y su medioambiente. Es así que el bosque puede ser considerado como un sistema altamente adaptable y elástico (Bruenig, 1986).

La intervención humana tiene un efecto desestabilizador sobre los ecosistemas naturales, perturbando su equilibrio dinámico (Reis, 2006). De no lograr mantener el equilibrio natural, se llega a la degradación del sistema, ya sea desde el punto de vista agrícola (con la pérdida de productividad) o ambiental (con pérdida de poblaciones vegetales y/o animales). Si bien los ecosistemas poseen una estructura y un funcionamiento característicos, en ocasiones las acciones antrópicas hacen que se pierda esa integralidad y por lo tanto se modifica su capacidad de regular el almacenamiento y flujo de agua, energía, carbono y otros elementos (Nepstad et al., 1992; citado por Barth, 2017).

Diversos estudios sobre sitios ecológicos de Argentina, describen modelos de estados y transiciones de los ecosistemas, así como también umbrales críticos en donde el efecto del disturbio afecta la estructura y repercute en las funciones, como por ejemplo en la captación de la precipitación, el ciclado de nutrientes, la productividad etc. La dinámica entre estados se describe mediante transiciones negativas (de degradación) y positivas (de restauración). Las transiciones negativas consisten en un cambio abrupto de atributos clave de estructura y función del sistema que resulta de las prácticas de manejo y de su interacción con disturbios naturales. Estos cambios en los atributos estructurales y funcionales marcan umbrales en la capacidad del ecosistema de reorganizarse y de retornar de manera natural al estado previo (Briske et al., 2006; López, 2017).

Hay situaciones particulares en las que el ecosistema da lugar a una autorenovación, es decir, el bosque es capaz de renovarse a sí mismo tras un bajo nivel de perturbación, retornando a su estado inicial o próximo a él sin intervención humana. No obstante, dado que en la mayoría de los casos los umbrales difícilmente se revierten de forma natural, las transiciones positivas suelen requerir prácticas de intervención para restablecer las propiedades del ecosistema correspondientes a un estado previo (restauración propiamente dicha), o para mejorar la generación de servicios ecosistémicos (rehabilitación) (Bestelmeyer et al., 2010).

La aplicación del manejo adaptativo en los bosques es compleja debido a que la respuesta de las especies arbóreas suele tomar largo tiempo en evidenciarse, en ocasiones más de 40 años (Mac Queen, 2005) y a que las interacciones entre estratos (herbáceo, arbustivo o arbóreo) son complejas. Por esta razón se puede llegar a plantear prácticas de manejo del predio que, en sí mismas, generen cierta degradación, en muchos casos irreversibles (Scheffer et al., 2001). Barth (2017) menciona que la recuperación de áreas degradadas puede tener diversos usos como: urbano, recreación, agrícola, conservación o multipropósito. Las acciones que se podrían plantear ante un escenario degradado son dos alternativas claras: Recuperación o Rehabilitación. Se destaca la importancia en la recuperación de áreas degradadas, ya que dicha alteración incide de forma directa en la vida del hombre, sumado a la necesidad de conservar los ecosistemas naturales y con ello los servicios naturales que nos brindan

¹⁷ Ing. R. N. R. Z. A. Luis Miguel Guzman - INTA EEA La Rioja (alumno del curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles) - guzman.luism@inta.gob.ar

¹⁸ Dra. Ing. Ftal. Sara Barth - UNaM - INTA EEA Montecarlo, Misiones (docente a cargo) - barth.sara@inta.gob.ar

como el acceso al agua, el mantenimiento de la productividad de suelos y la conservación de la biodiversidad.

En el proceso de recuperación de áreas degradadas es importante definir el objetivo del proyecto, conocer el ecosistema local, el estado de la fauna y flora antes y después de los disturbios, identificar posibles barreras o dificultades para la regeneración, elaborar la mejor estrategia de manejo a partir de los análisis iniciales para promover la sustentabilidad del proyecto durante las etapas de sucesión, y finalmente un monitoreo del proyecto a lo largo del tiempo (Reis, 2006). En este proceso es importante conocer aspectos de la autoecología de las especies a utilizar, ya que, como lo indica Dalmasso (2010), esto permite generar valiosa información a fin de ajustar la selección de especies en el caso que opte por la revegetación de un área.

Analizando los distintos modelos de recuperación de áreas degradadas empleados a lo largo de la historia, Kageyama, (1992) menciona que, inicialmente, Nogueira (1977) propone la mezcla al azar de las plántulas de las especies nativas de una región; b) Kageyama et al. (1986) proponen el uso de la combinación de las especies de diferentes estadios sucesionales o grupos ecológicos y Joly (1987) propone el uso del levantamiento fitosociológico de bosques remanentes de una determinada región como modelo para la recomposición, a fin de seleccionar las especies más adecuadas y de ocurrencia natural en la zona considerada. Barth (2017) menciona que estos modelos perseguían más bien objetivos productivistas con baja complejidad biológica. No se priorizaba la recuperación de las funciones integrales brindadas por el sistema.

En este contexto, una de las técnicas implementadas en claros de bosques con fines principalmente productivos, es el enriquecimiento del monte nativo. Esta técnica es empleada cuando el número de árboles con valor comercial en el bosque original es bajo o estos están irregularmente distribuidos (Lamprecht, 1990). De esta manera los bosques que fueron sometidos a severas y continuas explotaciones se ven mejorados mediante el aumento de la densidad de especies deseadas. En el diseño a campo la técnica permite el uso de plantaciones en grupos, distribución de los grupos en diseños sistemáticos o aleatorios (Ministerio de la Producción del Gobierno de la Provincia del Chaco, 2007).

La proposición para implantación de repoblación vegetal heterogénea requiere de la realización previa de levantamientos florísticos y fitosociológicos (densidad, frecuencia, dominancia, índice de valor de importancia, entre otros), estudios de la biología y ecofisiología de las especies forestales que se utilizarán. Además, es necesario considerar en qué momento debemos hacer la intervención de un área degradada, por lo que algunos indicadores a simple vista podrían servir, como por ejemplo la observación de la vegetación natural suprimida, el sistema sin evidencia de auto recuperación, escasa o nula regeneración natural, etc. (Barth, 2017).

Algunas de las posibles técnicas de recuperación de ecosistemas degradados actualmente en aplicación son:

Plantación Mixta según estadio sucesional: se busca la recomposición de la cobertura vegetal con el uso de especies nativas de presencia identificada en la región, lo cual contribuye a la conservación de la biodiversidad regional. Al considerar en la implantación un agrupamiento o combinación de grupos de especies características de diferentes estadios de sucesión secundaria, se intenta reproducir cuantitativa y cualitativamente la vegetación local. En estos casos determinadas especies de mayor rapidez de crecimiento y que toleran cielo abierto, cumplen la función de protección de otras que, por ejemplo, no toleren una exposición solar a cielo abierto o sean más susceptibles a ser afectadas por heladas y por ende naturalmente no aparecen en claros de mayores dimensiones. Se facilita así con este diseño de implantación una mayor velocidad en la sucesión natural del bosque.

Enriquecimiento de Monte Nativo: De interés tanto para recuperación de bosques protectores cómo para implantación o revalorización de áreas productivas de bosque nativo. La mayoría de los programas de esta naturaleza dan atención especial al uso de especies nativas de la región en la recomposición de la cobertura vegetal, por lo que la selección se realiza en base a levantamientos florísticos previos y un estudio participativo del interés de la población rural involucrada.

Nucleamiento: Araujo Abreu (2007) mencionan que el uso de este tipo de metodología podrá acelerar el proceso de sucesión durante la regeneración natural de la vegetación y promover el mantenimiento de la diversidad florística y del banco de genes de las especies nativas. Con esta técnica se pretende crear micro-hábitats en núcleos favorables que actúen como “disparadores ecológicos” o “gatillos”, esto implica como resultado de su implementación, la llegada de especies vegetales y otras formas de vida, así como también la formación de una red de interacciones entre los organismos.

Se trabaja en núcleos a fin de dejar espacios abiertos para que lo eventual pueda expresarse y en promedio se ocupa un 5 % del área a restaurar o recuperar. Comúnmente se usan módulos de recuperación de 2500 m² en los que se aplican técnicas de transposición de suelo, gajos y restos, entre otros. Además, se colocan perchas vivas y muertas, colectores artificiales de semillas en masas boscosas remanentes a fin de incorporar estos propágulos al área a restaurar, se plantan especies pioneras y secundarias con función nucleadora en los llamados grupos de Anderson, método consistente en formar grupos densos con grandes espacios entre si y basado en dos principios fundamentales: 1) la unidad de plantación debe constar de un grupo de árboles y no de un solo árbol o de pocas semillas en caso de realizar siembras. 2) las unidades deben estar espaciadas en el terreno de manera que quede sin plantar un a buena proporción del terreno (Anderson, 1993). Los grupos monoespecíficos están compuestos por cinco mudas de árboles plantadas en formato de + a un espaciamiento de 0,5 m con 4 plantas de borde y una central, conformando estructuras piramidales privilegiando al individuo central y actuando los laterales como una bordura. Bechara (2006) demostró que los grupos de plantas tienden a eliminar especies invasoras (ej.: *Brachiaria* sp) en núcleos y probablemente actúen como “nurse plant”. Esto se da por el microclima creado para la llegada de otras especies.

Cualquiera sea la técnica que se decida emplear, es importante definir antes de la selección de especies, la función que se requiere recuperar según el objetivo de producción, (madera, leña, servicios ambientales, o una combinación de éstos) y la delimitación del sitio de trabajo con sus características. Los sitios ecológicos se pueden diferenciar básicamente por aspectos como: clima, geomorfología, suelo, vegetación potencial (López, 2017). En general la recomendación para diversificar la producción y minimizar riegos es usar entre 2 a 4 especies diferentes como mínimo y que varias de estas sean de rápido crecimiento.

En la actualidad los diversos modelos de recuperación de áreas degradadas tienen abordajes amplios e integradores, con visión sistémica del paisaje, y tienen como objetivo principal rehacer procesos naturales de sucesión. En este contexto las técnicas de nucleación representan un avance en los modelos de restauración, actuando en la naturaleza como gatillos o disparadores ecológicos (Barth, 2017).

Bibliografía

- Anderson, M.L. 1993. Plantación en grupos espaciados. *Unasyuva* 7 (2): 61-70
- Araujo Abreu. 2007. Técnicas de Nucleação na Restauração de Áreas Perturbadas. Dossiê técnico.
- Dalmasso. 2010. Revegetación de áreas degradadas con especies nativas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45 (1-2): 149-171. 2010.
- Barth, S. M. 2017. Modelos ecológicos de recuperación de áreas degradadas mediante repoblación con especies nativas. Curso de producción animal en sistemas agro-silvopastoriles. UNC-CELLFI.

- Bestelmeyer, B.T., y J.R. Brown. 2010. An introduction to the special issue on ecological sites. *Rangelands* 32: 3–4.
- Briske, D. D; Fuhlendorf, S.D y Smeins, F.E.2006. A Unified Framework for Assessment and Application of Ecological Thresholds. *Rangeland Ecol Manage* 59:225–236.
- Bruenig, E. F. 1986. Lowland montane - ecological relationships and interdependencies between natural forests ecosystems. *Tropical and Subtropical Ecosystems* 4:1-21.
- Kageyama. recomposição da vegetação com espécies arbórea nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da cesp. IPEF Série Técnica, Piracicaba, 8(25): 1-43, Set.1992.
- Lopez, D. 2017. Modelo de estados y transiciones. Curso de producción animal en sistemas agrosivopastoriles. UNC-CELF.
- Macqueen, D.J. 2005. Time and temperance: How perceptions about time shape forest ethics and impacts. IIED, Edinburgh, Scotland.
- Ministerio de la Producción del Gobierno de la Provincia del Chaco. 2007. Manual para el Manejo Forestal Sustentable de los Bosques Nativos de la provincia del Chaco.
- Reis, A. 2004. Imitando a natureza. Apostila do Curso Restauração de Áreas Degradadas: Universidade Federal de Santa Catarina e Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, MG. Belo Horizonte.
- Scheffer, M; Carpenter, S; Foley, J.A Carl Folkes, C y Walker, B. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413 (6856): 591-596.

Uso de Indicadores de Sustentabilidad en Sistemas de Producción Caprina en el Norte de Córdoba

Huaranca Laura ¹⁹ y Deza Cristina²

Desde principios del siglo XX en la región chaqueña se ha desarrollado la ganadería extensiva o “bajo monte” (Morello y Matteucci, 1997). Miles de familias campesinas e indígenas que viven en la región basan su sustento en la producción vacuna y caprina, siendo componentes importantes de la seguridad alimentaria (alimento, abrigo, energía y valor cultural). La producción de cabras se realiza bajo sistemas extensivos en tierras marginales, no utilizables por la agricultura (Rivera et al., 2003) debido a la falta de lluvias por largos períodos, que se unen a temperaturas extremas que hacen difícil o muy costosa la implantación de cultivos y especies forrajeras cultivadas.

En el país existen aproximadamente 4.061.402 cabezas caprinas en manos de 50.000 pequeños productores de escasos recursos, las que se distribuyen especialmente en zonas áridas y semiáridas (Censo Nacional Agropecuario 2002). En la provincia de Córdoba, más de la mitad del territorio está comprendido por estas regiones, con una existencia aproximada de 180.258 animales ubicados principalmente en el arco nor-noroeste, representando el 5% del rebaño nacional (Deza et al., 2003).

Los pequeños productores que llevan a cabo este tipo de producción, generalmente no invierten en tecnologías ni realizan manejo de sus animales (Maubecín, 1990), y conviven con limitaciones extraprediales que van desde la ausencia de algunos servicios básicos (agua potable, electricidad, comunicación, caminos, entre otros) a la falta de asistencia de salud y educación, lo que obliga a algunas familias a trasladarse a localidades más cercanas con mayores oportunidades de calidad de vida, provocando la migración de un gran porcentaje de la población rural (Huaranca et al., 2017).

La producción caprina que se lleva a cabo en el norte de Córdoba está adaptada a las características de la vegetación del Chaco Árido por un aprovechamiento más eficaz de la vegetación existente en el medio (De Géa et al., 2005).

En oportunidades, el ganado caprino ha sido utilizado como controlador de arbustos indeseables (Deza et al., 2003), encontrándose que una alta carga animal disminuye el número de ejemplares de una especie, en forma considerable (Shelton y Figueiredo, 1990). Además, juega un papel importante en la subsistencia de las comunidades, resultando así apropiado para aportar al desarrollo económico sostenido y sostenible de la región. Del mismo modo que un manejo inapropiado, por sobrepastoreo, puede resultar en la eliminación de una especie vegetal, un manejo racional de la carga animal permite la recuperación de especies leñosas de interés, manteniendo una buena calidad y disponibilidad del pastizal natural para la alimentación del ganado caprino a lo largo de todo el año.

Se puede afirmar entonces que la producción de cabras, en ambientes de monte polifítico, tiene muchas propiedades y ventajas que deben ser consideradas en el diseño de sistemas silvopastoriles con enfoque sustentable, a saber:

- Las cabras poseen un amplio hábito de pastoreo-ramoneo-broseo que le permite optar por distintas fracciones de alimento en distintas etapas del año, lo que, sumado a la movilidad del labio superior y el tamaño de la boca, los capacita a consumir alimentos que pueden ser desaprovechados por otras especies.
- Obtienen su alimento de una amplia variedad de hierbas, arbustos y árboles, residuos de cosecha y de elaboración de alimentos debido a que aceptan variedad de sabores y texturas. Poseen bacterias

¹⁹ . Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles- Ing. en Recursos Naturales y Medio Ambiente, INENCO-UNSa, lauralilianahuaranca@yahoo.com.ar.

² . Docente a cargo. Ing. Agrónoma Mgter en Ciencias Agropecuarias, FCA-UNC, cdeza@agro.unc.edu.ar

ruminales más variadas, estables y en mayor concentración para lograr una mayor fermentación en el rumen. La acción de masticación y rumia más completa, con abundante insalivación y un mayor pasaje del alimento por el sistema digestivo, explican esta capacidad de los caprinos para aprovechar alimentos ricos en fibra.

- Debido a su porte pequeño, requiere de menor alimento por animal. Esto es importante en áreas donde los recursos forrajeros o alimenticios son escasos.
- Las cabras tienen un intervalo generacional corto, ya que su madurez sexual ocurre a los 6 meses aproximadamente y pueden tener alta tasa de pariciones siempre y cuando este acompañado con un buen manejo alimenticio.
- En climas áridos, bajo condiciones ambientales extremas, muestran mejor adaptación que otros rumiantes domésticos, debido a su bajo recambio hídrico que permite resistir la deshidratación. Incluso pueden sobrevivir tomando agua con concentraciones salinas superiores al 1%. Pueden soportar temperaturas elevadas y tienen un reciclaje de nitrógeno endógeno muy alto con escasa eliminación de urea por orina.

Todo esto demuestra la habilidad que tienen los caprinos para utilizar una amplia variedad de ambientes (Barioglio et al., 1997) y el hecho de que representen menores inversiones y mayor producción potencial en comparación con la producción bovina hacen de ellos un buen recurso para el desarrollo de ambientes agroecológicos y productivos limitantes (como el Chaco Arido).

En Argentina existen diversos programas que promueven la actividad caprina (por ejemplo el Programa Caprino Nacional, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación) e involucran proyectos de investigación y extensión, transformándola en una importante alternativa de producción para pequeños productores de áreas no agrícolas, constituyendo una de las bases para el desarrollo regional del NO de Córdoba y disminuyendo de alguna forma problemas ambientales, sociales, económicos y culturales. En condiciones de oferta forrajera restringida, los animales criollos son los que muestran mejor comportamiento debido a su adaptación (Müller, 2004). Una estrategia básica para optimizar el desempeño reproductivo y de producción de chivitos es hacer coincidir la demanda nutricional con las curvas de producción anual de forrajes (Deza, 2007), esto implica adecuar el manejo reproductivo y del rodeo.

Sustentabilidad

La ciencia de la sustentabilidad se ha desarrollado aceleradamente en las últimas dos décadas (Jerneck et al. 2011). Su desarrollo no está exento de controversias a distintos niveles, científico, institucional, de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, empresas y productores. Más allá de las tensiones, actualmente se acepta que la sustentabilidad está dada por la conjunción del bienestar social, el bienestar económico y el bienestar ambiental.

Analizando la sustentabilidad en una escala de establecimiento, las metodologías tradicionales para la planificación del uso de los predios agropecuarios y forestales se han basado primordialmente, en Argentina y el mundo, en las propuestas de la Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas (FAO, 1976, 1983, 1984, 1995, 1999), cuyo objetivo principal es la obtención de alimentos.

Más allá de reconocer la necesidad de diseñar sistemas sustentables, el principal problema radica en la cuantificación del grado de sustentabilidad que alcanza un sistema bajo un determinado régimen ambiental y de manejo. En este sentido, Mayer (2008) aclara que, al tratarse la sustentabilidad

de un concepto amplio, la manera en que debe ser evaluada no ha sido aún determinada completamente. La principal dificultad de su evaluación se basa en que cada valor medido o estimado debe hacer referencia a la posibilidad de alcanzar o sostener (o ambas, dependiendo de la situación) un estado deseable futuro del sistema.

A lo largo de los años, se han registrado numerosos antecedentes de evaluación de la sustentabilidad rural mediante el uso de índices e indicadores que responden a diversos marcos conceptuales (Valentin y Spangenberg, 2000; Rigby et al., 2001; Molle y Mollinga 2003; Ness et al., 2007; Van de Kerk y Manuel, 2008; Walter y Stützel, 2009; Cabell y Oelofse, 2012). Estos métodos también se han aplicado en países de América Latina (Arzeno et al., 2006; Astier et al., 2008; Sarandón et al., 2006).

En nuestro país, el método más difundido es el AgroEcoIndex, un índice propuesto como una herramienta de evaluación de la performance ambiental para emprendimientos agropecuarios de la región pampeana (Viglizzo et al., 2005; 2006; 2011). Otros autores como Sarandón et al., (2002); han propuesto la necesidad de generar y validar, con los productores y usuarios, indicadores que permitan comprender con claridad los puntos críticos de los sistemas, que de otro modo pasarían desapercibidos.

Asimismo, en la región del chaco salteño se ha evaluado la sustentabilidad a través de un índice denominado ISAP (Índice de Sustentabilidad Agropecuaria), basado en el concepto de sistema socio-ecológico (SSE) (Ostrom, 2009). Este marco conceptual permite definir la sustentabilidad como un proceso adaptativo y duradero de toma de decisiones y adopción de estrategias de aprovechamiento de bienes ambientales, que genera o mantiene una distribución equitativa de beneficios productivos y protege la diversidad natural y cultural del sistema en el contexto local, regional o global.

Los SSE se entienden como el ámbito geográfico y cultural en el cual se producen los procesos de cambio social, ambiental y productivo. Este enfoque permite incluir en la evaluación los procesos de gobernanza y toma de decisiones de gestión (Vega et al., 2015; Jeckeln et al., 2016; Huaranca et al., 2017) que en la mayoría de las metodologías no lo consideran.

Los indicadores de sustentabilidad

Los indicadores de sustentabilidad reciben una atención creciente, sobresaliendo como herramientas indispensables para el seguimiento y la definición de las políticas, acciones y estrategias de desarrollo sustentable. Los indicadores de sustentabilidad permiten medir, analizar, simplificar, comunicar y comparar estados y procesos de una realidad determinada (Sarandón et al., 2006). Presentan un elevado grado de dependencia de las características biofísicas y socioeconómicas locales y en ese sentido, deben generarse o adaptarse de acuerdo al caso bajo estudio. Para ello, es de suma importancia distinguir dos enfoques al momento de elegir los indicadores de sustentabilidad: “top-down”, en donde los indicadores se definen por un panel de actores internos (productores) y externos (científicos y técnicos) a la unidad productiva, y “bottom-up” en donde los indicadores se definen a partir de un análisis preliminar del sistema bajo estudio (Astier et al., 2008). La combinación de enfoques “top-down” y “bottom-up” permite aprovechar los conocimientos científicos y técnicos de la región, acompañados de la visión y conocimiento de los actores relevantes del sistema analizado. Esto contribuye a dar mayor solidez técnica al análisis y amplifica la aceptación social de los resultados y proyectos (Sarandón y Flores 2014).

Una forma de representar los indicadores de sustentabilidad es a través del diagrama tipo tela de araña, ameba o cometa, como señalan varios autores (Sarandón y Flores 2014; Astier et al., 2008). Esta representación gráfica tiene la ventaja de sintetizar mucha información, visualizar puntos críticos y la distancia entre el sistema real y el que se define como ideal, además facilita la generación de mejoras al sistema (Sarandón et al., 2006; Vega et al., 2015; Jeckeln et al., 2016; Huaranca et al., 2017).

En un estudio reciente Deza et al.; 2017, para atender a la pérdida de competitividad que afecta la sustentabilidad económica, social y ambiental de sistemas productivos caprinos que abastecen a la Cuenca Láctea la Majadita; trabajaron con productores y técnicos locales a fin de determinar indicadores de monitoreo zootécnicos apropiados y aceptados por pequeños productores caprinos de orientación lechera estacional.

Uno de los criterios buscado era que resultaran de fácil obtención y comprensión a la vez que tuvieran impacto en la sustentabilidad. La representación de los resultados de cada uno de los productores involucrados en diagramas de araña y la contrastación mediante la misma metodología, con el promedio del grupo y con una propuesta de mejora elaborada en equipo, permitió hacer visible la falta de continuidad en la aplicación de las pautas tecnológicas previamente acordadas.

Conclusiones

El caprino se adapta a producciones silvopastoriles en ambientes de monte.

Correctamente manejado se constituye en una herramienta para favorecer la sustentabilidad y la ruralidad.

La evaluación de sustentabilidad pretende acercar soluciones más integrales a las problemáticas de los pequeños productores familiares

El uso de indicadores zootécnicos y su representación en gráficos tela de araña permite visualizar los resultados de la toma de decisión de productores y técnicos para realizar las correcciones hacia modelos más eficientes y respetuosos con el ambiente y el hombre.

Los indicadores permiten utilizar sistemas de gerenciamiento que guían la tarea profesional y productiva de calidad.

Entonces es necesario profundizar y mejorar el sistema de producción pasando de la crianza ancestral y tradicional de caprinos a un sistema especializado, con manejo e índices más adecuados y comercialización más justa. Es decir, se busca que los pequeños productores dejen de producir sólo para subsistir y puedan mejorar su rentabilidad y sean sustentables. También que sirvan como modelo para el resto de los pequeños productores y, mejorar la calidad de vida en una de las regiones más pobres y de mayores asimetrías del país.

Bibliografía

- Arzeno, J.L. (2006). Empleo de indicadores de sostenibilidad en sistemas extensivos agrícolas del NOA. En: 1º Jornadas Interdisciplinarias de estudios agrarios y Agroindustriales del NOA, organizado por UNSa/CIEA/UBA/PSA/INTA/FUNDAPAZ.
- Astier, M., Masera, O.M. y Galván-Miyoshi, Y. (2008). Evaluación de la sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. México D.F.: Mundi-Prensa México.
- Barioglio, C.; Deza, C.; Arias, M.; Varela, L.; Bonardi, C. y Villar, M. 1997. Evaluación de algunos parámetros reproductivos en cabras regionales. Agriscientia Vol XIV: 37- 42.
- Cabell, J.F. y Oelofse, M. (2012). An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. Ecology and Society 17(1).

- Censo Nacional Agropecuario,(CNA) 2002 <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>
- De Géa, G.S.; Petryna, A.M; Mellano, A.; Bonvillani, A.; Turiello, P. 2005. El ganado caprino en la Argentina. Publicación de la Universidad Nacional de Río IV.
- Deza, C; Bascur, I.; Pérez, G.; Díaz, M.P.; Barioglio, C.F. 2003. Identificación de caracteres morfoestructurales y de polimorfismos sanguíneos en cabras Criollas del C-NO de Córdoba, Argentina. *Rev AGRISCIENTIA*, V XX:69-77.
- Deza c. 2007. Caracterización de caprinos criollos del noroeste de Córdoba mediante el uso de caracteres morfoestructurales y polimorfismos proteínicos. Su relación con aptitud productiva. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- FAO, 1976. A framework for land evaluation. *Soils Bulletin* 32, Rome. FAO.
- FAO,1983. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. *Soils Bulletin* 52, Rome, FAO.
- FAO, 1984. Land evaluation for forestry. *Forestry paper* 48, Rome, Italy: FAO. 123 pp.
- FAO, 1995. Planning for sustainable use of land resources: towards a new approach. Background paper to FAO's Task Managership for Chapter 10 of Agenda 21 of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). *FAO Land and Water Bulletin* (2):67 pp, Rome.
- FAO. 1999. El futuro de nuestra Tierra. Enfrentando el desafío. Guías para la planificación integrada para el desarrollo sostenible de los recursos de la tierra.
- Jeckeln G., L.L. Huaranca, S. Maclean, J.N. Volante, F.H. Mónico Serrano, J.F.P. Michaud, H. Bárcena, H. Suligoy y L. Seghezze (2016). Diagnóstico y evaluación de la sustentabilidad de la ganadería de monte en el chaco semiárido. el caso de Salta Forestal zona sur, departamento Anta, provincia de Salta. Acta de la XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente 4, 01.89-01.99.
- Jerneck, A., Olsson, L., Ness, B., Anderberg, S., Baier, M., Clark, E., & Persson, J. (2011). Structuring sustainability science. *Sustainability science*, 6(1), 69-82.
- Huaranca, L, J.M. Cardón, F.H. Mónico Serrano H. Bárcena y L. Seghezze (2017). Estado actual de los indicadores de sustentabilidad de pequeñas y grandes producciones ganaderas del departamento Anta provincia de Salta. Acta de la XL Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente 5, 01.103-01.111.
- Mayer, A. L. (2008). Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environment international*, 34(2), 277-291.
- Molle, F. y Mollinga, P. (2003). Water poverty indicators: conceptual problems and policy issues. *Water Policy* 5, 529-544.
- Morello, J., & Matteucci, S. D. (1997). Cambios, indeterminaciones y agricultura sustentable en la llanura Chaco-Pampeana. Argentina, granero del mundo: hasta cuando.
- Müeller, J. 2003. Caracterización y gestión de los recursos zoogenéticos de rumiantes menores locales en Argentina. Proyecto INTA Código 1445. Conservación de recursos Zoogenéticos. <http://bases.inta.gov.ar/proyectos/menu.asp>.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S. y Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics* 60, 498-508.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems (Un

- marco general para analizar la sustentabilidad de los sistemas socio-ecológicos). *Science* 325, 419-422.
- Rivera G. M.; Alanis, G. A.; Chaves, M. A.; Ferrero, S. B. and Morello, H. H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* Vol 48, I2:109-117.
- Rivington, M., Matthews, K. B., Bellocchi, G., Buchan, K., Stöckle, C. O., & Donatelli, M. (2007). An integrated assessment approach to conduct analyses of climate change impacts on whole-farm systems. *Environmental Modelling & Software*, 22(2), 202-210.
- Sarandón, S. J., Marasas, M., DiPietro, F., Muiño, A. B. W., & Oscares, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Cadernos de Agroecología*, 1(1).
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo, 5, 131-158.
- Shelton, J.M.; Figueiredo, E.A. 1990. Programa de mejoramiento genético en caprinos en el norte de Brasil. *Terra Arida* Nº 10: 16-22.
- Valentin, A. y Spangenberg, J.H. (2000). A guide to community sustainability indicators. *Environmental Impact Assessment Review* 20, 381-392.
- Van de Kerk, G. y Manuel, A. (2008). A comprehensive index for a sustainable society: the SSI – the Sustainable Society Index. *Ecological Economics* 66, 228-242.
- Vega, M.L., Iribarnegaray, M.A., Hernández, M.E., Arzeno, J.L., Osinaga, R., Zelarayán, A.L., Fernández, D.R., Mónico Serrano, F., Volante, J.N. y Seghezzi, L. (2015). Un nuevo método para la evaluación de la sustentabilidad agropecuaria en la provincia de Salta, Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)* 41(2), 168-178.
- Viglizzo, E.F., Frank, F., Bernardos, J., Buschiazzi, D.E. y Cabo, S. (2006). A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the Pampas of Argentina. *Environmental monitoring and assessment* 117(1-3), 109-134.
- Viglizzo, E.F., Frank, F.C., Carreño, L.V., Jobbágy, E.G., Pereyra, H., Clatt, J., Pincén, D. y Ricard, F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology* (2011) 17, 959–973.
- Viglizzo, E.F., Pordomingo, A.J., Buschiazzi, D. y Castro, M.G. (2005). A methodological approach to assess cross-scale relations and interactions in agricultural ecosystems of Argentina. *Ecosystems* 8, 546-558.
- Walter, C. y Stützel, H. (2009). A new method for assessing the sustainability of land-use systems (I): identifying the relevant issues. *Ecological Economics* 68(5), 1275-1287.

Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas, herramientas para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central.

Huertas González, María Alexandra²⁰ y Casasola Coto Francisco²¹

En la actualidad, el planeta Tierra enfrenta un gran reto del cual depende la existencia de la humanidad: el calentamiento global. Existe un conflicto entre la ganadería, la producción de alimentos básicos y la conservación de los recursos naturales. Es imperativo producir alimentos dejando de lado la actividad humana relacionada con la aplicación de métodos de producción intensiva, que aceleran la emisión de gases efecto invernadero y la pérdida de recursos naturales, entre otros (Boff 1999), descuidando la seguridad alimentaria de los países (Alonso, 2010).

La reducción de áreas cultivables, la pérdida de la productividad, de biodiversidad, de la disponibilidad de agua y de los ecosistemas, se traducen en una amenaza para el desarrollo sostenible.

Latinoamérica y el Caribe tienen que afrontar las consecuencias de este fenómeno, principalmente en las zonas rurales, donde los campesinos, que en su mayoría son los ciudadanos más pobres de los países, también en muchas ocasiones son quienes menos acceso tienen a la información y como consecuencia, a la aplicación de nuevas tecnologías y estrategias para la producción amigable con el medio ambiente.

Sin embargo, actualmente se conocen los beneficios de la implementación de los sistemas silvopastoriles (SSP) y sistemas agroforestales (SAF) y la importancia que estos tienen en la conservación de la biodiversidad, además de la provisión de variados servicios ambientales. (Clerck, 2010).

Los SAF brindan la posibilidad de asociar diferentes especies arbóreas, arbustivas y leguminosas, productoras no solo de alimento para los humanos, sino una fuente de nutrientes para la ganadería, en este caso para animales rumiantes, que son capaces de producir alimentos de alta calidad a partir de forrajes fibrosos. Por eso constituyen una de las estrategias de desarrollo debido a la importancia de la actividad ganadera en Latinoamérica, la cual juega un rol importante para el sustento de muchas familias rurales (FAO 2008).

Adicionalmente, se conoce que el empleo de diferentes especies arbóreas como bancos forrajeros proteínicos es una práctica utilizada en varios países, como por ejemplo en Colombia, estrategia que sirve de alimentación animal en periodos de sequía debido a la estacionalidad de la zona tropical (Sinisterra *et al.*, 2010),

El uso de SAF, integrando producción de madera y bancos forrajeros para alimentación de ganado en Argentina (Esquivel y Lacorte, 2010), resulta beneficioso debido a que poseen una mayor diversidad de especies leñosas y muestran una mayor resiliencia de los sistemas ganaderos a la variabilidad y/o el cambio climático.

Es así que Casasola (2015) define que la ganadería genera 7,1 mil millones de dióxido de carbono (CO₂), cifra que representa el 15% del total de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, siendo el 40% de emisión total del sector ganadero correspondiente al metano entérico dada la fisiología digestiva de los animales rumiantes, y de este monto el 77% es producido por la

²⁰. Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles, - *Universidad Santo Tomás*
mariahuertasg@ustadistancia.edu.co

²¹. Docente a cargo. *CATIE* *fcasasol@catie.ac.cr*

ganadería bovina (Gerber *et al.*, 2013), GEI que no solo se relaciona con la pérdida de energía por parte de los animales, la cual es requerida para la producción de carne, leche y/o crías, sino que este impacta negativamente al medio ambiente, debido a su contribución en el calentamiento global y su consecuente cambio climático.

Por lo descrito anteriormente, se precisa determinar y aplicar acciones para alimentar animales con forrajes de mejor calidad nutricional, lo cual se traduciría en la reducción de las emisiones de metano entérico, mejorando de esta forma la respuesta zootécnica de las producciones, reduciendo el impacto ambiental.

Una práctica eficaz para lograr disminuir las emisiones de GEI, es apostar por la calidad y disponibilidad de los pastos y forrajes, con el fin de lograr el aprovechamiento de los nutrientes en las dietas por parte de los animales.

La calidad de nutrientes de los forrajes aumenta la digestibilidad de la dieta para rumiantes, siendo beneficioso para la producción ganadera, debido a que dietas más nutritivas incrementan la tasa de pasaje, consumo, producen menos ácido acético y metano (Lamela, *et al.*, 2009) lo cual se traduce en mayor ganancia de peso y productividad.

Además, la planificación de la disponibilidad de alimento se convierte en un factor importante, porque a través del tiempo, el forraje se madura y con ello, se incrementa el contenido de fibra, esto tiene relevancia en países tropicales que exhiben marcadas épocas de estacionalidad climática y por ende escasez de alimento.

Las asociaciones entre leguminosas y gramíneas pueden favorecer la disminución de los GEI, ya que las leguminosas tienen un mejor perfil nutricional, como un mayor contenido de proteína cruda, fibra y metabolitos secundarios, como los polifenoles (taninos), que aumentan la digestibilidad de la dieta y el consumo del forraje digestible, contribuyendo a la disminución de emisiones por unidad de producto.

Debido a lo anterior, es importante poder integrar diferentes estrategias para manejar los recursos alimenticios disponibles en una finca para una ganadería sostenible y amigable con el medio ambiente, ciertas acciones se describen a continuación.

La integración de árboles dispersos en potreros es una técnica de incluir en un sistema silvopastoril especies leñosas (árboles, arbustos o palmas) dentro de las pasturas, distribuidos en forma homogénea. El principal objetivo de los árboles dispersos en potrero es proveer alimento para los animales para lograr la producción de leche y/o carne a la vez que se obtienen otros productos derivados del componente forestal como madera, postes, leña, frutos y semillas, además del servicio ambiental de protección de la biodiversidad, evitando la degeneración del suelo y dar sombra a los animales (Villanueva *et al.*, 2010) esto último se traduce en el bienestar y mayor productividad.

Otros beneficios de esta técnica también impactan positivamente el suelo, ya que las raíces de los árboles al ser más profundas que las raíces de las pasturas, extraen nutrientes necesarios que se encuentran en capas del suelo más profundas, esto resulta en mayor producción de biomasa forrajera además de obtener mayor pasto con una mejor calidad, el cual será aprovechado por los animales.

Adicionalmente, por la sombra que brindan, los rayos del sol no inciden sobre el suelo directamente y esto hace que se mantenga el equilibrio del sistema edáfico; las ramas de los árboles y leñosas protegen también al suelo del impacto de la lluvia y evitan la erosión. También se da un reciclaje de nutrientes, debido a la presencia de mantillo (hojas, ramas y frutos que los árboles desechan), todo lo anterior sin nombrar los beneficios no solo ecológicos sino económicos, resultado de este sistema.

Por otro lado, con el fin de delimitar un espacio de una finca y de dividir los diferentes usos de la tierra, se han implementado las cercas vivas, ya sea con árboles, arbustos y palmas.

Las cercas vivas se componen de especies leñosas solamente o de una combinación de especies leñosas con postes muertos (Villanueva *et al.*, 2010).

Esta es una de las prácticas más utilizadas en las áreas tropicales. Se sabe que su establecimiento es mucho más barato que el de las cercas convencionales; por otro lado, este sistema reduce la extracción de madera del bosque para la obtención de postes y leña. Además de ser un sistema de tradición en las zonas rurales de los países tropicales, se constituye como una alternativa de producción animal ya que provee biomasa forrajera y sombrío en épocas secas y veranos fuertes y funciona como refugio de entomofauna benéfica y fauna silvestre.

También proveen follaje, frutos, semillas y material vegetativo de propagación, aportando nutrientes y materia orgánica al suelo, actúan como corredores biológicos y lugares de descanso y refugio de fauna silvestre y avifauna nativa y migratoria. Pueden funcionar como barreras o cortinas rompevientos (Murgueitio, 2011)

Otra opción para disponer de alimento para los animales, como estrategia de adaptación al cambio climático dentro de las buenas prácticas ganaderas, se encuentran los bancos forrajeros, que son cultivos de leñosas perennes, en áreas en las cuales las especies forrajeras se cultivan en bloque compacto de alta densidad. El objetivo del banco es maximizar la producción de biomasa de alta calidad nutritiva (Pezo e Ibrahim, 1999). Si el forraje de la especie utilizada contiene más del 15% de proteínas cruda, el sistema se denomina “banco de proteína” y si además presenta altos niveles de energía digerible, recibe el nombre de banco energético-proteínico.

Este sistema puede ser una alternativa para la intensificación de la ganadería en menos área de la finca así como también para la liberación de áreas marginales con mayor vocación para la conservación de recursos naturales. Según Milera *et al.*, (2010) existe una gran diversidad de especies leñosas (árboles y arbustos) que se pueden manejar como bancos forrajeros en zonas con baja y alta disponibilidad de agua, con alto valor nutricional y con potencial para usarse como suplemento animal.

El manejo y gestión integral del estiércol es otra práctica desarrollada dentro del marco de buenas prácticas ganaderas, ya que sin un manejo adecuado, las concentraciones de excretas y orina resultan en focos de contaminación que impactan negativamente al medio ambiente y la salud animal y humana;

Esta gestión apropiada otorga distintos beneficios en las fincas ganaderas, ya que mejora la fertilidad y el contenido de materia orgánica del suelo, aumenta la retención de agua, el intercambio catiónico, la filtración del agua al subsuelo y reduce la erosión, mejora la producción sostenible y por ende la seguridad alimentaria (Andrade *et al.*, 2013) disminuye también el uso de insumos externos (Foged *et al.*, 2011), la contaminación de suelos y agua, y la degradación de recursos naturales (Hansen *et al.*, 2006) evitando efectos negativos sobre la salud humana y la sanidad animal (FAO 2006).

Bibliografía

- Alonso, G. 2010. Enfrentamiento al cambio climático en Cuba. Programa-Resúmenes. II Congreso de Producción Animal Tropical. Tomo I. [cd-rom]. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. 2010
- Andrade, H.J.; Alvarado, J, Segura, M. (2013). Almacenamiento de carbono orgánico en suelos en sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.) En el municipio del Líbano, Tolima, Colombia. Colombia Forestal, 16(1), 21-31.
- Boff, L. 1999. Teología de la liberación enjuicia la globalización. Punto Final. No.450

- Casasola, F. 2015 Buenas prácticas para la mitigación al cambio climático de los sistemas de producción de leche en Costa Rica / Francisco Casasola Coto; Cristóbal Villanueva Najarro. – 1º ed. – Turrialba, C.R: CATIE, 2015. 128 p. : il. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no. 129)
- Clerck, F. de. 2010. Aplicaciones ecológicas para la adaptación al cambio climático en paisajes ganaderos. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIECIPAV. Turrialba, C. R. p. 6. 2010
- Esquivel, J. & Lacorte, S. 2010. Sistemas silvopastoriles con especies maderables en la República Argentina. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Turrialba, C. R. p. 68. 2010
- Foged, H., Flotats, X., Bonmati Blasi, A., Palatsi, J., Magri, A. y Schelde, M. 2011. Inventory of manure processing activities in Europe (Inventario de actividades de procesamiento de deyecciones en EU). Informe técnico nº I relativo a “Manure Processing Activities in Europe” para la Comisión Europea, DG Medio Ambiente. Referencia del proyecto: ENV.B.1/ETU/2010/0007.
- Hansen, M.N.; Henriksen, K. Sommer, S.G. 2006. Observations of production and emission of greenhouse gases and ammonia during storage of solids separated from pig slurry: Effects of covering. *Atmospheric Environment* 40, 4172-4181.
- Lamela, L. *et al.* 2009. Efecto del sistema silvopastoril en el comportamiento productivo de vacas Holstein. *Pastos y Forrajes*. 32:175. 2009.
- Milera, Milagros *et al.* 2010. Los recursos forrajeros herbáceos y arbustivos en la alimentación de rumiantes para mitigar el cambio climático. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Turrialba, C. R. p. 45. 2010
- Murgueitio, E. 2011. Ganadería sostenible de leche y carne con los sistemas silvopastoriles. Cipav, Cali. 201 pp.
- Pezo, D. Ibrahim, M., Beer, J. y Camero, L. 1999. Oportunidades para el desarrollo de Sistemas silvopastoriles en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE, N° 44. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 46 p.
- Sinisterra, J.A. *et al.* 2010. Bancos forrajeros mixtos en contextos agroecológicos variados como estrategia de alimentación del ganado durante la sequía del Niño 2009-10. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción
- Villanueva, C. 2016. Opciones forrajeras para la alimentación caprina en el Altiplano Occidental de Guatemala / Cristóbal Villanueva... [et al.]. – 1º ed. – Turrialba, C.R : CATIE, 2016. 120 p. : il. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 136).

Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada (MBGI). Oportunidades, marco político y aspectos para el uso ganadero en bosques nativos.

Jara Sebastián²² y Peri Pablo²³

Argentina cuenta con una superficie de 31.443.873 hectáreas de bosque nativo distribuido entre todas las provincias.

Por otra parte, se estima en 6,5 millones de hectáreas la superficie de Sistemas Silvopastoriles (SSP) en bosque nativo distribuida entre las diferentes regiones forestales de Argentina tales como Espinal, Monte, Selva Misionera, Selva Tucumano Boliviana, Región Andino-Patagónica y Parque Chaqueño, siendo estos dos últimos donde se concentra el principal desarrollo de los SSP en el país.

Desde 1990 se produjo un fuerte incremento en la superficie cultivada desplazando a la ganadería de la región pampeana hacia zonas con bosques. El Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial 2010 – 2020 prevé un incremento del 46% en la producción de carne bovina para el 2020 y un aumento del stock de cabezas de ganado bovino a 54 millones. En este contexto, en los últimos 18 años la implementación de los SSP ha tomado auge en diferentes regiones de la Argentina con el fin de aumentar la producción de carne (Peri, P. L. 2017).

En el año 2007, ante el aumento de la tasa de pérdida de los bosques nativos y sumado a la presión social de la sociedad civil, se sanciona la Ley 26.331 de “Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos”, que establece las pautas para el enriquecimiento, restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos. El decreto N° 91, de febrero de 2009, aprueba la reglamentación de dicha ley.

Por otra parte, la Ley 26.331 establece que las provincias deben realizar el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de su jurisdicción mediante un proceso participativo estableciendo las diferentes categorías de conservación en función del valor ambiental de las distintas unidades de bosque nativo y de los servicios ambientales que estos presenten. Dicha ley contempla además los Planes de Manejo de SSP en cada provincia.

La ley considera tres categorías de conservación.

Categoría I (rojo): sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse. Incluirá áreas que por sus ubicaciones relativas a reservas, su valor de conectividad, la presencia de valores biológicos sobresalientes y/o la protección de cuencas que ejercen, ameritan su persistencia como bosque a perpetuidad, aunque estos sectores puedan ser hábitat de comunidades indígenas y ser objeto de investigación científica.

Categoría II (amarillo): sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados pero que, a juicio de la autoridad de aplicación jurisdiccional, pueden tener un valor alto de conservación con la implementación de actividades de restauración y que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica.

²² . Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles- Ing. Agrónomo, Área de Bosque Nativo Secretaría de Ambiente y Cambio Climático, sebjara@hotmail.com

²³ . Dr. Pablo Peri, INTA Santa Cruz – UNPA – CONICET , peri.pablo@inta.gob.ar

Categoría III (verde): sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad aunque dentro de los criterios de la presente ley.

Del total de bosque nativo declarado por categoría de conservación, 29.4 millones de hectáreas corresponden a la categoría II (amarillo).

El Ministerio de Agroindustria y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable han articulado acciones con el fin de establecer el marco general y los principales lineamientos para que las actividades ganaderas en zonas de Bosques Nativos, en adelante “Manejo de Bosques con Ganadería Integrada” (MBGI), cumplan los criterios de sustentabilidad ambiental, económica y social, pilares básicos del desarrollo sostenible según la Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Ley N° 26.331). Se pretende que esta propuesta brinde el marco para contribuir al uso sustentable de los Bosques Nativos como una alternativa de desarrollo frente al cambio de uso del suelo donde se incluye al bosque nativo en la matriz productiva, como un agente proveedor de servicios ecosistémicos, especialmente en lo que respecta a la producción ganadera y forestal.

1. Principios generales.

Este Acuerdo alcanza definiciones de carácter general y de aplicación en todo el territorio nacional. Particularmente, algunos lineamientos son precisados mediante umbrales, especialmente en referencia a la región del Chaco Árido y Semiárido, en donde existe información y la actividad ganadera en bosques nativos reviste suma importancia. Además, brinda a las partes un marco de acción para generar políticas concurrentes que posibiliten el cumplimiento de objetivos comunes de manera eficiente.

El enfoque propuesto en el documento aborda Principios, Criterios e Indicadores de sustentabilidad, estos últimos, definidos en las dimensiones socioeconómica y ambiental, son una herramienta adecuada para planificar y monitorear el MBGI.

Los indicadores deben definirse en base a un sistema jerárquico de acuerdos que establezcan las condiciones para que se respeten, simultáneamente, tres principios básicos de la sustentabilidad:

- 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.

2. Principales objetivos.

- Articular políticas públicas de desarrollo agropecuario con los objetivos de la Ley N° 26.331.
- Establecer lineamientos técnicos para planes foresto-ganaderos en las áreas de bosques nativos del país, que respeten los 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

3. Lineamientos estratégicos

Los lineamientos estratégicos son:

- Avanzar en la formalización de adhesión mediante la firma de convenios de cooperación con las provincias.
- Articular los instrumentos de fomento de las instituciones que participan del plan.

- Implementar Sitios pilotos en las provincias.
- Formular y ejecutar un Programa de Monitoreo para los Sitios piloto MBGI, utilizando como herramienta los Indicadores de sustentabilidad MBGI.
- Acordar indicadores y verificadores específicos con los comités técnicos provinciales y diseñar la línea de base de los sitios pilotos en base a los resultados del acuerdo.
- Desarrollar y ajustar modelos de intervención local, con el objeto de establecer ensayos y experiencias de MBGI y contribuir en la definición, evaluación y reformulación de pautas técnicas complementarias a las ya acordadas. Seleccionar y puesta en marcha de Sitios pilotos de MBGI en las provincias.
- Acordar y llevar adelante programas de capacitación y asistencia técnica, a técnicos formuladores de planes, productores, autoridades locales de aplicación de planes ganaderos y de la Ley de Bosques (N° 26.331) y dependencias de los organismos nacionales.
- Avanzar en programas de mejora de la comercialización de productos del MBGI, que incluya a los actores e instituciones vinculados con la cadena producción, industrialización y comercialización. Desarrollar una estrategia de certificación de productos provenientes de planes MBGI.

Lineamientos Nacionales de Manejo de Bosque Nativo con Ganadería Integrada.

Existen 7 pautas o lineamientos básicos, orientadas a:

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

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

Un Plan de Manejo Sostenible es el documento que sintetiza la organización, medios y recursos, en tiempo y espacio, del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales maderables y no maderables y los servicios que provee el ecosistema como la producción de alimentos y energía, en un Bosque Nativo o grupo de Bosques Nativos. Los Planes de Manejo Sostenible deben contener requisitos mínimos tales como caracterización detallada del estado inicial o línea base, la propuesta de intervención donde se expresan las prácticas que se aplicarán para alcanzar las metas previstas, y la definición de un sistema de Monitoreo y ajuste que consiste en un proceso sistemático de recolección, evaluación, análisis y difusión de la información necesaria para el seguimiento del logro de las metas.

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.

Preservar dentro de la unidad de manejo áreas de reserva intangible libres de ganado y aprovechamiento forestal. Dicha reserva debe ser de al menos un 10% o más del total de la superficie del predio. Debe tenerse en cuenta la conectividad de las reservas a escala de paisaje.

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.

Para el Parque Chaqueño, el manejo del estrato arbustivo con fines de mejorar la oferta forrajera, puede realizarse de forma manual o mecánica, hasta una extensión máxima del 70% de cada hectárea

intervenida. Otra herramienta disponible para aumentar la oferta forrajera consiste en destinar un área exclusiva para su producción. Dicha área no podrá superar el 10 % de la ocupada por bosque en el predio.

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

El esquema de tratamientos propuesto para cada sitio intervenido debe basarse en la dinámica natural del bosque, con el fin de asegurar su regeneración.

Para alentar la aplicación exitosa del manejo forestal en el marco de MBGI, es deseable promover el agregado de valor a los productos forestales y la promoción de la diferenciación de los productos madereros y no madereros,

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.

Definir el sistema de pastoreo y la carga ganadera en función de todos los componentes del sistema.

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 específica de ataque temprano, como medio para prevenir o controlar el impacto de los mismos sobre el sistema (gestión de contingencias).
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.

El plan de manejo del agua está integrado al MBGI y en pos de los siguientes objetivos: disminuir los impactos del ganado en el bosque y su regeneración (ramoneo, pisoteo, etc.), un mejor aprovechamiento de las existencias forrajeras, acompañar el aumento de la receptividad y de la producción de carne, mejoramiento del bienestar animal, mejor aprovechamiento del agua, evitar contaminación y la erosión de cursos de agua.

Para la implementación del MBGI se debe tener en cuenta las normativas de cada provincia. En el caso de Córdoba, aún no adhirió al convenio para la implementación del mismo en el territorio provincial.

Sin embargo, el INTA comenzó a llevar a cabo un sitio piloto en el norte de la provincia, presentando un Plan de Manejo ante la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático, actual Autoridad de Aplicación de la Ley 9814 de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN). Dicho plan fue aprobado y ejecutado en un 50%, sin presentar conclusiones precisas.

Los Planes de Manejo que se aprueban en la provincia comprenden Planes Integrales de Manejo, donde se puede realizar en zona de categoría II (amarillo) un Rolado Selectivo de Bajo Impacto y se debe dejar un 30 o 40 % del total del campo como reservas forestales, pudiendo realizar diferentes actividades de conservación en dichas reservas. En el caso de contar con chacras antiguas de larga data, se pueden mantener las mismas para utilizarlas como reservas forrajeras. En este sentido, es necesario remarcar que la normativa vigente no permite el Cambio de Uso de Suelo en Categoría II, no pudiendo destinar el 10% del total del predio para la producción de algún tipo de verdeo para aumentar la disponibilidad de

forraje, tal cual apunta el MBGI. Es necesario remarcar que el Mapa de OTBN no posee Categoría III (verde), que habilitaría la intervención para la creación de nuevas chacras.

En conclusión, si bien hay puntos del MBGI que se están implementado en la provincia de Córdoba, la normativa provincial no permite la implementación de otras pautas o lineamientos básicos.

Por otra parte, para obtener resultados concluyentes debería llevarse a cabo una serie de sitios pilotos con ensayos y experiencias de MBGI. No puede generalizarse una práctica para toda la región chaqueña, ni siquiera planificar un solo tipo de manejo, para diferentes ambientes boscosos de un mismo predio. La planificación y monitoreo debe hacerse a nivel de rodal. Por esto es importante la determinación de suficientes sitios pilotos representativos, en los cuales se puedan evaluar los impactos que permitan determinar prácticas de manejo adecuadas para cada situación.

Bibliografía

Ley 26.331 de "Presupuesto Mínimo de Protección Ambiental de los Bosques Nativos".
<http://servicios.infoleg.gob.ar>

Acuerdo general sobre los principios y lineamientos nacionales para el manejo de bosques con ganadería integrada en concordancia con la ley N° 26.331

Peri, P. L. 2017. Ganadería en Bosques nativos de Argentina: desafío entre producción y conservación. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Asociación Argentina de Producción Animal. Córdoba, Argentina

Uso de Indicadores de Sustentabilidad en Sistemas de Producción Caprina en el Norte de Córdoba

Mahy, Alberto Eugenio²⁴ y Deza, Cristina²⁵

En general la sustentabilidad implica la integración de tres dimensiones que son: la económica, social y ambiental. El concepto de sustentabilidad comprende metas múltiples y pueden ser medidos por determinados parámetros, estos deben servir para la evaluación del grado de sustentabilidad y la interrelación entre estos debe ser considerada. La complejidad de las interacciones entre sistemas sociales, económicos y ecológicos hace difícil predecir cuándo las acciones deben ser cambiadas para alcanzar un nivel deseado de sustentabilidad.

Sustentabilidad significa la permanencia en el tiempo de formas de producción en sistemas productivos caprinos, con niveles aceptables de calidad de vida y beneficio económico. Esta perdurabilidad implica que el sistema de producción garantice el cuidado del ambiente, permitiendo que las siguientes generaciones puedan mantener una forma de vida determinada y que estén garantizados los beneficios sociales, económicos y ecológicos.

La selección de indicadores permite evaluar el estado del sistema y los resultados de procesos de producción del mismo. En el trabajo presentado por la Ing Deza se desarrolló un modelo técnico-económico, generado participativamente con productores y técnicos, para introducir prácticas innovadoras adaptadas a la realidad de pequeños productores. Se priorizó el manejo nutricional y reproductivo, dado su escasa incorporación en estos sistemas y su alto impacto en la sustentabilidad. El objetivo es determinar indicadores de monitoreo zootécnicos y productivos apropiados y aceptados por pequeños productores caprinos.

Se identificaron los indicadores y se les asignaron variables y rangos de respuesta que recibieron valoración diferenciada en función del impacto esperado. Los indicadores están sujetos a ponderación y acumulación de puntaje. Se seleccionaron indicadores zootécnicos, para la producción de leche y para la producción de carne. Se determinaron variables, cada una con rangos de respuestas. El máximo puntaje en las respuestas se alcanzó cuando se incorporó tecnología, mientras que el mínimo correspondió a la no aplicación. El gráfico de tela de araña permitió vincular el impacto de la tecnología sobre la eficiencia productiva al comparar la representación del modelo con el derivado de la representación de los valores reales de los promedios de los productores.

La conclusión de esta metodología permite hacer visible la distancia entre el modelo productivo y la realidad, así como su impacto en la productividad del sistema.

Como conclusiones principales desde mi punto de vista son:

- Se requiere trabajo en equipo interdisciplinario e interinstitucional.
- El uso de indicadores permite la evaluación y autoevaluación de los sistemas, identificar puntos críticos y analizar la evolución.
 - Permite la mejora constante.
 - El graficar los indicadores permite hacer visible tanto las distancias como las interacciones de los indicadores.

²⁴ Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles-Ingeniero Agrónomo, aemahy@yahoo.com.ar

²⁵ Docente a cargo. Ingeniera agrónoma Magister, Cátedra de Rumiantes Menores, FCA- UNC, cdeza@agro.unc.edu.ar

Acción participativa para fortalecer a técnicos y productores en Investigación y Extensión en países de América Latina.

Navas Panadero²⁶ Alexander y Casasola Coto²⁷ Francisco

Introducción

Los sistemas de producción agropecuaria en América Latina se basan en modelos de revolución verde, caracterizados por simplificar los ecosistemas, establecer monocultivos y utilizar indiscriminadamente agroquímicos. Esta forma de producción no ha tenido en cuenta la experiencia y conocimiento de los productores, por el contrario ha generado problemas ambientales, sociales y económicos, lo que limita aun más el desarrollo rural de los países Tropicales.

La mayoría de los productores agropecuarios en América tropical son pequeños, muchos han perdido la tierra debido a la ineficiencia de sus sistemas de producción, a pesar de que algunos puedan incrementar la producción con modelos basados en agroquímicos, los altos costos y la baja rentabilidad no permiten que puedan competir en mercados globalizados, nacionales y aun regionales.

Otro problema que afecta el desarrollo de las regiones rurales son los sistemas de extensión tradicionales, los cuales promueven modelos de producción que muchas veces no son adecuados a las condiciones sociales, económicas y ambientales de los diversos agroecosistemas presentes en los países de la región. El sistema tradicional define a los productores como actores pasivos, los cuales reciben tecnologías desarrolladas por profesionales externos a sus agroecosistemas, que en algunas ocasiones no tienen a disposición toda la información necesaria para desarrollar modelos de producción sostenibles, acordes a las condiciones locales de los productores.

Aunque se ha avanzado en la búsqueda de modelos sostenibles de producción agropecuaria, acordes a las condiciones ambientales de diferentes ecosistemas, como por ejemplo los sistemas agroforestales, aún existe un vacío en los ajustes de estos modelos a nivel local (condiciones sociales y económicas) y en el sistema de extensión. La Escuela de Campo de Agricultores (ECA) es una metodología que busca dar respuesta a las limitaciones del sistema de extensión tradicional, que en algunos países han sido reemplazados por servicios profesionales particulares.

Alternativas agroforestales

Los sistemas agroforestales son una alternativa productiva que permite integrar el componente leñoso perenne a los sistemas agropecuarios, ofreciendo múltiples beneficios sobre todos los componentes del sistema. Dentro de los sistemas Agroforestales se encuentran los sistemas de agrosilvicultura, agrosilvopastoriles y silvopastoriles, los dos últimos conocidos también como sistemas agroforestales pecuarios, ya que incorporan la producción animal.

El diseño, selección de especies, densidad de siembra, manejo, etc, depende en gran medida del objetivo que se busca, ya que el componente leñoso tiene múltiples usos. El diseño de los sistemas agroforestales pecuarios deben considerar no solo los aspectos económicos o productivos, además las

²⁶ . Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. Médico Veterinario Zootecnista, MSc Agroforestería Tropical, Universidad de La Salle (Colombia), anavas@unisalle.edu.co.

²⁷ . Docente a cargo. MSc Agroforestería Tropical, CATIE (Costa Rica), fcasasol@catie.ac.cr

condiciones sociales y culturales, por ejemplo la seguridad alimentaria y la diversificación de la producción. También la estabilidad del sistema, lo que se consigue incrementando la diversidad estructural y funcional.

La incorporación de árboles y arbustos en los sistemas ganaderos permite reducir los problemas sociales, económicos y ambientales que ha generado el modelo convencional. Los sistemas Agroforestales pecuarios permiten hacer un uso sostenible de los recursos naturales, a través de la recuperación y mejoramiento del suelo, la conservación del agua, la reducción de la presión sobre áreas de bosques y otros ecosistemas estratégicos, recuperación de pasturas degradadas, producción de forraje (como suplemento o para épocas críticas), diversificación de la producción (fruta, leña, madera, resinas, etc), incremento de controladores biológicos de plagas y enfermedades, suministro de servicios ecosistémicos, etc (Navas, 2010).

Acciones Participativas

Las acciones participativas integran el conocimiento de los productores en la generación de tecnologías locales que permitan ofrecer soluciones a los problemas de los sistemas de producción, igualmente mejoran el sistema de extensión mediante la difusión y retroalimentación de técnicas y resultados. El productor pasa a ser un actor activo, que interactúa con profesionales a través de intercambio de conocimiento y experiencia, en busca de soluciones basadas en las condiciones locales (sociales, económicas y ambientales).

La ECA es una metodología de capacitación vivencial, la cual se basa en principios de educación para adultos, que busca el aprendizaje grupal a través del descubrimiento, donde la experimentación, la observación, el análisis grupal de los resultados y la toma de decisiones son herramientas fundamentales. El propósito de la ECA es desarrollar capacidad empresarial en los productores y sus familias.

El adecuado desarrollo de la ECA se basa en tener en cuenta los principios que la fundamentan, la participación es voluntaria y se da por la confluencia de productores con el mismo interés o problemática. El currículo responde a las perspectivas e intereses de los usuarios y no al de una institución o profesional que tiene una percepción externa de la problemática, por el contrario los profesionales toman un papel de facilitadores del proceso de intercambio de saberes.

Se parte del conocimiento de los actores, pero hay construcción activa de conocimiento por descubrimiento, lo que fundamenta la investigación participativa. La diversidad es la fuente de riqueza del aprendizaje, todos tienen algo para aportar.

El productor tiene que adaptarse a una nueva forma de aprender, en la cual interactúa de forma activa y no es un sujeto que solo escucha, tiene actividades prácticas, cotidianas en su predio o parcela, con su cultivo o animales, por lo que aprende haciendo. Se requiere trabajo interdisciplinario e interinstitucional, lo que promueve un intercambio de conocimiento integral. Todos los integrantes son pares, no hay instructores, solo facilitadores del proceso de aprendizaje, esto permite enriquecer la autoestima en los participantes y garantizar la sostenibilidad del proceso de aprendizaje. Los problemas se ven como retos y no como limitaciones. Se aprende de los buenos y malos resultados. El análisis grupal ayuda a que se encuentren soluciones.

El diagnóstico participativo es una herramienta fundamental para la construcción del currículo, ya que este identifica, dimensiona y prioriza los problemas que se encuentran en la zona y que afectan a los productores. Una vez elaborado el currículo, se desarrollan las sesiones de aprendizaje, asistencia técnica, investigación participativa y las parcelas demostrativas. Apartir de la ECA, se define el plan de finca, que permite hacer una proyección del sistema productivo, identificando acciones a corto, mediano y

largo plazo, que una vez cumplidas permite la reconversión del sistema de producción. Estas acciones están relacionadas con las temáticas vistas en la ECA, donde el aprendizaje colectivo y la investigación participativa ofrece elementos a los productores para realizar no solo las acciones, además el monitoreo y evaluación de las acciones definidas, permitiendo la retroalimentación de las alternativas y los ajustes locales necesarios.

Las ECAs son una herramienta para promover y mejorar los sistemas agroforestales pecuarios, ya que permiten recopilar e incorporar el conocimiento local de los productores a las tecnologías desarrolladas, generando nuevos diseños con especies, densidades y prácticas de manejo, basadas en las necesidades y objetivo de cada productor.

Existen múltiples ejemplos de la utilización de esta herramienta en proyectos de reconversión de sistemas ganaderos en América Tropical, donde los productores comprobaron mediante ensayos, los beneficios de mejoramiento de la fertilidad del suelo, incremento de la producción de pasto y forraje de especies arbóreas, incremento en la producción de leche y/o carne, mayor eficiencia reproductiva, reducción de estrés calórico en los animales e incremento en diversificación de la producción con efectos positivos en la rentabilidad de la finca.

Navas (2017), menciona el conocimiento local de productores en la Costa Caribe colombiana, los cuales identificaron 16 especies de árboles consumidas por animales domésticos y silvestres, información importante para el diseño participativo de sistemas silvopastoriles con especies nativas, que permiten la conectividad entre parches de bosque. Los productores mencionaron que los bovinos consumen las hojas durante todo el año y los frutos en la época seca, la identificación y conocimiento local de las especies permitió determinar a nivel de laboratorio que la calidad nutricional entre especies varía, las hojas presentan altas concentraciones de proteína, pero baja o media digestibilidad debido a la edad (forraje viejo) y los frutos tienen mejor digestibilidad y buenos contenidos nutricionales.

De este intercambio de conocimiento se observó la necesidad de realizar investigación participativa con las especies, cambiando prácticas de manejo que permitan la producción de forraje de mejor calidad nutricional para los animales, pero además se determinó otros usos de las especies identificadas (producción de madera y leña), que permite reducir la presión sobre el bosque, o el consumo por parte de la fauna silvestre (conservación de la biodiversidad).

Un producto de la ECA, es la planificación de la finca (Figura 1), que se convierte en una herramienta de programación de las actividades por un periodo de tiempo determinado, para solucionar las limitantes que se presentan en la finca o en la familia del productor y/o para aprovechar oportunidades del entorno que permitan mejorar la producción sostenible del sistema. La planificación de la finca debe considerar los factores exógenos y endógenos, por ejemplo aspectos socioeconómicos y posibilidades de mercados especializados. Además el plan de finca se debe monitorear y evaluar, para tomar acciones pertinentes y de ser necesario modificar el plan.

Nombre de los propietarios Otros miembros de la familia		Nombre de la Finca Ubicación (Comunidad, Municipio, Departamento)		Area (manzanas)		LA VISION					
MAPA DE USO ACTUAL				Casa, corrales, galeras, caminos		PROBLEMAS					
				Ganado Tipo Cantidad Condición							
				Agua Tipo (de: riego, consumo) Ubicación Tipo de terreno (área)		OPORTUNIDADES					
				Cultivos anuales							
Bosques		Potreros y pastos		Cultivos permanentes		MAPA DE LA FINCA QUE QUEREMOS					
Guamiles		# potrero Pasto Condición		# potrero Pasto Condición							
Lo que haremos		Cuándo lo haremos		Con qué lo haremos		Cuánto nos costará		Quién lo hará		CÓMO VAMOS	
CAMBIOS A REALIZAR EN LA FINCA											

Figura 1. Plan de finca.

Analisis del entorno

El impacto de la ECA depende de otras condiciones favorables del entorno, como políticas, incentivos financieros, mercados, redes de conocimiento, etc. También es importante conocer la zona o región donde se encuentra la finca, ya que se pueden tomar acciones no solo en la finca, sino a nivel territorial, conocer posibles potencialidades o limitantes que ofrece el relieve (gradientes y pendientes), que están relacionadas con la fertilidad del suelo o la susceptibilidad a procesos de erosión. Biodiversidad, posibilidad de establecer corredores biológicos que mejoren la estructura agroecológica, la cual ayuda a mejorar la resiliencia a eventos climáticos extremos. Recursos hídricos, importantes para mantener la sostenibilidad del sistema, razón por la cual se deben tomar acciones de conservación sobre las zonas de recarga hídrica y otros cuerpos de agua (rios, quebradas, etc), que permitan mantener la cantidad y calidad del agua.

El plan de finca debe analizar aspectos de logística regional como centros de acopio, subastas, sitios de prestación de servicios y venta de insumos, redes de mercadeo de productos. El desarrollo de la finca o de la región puede presentar actores con diferentes intereses, por ejemplo productores con interés en conservar la biodiversidad, otros con interés en la protección del recurso hídrico, o productores con interés en turismo, producción diferenciada, etc.

Conclusión

Las acciones participativas permiten romper paradigmas en procesos como enseñanza – aprendizaje, investigación, extensión, diagnóstico, monitoreo y evaluación, a partir del encuentro del

conocimiento local y conocimiento científico, estas metodologías permiten mejorar los procesos de reconversión de sistemas ganaderos convencionales a sistemas Agroforestales pecuarios, mejorando y estableciendo relaciones duraderas y efectivas entre productores, extensionistas y centros de investigación.

Bibliografía

Navas A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*. 19: 113 – 122.

Navas A. 2017. Conocimiento local y diseño participativo de sistemas silvopastoriles como estrategia de conectividad en paisajes ganaderos. *Revista de Medicina Veterinaria*. 34: 55 – 65.

Rivas R. M., Aldana M. 2009. Guía para la Implementación del Modelo Metodológico Escuelas de Campo de Agricultores –ECAS-. Programa MIDAS de USAID. 512 p.

Rivas R. M., Aldana M. 2009. Guía para la Implementación del Modelo Metodológico Escuelas de Campo de Agricultores –ECAS-, libro de anexos, protocolos de formación y modelos de formatos. Programa MIDAS de USAID. 128 p.

Sustentabilidad del MBGI. Sistemas de monitoreo.

Perea, A²⁸. y C. Carranza²⁹

El presente trabajo resume la presentación sobre **Sustentabilidad del MBGI. Sistemas de Monitoreo**, del Ing Agr Carlos Carranza, que se refiere, principalmente, a los Indicadores de sustentabilidad de sistemas bajo MBGI, y que se expuso durante la **Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles**, en el marco del 40° Congreso Argentino de Producción Animal.

Introducción

La deforestación y degradación de los bosques debido al avance de la agricultura, la ganadería no sustentable y el desarrollo de infraestructura, entre otros, son responsables de la pérdida de biodiversidad y servicios que brindan los ecosistemas (servicios ecosistémicos) (Borrás, *et al.* 2017)

El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI), es un modelo productivo sustentable a escala predial dentro de un bosque nativo. Tiene como objetivo conjugar la producción y la conservación de los recursos naturales, con el mínimo impacto sobre los servicios ecosistémicos. De esta manera, coinciden con los principios básicos de sustentabilidad e intentan mantener o mejorar la capacidad productiva y la productividad del ecosistema; la integridad del ecosistema y sus servicios y el bienestar de las comunidades asociadas a su uso (Borrás, *et al.* 2017)

Los planes MBGI prevén intervenciones de bajo impacto en la mayor parte de la superficie del predio, regulando intensidad, extensión y periodicidad de tales intervenciones, sobre los diferentes componentes del sistema (árboles, estrato arbustivo, forraje herbáceo), mientras que, en sectores de menor superficie y ubicación estratégica, propone el manejo de núcleos de conservación y áreas de intervenciones de mayor impacto, para producción intensiva de forrajes.

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 un conjunto de variables sensibles a cambios permite conocer y medir el efecto de las prácticas de manejo y garantizar que los principios de sustentabilidad se cumplan.

La sustentabilidad se puede definir como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras (Sarandón 2002). Para hacer objetivo al concepto de sustentabilidad, hay que enmarcarlo en un sistema de Principios, Criterios e Indicadores (P,C&I), los cuales 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). En el caso de MBGI, se adoptaron tres grandes principios, que deben cumplirse simultáneamente para considerar que la propuesta sobre el predio es sustentable (Rusch et al 1999): a) La capacidad productiva y la productividad del ecosistema deben mantenerse o

²⁸ Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles andres_perea@hotmail.com

²⁹ Ing Agr. Jefe de Campo Anexo "Estación Forestal Villa Dolores", EEA Manfredi, INTA. carranza.carlos@inta.gob.ar

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.

Metodología

Los autores dividieron el trabajo en tres etapas. En la primera se definieron criterios e indicadores (C&I) para sistemas bajo MBGI. Siguieron la metodología descrita por Prabhu, *et. al.* (1999), donde en primer lugar consultaron 21 referentes de renombre en temas ambientales de diferentes instituciones, los que además propusieron otros especialistas, sumando 51 profesionales. Se les solicitó que propusieran indicadores de sustentabilidad relacionados a su área de especialidad, él o los verificadores para su estimación, umbrales, frecuencia y metodología de medición o estimación.

La segunda etapa fueron jornadas de trabajo grupal, donde se discutió y se definieron los indicadores que formarían parte del conjunto de C&I. Un objetivo específico fue reducir el número total de indicadores a no más de 20, que fueran operativos, sensibles y representativos del manejo propuesto en MBGI. Para esto participaron 25 expertos.

En la última etapa un grupo reducido conformado por técnicos de INTA, Ministerio de Agroindustria y Dirección de Bosques del Ministerio de Ambiente de Nación, revisaron los indicadores y verificadores, en consulta con los técnicos participantes en 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, buscando ajustar la metodología. Se están confeccionando fichas individuales de los indicadores, donde se especifica la metodología. A través de estas fichas se propone la interpretación de las tendencias de cada indicador en forma individual, marcando umbrales y la transformación de los resultados a una escala discreta de valores 1 a 4, para permitir el análisis multicriterio.

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

Se definieron 251 indicadores, 24 Socio económicos, 170 ambientales y 57 de producción y gestión. En la segunda etapa, 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 (Cuadro 1), ya que a un indicador se lo separó en uno que expresa la ocupación física de la comunidad y otro indicador que aborda la diversidad de la comunidad. 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 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.

Cuadro 1, Indicadores seleccionados

Indicador	Dimensión	Fuente de datos	Método toma de datos
Grado de satisfacción	Socioeconómico	Encuestas semiestructuradas	Registros del productor y encuestas
Grado de adopción de tecnologías		Encuestas con ejes semiestructurados	
Trabajo		Registros y encuestas cuali-cuantitativas	
Resultado económico		Registros y encuestas	
Producción forestal	Productivo	Registros y encuestas	
Producción de productos forestales no madereros		Encuesta	
Productividad ganadera		Registros de ventas	
Eficiencia reproductiva		Registros de manejo y encuestas	
Materia orgánica del suelo	Ambiental	Muestras de suelo	Relevamiento a campo en las transectas
Estructura de la vegetación		Especies dominantes por estrato suelo desnudo	
Diversidad		Frecuencia de cavidades en árboles y en suelo	
Diversidad de la vegetación		Frecuencia por especie	
Erosión del suelo		Signos de erosión	
Oferta forrajera	Productiva	Cobertura especies forrajeras	
Regeneración	Productiva /ambiental	Regeneración	
Capacidad productiva forestal		Estructura de tamaño de arboles	
Configuración espacial y superficial del bosque a nivel de predio	Ambiental	Imágenes satelitales	Teledetección
Dinámica de la captura de carbono		Series temporales de índices de vegetación	

Relevamiento de datos mediante encuestas

Las encuestas serán abiertas, semiestructuradas y se realizará el acompañamiento del proyecto, así se verificarán los datos. Estas encuestas persiguen la interpretación participativa de hechos y sensaciones de los productores, trabajadores y familias ligadas al proyecto. Los indicadores productivos y económicos, si es posible, se estimarán con registros objetivos.

Es importante que en el Plan MBGI se prevea el registro de datos objetivos en algunas variables, en lo económico: 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.

Procedimiento para el Muestreo a Campo

La metodología propuesta para el muestreo a campo se planificó de tal manera que, tomando como base una transecta de 200 m para cada unidad de muestreo, se pudieran medir o estimar todas las

variables necesarias para calcular o estimar los verificadores de 6 indicadores ambientales y 2 productivos.

Para monitorear el impacto de distintas prácticas de manejo dentro de un predio, se delimitarán unidades homogéneas de vegetación. Se deberá instalar 1 transecta por cada unidad de vegetación homogénea de 500 ha presente en el predio a evaluar. 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. 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 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.

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

Cada 1 m: a) Cobertura y composición de especies herbáceas, leñosas y criptógamas, el espacio vertical se dividirá en tres estratos: bajo (individuos de altura < 2 m), medio (individuos entre 2 m y 8 m) y alto (individuos >8 m.). b) Cobertura basal de especies forrajeras. Esta información se utilizará para calcular el indicador "oferta forrajera".

Cada 5 m: 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). Esta información, junto a la del punto 1.a se utiliza 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. b) Se registrarán todas las especies que intercepten ese punto (no solo las dominantes), información que se utilizará para valorar el indicador "diversidad vegetal". 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 < 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". 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".

A lo largo de la transecta, en una faja de 200 m por 10 m de ancho (5 m a cada lado): a) Se medirán los diámetros de fuste de las especies arbóreas mayores a 5 cm de diámetro, a 1,30 m de altura (DAP). Con estos datos se calculará el indicador "capacidad productiva forestal". b) En la misma faja se registrarán el número de huecos o cavidades en árboles, de cuevas en el suelo y el N° y largo de troncos caídos en el suelo (con DAB > 10 cm). Se considera que esta información, muy general, servirá para la estimación del indicador "diversidad".

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".

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 si se debe a fallas de origen del plan.

En los indicadores que se estiman con mayor carga de subjetividad, 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. Los gráficos radiales son una herramienta que permite la visualización expeditiva. Estos pueden utilizarse para visualizar todos los indicadores a la vez o para grupos de indicadores de interés. 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.

Conclusiones

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

Bibliografía

- Borrás M., Manghi E., Miñarro F., Monaco M., Navall M., Peri P., Periago M.E., Preliasco P. (2017) *Acercando el Manejo de Bosques con Ganadería Integrada al monte chaqueño. Una herramienta para lograr una producción compatible con la conservación del bosque. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 16pp.*
- 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. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP)-Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) de la Nación-INTA.
- 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 Pecuarías 03.* 8Pp. Disponible en: www.fao.org/3/aa0262s.pdf. Consultado el 26/10/2017
- Mueller-Dombois D. & Ellenberg H. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology.* John Wiley & Sons, Inc., New York-London-Sydney-Toronto.
- 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 393-41

Servicios Ecosistémicos de los Sistemas Naturales.

Pino Magali³⁰ y Peri Pablo³¹

En los últimos años ha tomado relevancia el cuidado y preservación de los bosques frente a la incidencia del cambio climático (inundaciones, sequías extremas, incendios) y las consecuencias directas e indirectas sobre las comunidades.

En Argentina podemos encontrar una gran diversidad de ambientes asociados a bosques nativos, que se caracterizan por sus potencialidades de uso con diversos grados de manejo y, por ser sistemas complejos por las interrelaciones de sus componentes. Actualmente, los bosques “vírgenes o primarios”, poseen poca superficie debido principalmente a efectos antrópicos como son los desmontes e incendios. Sumado a esto, poseemos parte de la superficie forestal asociada a bosques degradados que se busca manejarlos en forma sustentable, favoreciendo su recuperación en el tiempo.

Dentro de este complejo contexto, se ha llegado al planteo de diferentes grados de manejo de los bosques según tres visiones: en primer lugar, la de no innovar (como la basada en la ganadería de monte); en segundo lugar, una visión simplificadora (propia de pastizales con alguna presencia de árboles) y, por último, una visión integradora (como por ejemplo, la que busca trabajar con los sistemas silvopastoriles).

Sin embargo, con el transcurso del tiempo, la sociedad ha comenzado a darle un significado importante a los bosques, asignándole una valoración mayor a la biodiversidad que ellos poseen y por ello, a como se los maneja ya sea para conservación o utilización de aquellos servicios que proveen. Asimismo, se ha demostrado lo difícil que es llevar información clara y certera, que permita resolver y llevar adelante un adecuado manejo de bosques nativos con distintos grados de degradación. Actualmente, la visión que más se fundamenta y que genera información objetiva es la que integra los factores sociales, ecológicos y económicos dentro de un gran marco que es sumamente complejo en cuanto a sus componentes.

La forma en la que se busca integrar y estudiar las interacciones entre factores, es a partir de la valoración de los servicios que proveen los ecosistemas, también llamados Servicios Ecosistémicos (SE). Esto contempla la cuantificación y validación de los mismos a través de variables como las de aprovisionamiento, de regulación, culturales y de soporte que los caracterizan. Esto es llevado adelante a partir de un marco metodológico, que permite otorgarle a las variables en estudio un determinado valor: el ecológico, el valor económico y social.

El valor ecológico se caracteriza por la presencia de variables de estructura biofísica (ej., cobertura vegetal) y de función (ej., secuestro de carbono). El valor económico y social están asociados al beneficio social y humano que proveen los SE. La complejidad de esta metodología de estudio incluye la interacción y la influencia de otros elementos como el conocimiento científico, la política, el cambio climático etc.; sumamente importantes a la hora de tomar decisiones porque abarcan integralmente el sistema.

³⁰ . Ing. Agr. Natalia Magali Pino. Catedra de Reproducción y Sanidad Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. magapino@agro.unc.edu.ar

³¹ . Dr. Pablo Peri, INTA Santa Cruz – UNPA – CONICET , peri.pablo@inta.gob.ar

Un ejemplo del uso de esta metodología, es la implementada en el MBGI (Manejo de Bosques con Ganadería Integrada). El MBGI es una forma concreta de ver el “gran sistema”; donde la política pública tiene un rol importantísimo en las modalidades de uso del suelo y sus implicancias sobre la sociedad (Naval et al., 2016). A su vez, está basado en tres principios rectores: la integridad ambiental, el bienestar de las comunidades y la capacidad productiva. Cada uno de ellos presenta criterios o aspectos que están representados mediante indicadores, que no son más que variables objetivas que nos permiten evaluar el cumplimiento de los principios rectores.

El manejo sustentable de un ecosistema, según la FAO, consiste en conservar la integridad ecológica a través de la preservación de la capacidad de responder y adaptarse ante un disturbio o cambios que puedan darse y, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que ellos proveen. La preservación se caracteriza por la resiliencia (o capacidad de recuperación/auto organización post disturbio); y resistencia (capacidad de tolerar factores de disturbios sin producir cambios). Ambos en conjunto, determinan la productividad y servicios ambientales que esos ecosistemas proveen.

Cuando nos encontramos frente a una determinada situación en nuestros bosques, muchas veces la pregunta que nos hacemos es: ¿Cómo lo caracterizamos para no tener una visión subjetiva? De este modo, los indicadores que antes mencionamos nos proveen de una forma más organizada y objetiva de caracterizar los bosques.

Una herramienta utilizada frecuentemente en el estudio de los ambientes es el Modelo de Estados y Transiciones (MEyT). El mismo consiste en un marco conceptual que permite integrar conocimiento y análisis para el manejo de bosques productivos, para definir y consensuar qué se considera un bosque degradado.

Con este tipo de modelos se busca aplicar metodologías prácticas y simples, que nos permitan llevar adelante un estudio donde se sistematice la información y pueda ser aplicable en la práctica. De este modo, los MEyT son una herramienta para visualizar a largo plazo la respuesta de la vegetación a las prácticas de manejo en interacción con factores naturales (e.g., sequías e incendios), lo que facilita diferenciar las prácticas de manejo que conducen a un aprovechamiento sustentable de las que provocan la degradación del sistema (Rusch et al. 2017).

El Modelo de Estados y Transiciones posee una serie de elementos que lo conforman. En primera instancia se define un Estado de Referencia, que es un sitio ecológico ideal o representa la potencialidad de un ecosistema y de servicios ambientales que provee. Este estado, es caracterizado a través de criterios ecológicos como: clima, paisaje, suelo, vegetación y respuesta al manejo y eventos naturales, los cuales son evaluados a través de indicadores. Es importante recalcar que el estado de referencia se asocia con una dinámica espacio – temporal con cambios de la comunidad vegetal (fases).

El MEyT plantea a su vez, distintos estados y transiciones posibles de encontrar en el ecosistema sobre el que estamos trabajando. Para definir los mismos, se contemplan funciones y procesos del ecosistema (ej. Tasa de descomposición, capacidad de fijación de C) y variables de degradación estructural del ecosistema (ej. Biomasa del sotobosque, número de especies).

La transición entre dos estados se caracteriza por un umbral crítico. Este se define como el límite entre el estado, donde uno o más procesos ecológicos primarios han cambiado irreversiblemente y depende de factores externos para que el retorno al estado previo sea posible. A partir de un estado de referencia, los estados sucesivos con los que nos podemos encontrar se denominarán con números romanos (EI, EII, etc). Las transiciones entre los estados pueden ser positivas, cuando se regresa al

estado anterior mediante un mecanismo de recuperación o negativas cuando implican que el disturbio que ha producido el cambio de estado generó una degradación en el mismo irreversible.

Dentro de un estado podemos encontrarnos con fases. Las fases se caracterizan por la elasticidad y resistencia que poseen por un disturbio.

Los MEyT se han utilizado en muchos trabajos realizados en todo el mundo. En nuestro país, algunos estudios efectuados en los bosques de la Patagonia (Rusch et al., 2017; Peri et al., 2017) han generado abundante información que se está empezando a aplicar para la Región Chaqueña. El análisis de numerosos antecedentes ha permitido alcanzar el conocimiento que respalda las propuestas de manejo que se intentan llevar adelante a través de la Ley de Bosques y el MBGI.

A partir de esto, surge plantearnos qué pasa con la conservación a nivel de paisaje, y se generan distintos diseños. Dos de los diseños utilizados en otros países son “land sparing” (separa la producción y la conservación), mientras que “land sharing” (integra producción y conservación). Estas formas buscan que en nuestros bosques se pueda producir y conservar a la vez, con el objeto de aprovechar los SE propios de los mismos, y así también, aquellos que nos permitan incluir otras actividades como la cría de ganado, sistemas silvopastoriles, etc. Ambos diseños son contemplados por el MBGI a nivel predial y en varios predios a la vez.

Actualmente, una herramienta muy utilizada es el manejo adaptativo que consiste en una planificación, monitoreo y aprendizaje del manejo de los ambientes, y tiene en cuenta la toma de decisiones, objetivos, metas y la intervención que se realizan en los mismos, de modo que esto se repita en forma constante. La sustentabilidad en el manejo de los bosques depende fundamentalmente, que los mismos sean estudiados, valorados y analizados en forma objetiva, de modo que las decisiones ya sean de conservación, restauración y/o producción permitan un adecuado nivel de vida de las comunidades que conviven con ellos.

Bibliografía

- Navall, M.; Peri, P.L.; Marletti, G.; Monaco, M.; Carranza, C. y Medina, A. Acuerdo MBGI: una iniciativa para devolver el significado a los “Sistemas Silvopastoriles” sobre los Bosques Nativos. 2016. Quipu. Colegio de Graduados en Ciencias Forestales. Santiago del Estero. Revista N°2: 20-21.
- Peri P.L.; López D.R.; Rusch V.; Rusch G.; Rosas Y.M.; Martínez Pastur G. (2017) State and transition model approach in native forests of Southern Patagonia (Argentina): linking ecosystemic services, thresholds and resilience. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13(2): 105-118.
- Rusch, V.; Lopez, D.; Cavallero, L.; Rusch, G.; Garibaldi, L.; Grosfeld, J. y Peri, P.L. (2017) Modelo de estados y transiciones de los ñirantales del NO de la Patagonia como herramienta para el uso silvopastoril sustentable. *Ecología Austral* 27: 266-278.

Aporte de los Sistemas Silvopastoriles a la Ganadería Sustentable en el Nordeste de Argentina.

Plevich, José Omar³² y Esquivel Jorge³³

Los sistemas silvopastoriles son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas (árboles y arbustos) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos forrajeros o pastizales naturales y con animales, en un arreglo espacial o cronológico en rotación con ambos; donde existen interacciones ecológicas y económicas entre los árboles y los otros componentes de manera simultánea o secuencial, que son compatibles con las condiciones socioculturales para mejorar la calidad de vida de la región (Jiménez and Muschler 1999).

Las formas de producción silvopastoril son aplicables tanto en ecosistemas frágiles como estables, a escala predial o regional (ej.: cuenca), a nivel de subsistencia o comercial. Entre los objetivos relevantes se encuentran: a) diversificar la producción, b) aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo, c) fijar el nitrógeno atmosférico, d) controlar la erosión eólica e hídrica, e) modificar el microclima y f) optimizar la producción del sistema, respetando el principio de sistema sostenido (Sotomayor et al. 2009).

En este artículo nos referiremos principalmente al aporte de estos sistemas a la ganadería sustentable en el Nordeste de Argentina. En esta región las provincias de Misiones y Corrientes se destacan por el desarrollo de los sistemas silvopastoriles en los establecimientos ganaderos y forestales, en un clima subtropical sin estación seca donde los mayores desafíos en el manejo de los aspectos ecofisiológicos son la disponibilidad de luz y la recuperación de nivel de fósforo de los suelos (Esquivel and Lacorte 2009).

Estos autores mencionan que en la región analizada existe una fuerte tradición ganadera con bajos niveles de producción ya que parte de los suelos son más aptos para la producción forestal, actividad que se ha desarrollado gracias a empresas forestales de gran envergadura y ha logrado una mayor rentabilidad que la ganadería. Esta realidad ha hecho que muchos productores ganaderos estén migrando hacia sistemas silvopastoriles, lo que les permite mantener su tradición y optimizar el uso del suelo.

Sin embargo, cuando se diseñan sistemas silvopastoriles se debe tener que, cuando las especies leñosas y las especies herbáceas comparten el mismo terreno, pueden presentarse entre ellas relaciones de interferencia y facilitación. La competencia por radiación solar, por agua y por nutrientes, así como las posibles relaciones alelopáticas entre componentes, son manifestaciones de interferencia. En cambio, la fijación y transferencia de nutrientes y el efecto de protección contra el viento que puede ejercer la leñosa perenne, son ejemplos de relaciones de facilitación. La magnitud de las interacciones entre leñosas y herbáceas, así como entre los individuos de cada una de ellas, es función de la disponibilidad de factores de crecimiento (luz, agua nutrientes) en el sitio, así como los requerimientos específicos, la población de plantas, su arreglo espacial y el manejo a que están sometidos (Pezo and Ibrahim 1999)

Estos autores mencionan que, además, deben considerarse las interacciones entre los árboles y los animales, que pueden ser directas o mediadas a través del suelo y las pasturas. Entre las directas se

³² Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles-título, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía y veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, oplevich@gmail.com

³³ . Docente a cargo. Ing. Agr. Ing. Agr. (Esp. Gestión Económica de la Empresa Agropecuaria) Jorge Esquivel-Asesor del CREA Tierra Colorada. Misiones.

pueden citar la protección contra las inclemencias del clima que pueden ejercer los árboles sobre los animales y el aporte de nutrientes a la dieta animal mediante la provisión de fitomasa comestible (follaje, frutos e incluso corteza). Por su parte el ganado puede ejercer efectos detrimentales sobre los árboles, especialmente durante sus estadios juveniles. Entre las interacciones mediadas por el suelo, se citan la provisión de nutrientes vía excreta que depositan los animales y el efecto de compactación por pisoteo.

Si bien, en la mayoría de las situaciones, la tasa de crecimiento de la pasturas es menor cuando crecen bajo la copa de los árboles que a pleno sol, no todas las forrajeras responden de igual manera a la disminución de la energía lumínica; en el Nordeste de Argentina se han ensayado especies con rendimientos aceptables de biomasa forrajera bajo sombreado de árboles, tales como *Cynodon dactylon* Var. de la costa (pasto bermuda), *Penisetum purpureum* Var. Panamá (pasto elefante) *Penisetum purpureum* Var. enano Mott.; *Brachiaria brizantha* (Brachiaria), *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Cynodon pleystostachium* (pasto estrella) (Sorgo 1998).

Fassola et al. (2009) mencionan que, en la región en estudio, pastizales con predominio de *Andropogon lateralis*, *Sorghastrum agrostoides* y *Axonopus sp* han visto incrementado en un 70 % su productividad forrajera bajo sombreamientos del 50 %. Comportamientos similares se han observado en pasturas de *Axonopus catarinensis* y *Brachiaria brizantha*, como también en las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* y *Chamaechrista rotundifolia*.

Ha sido reportado en diversos estudios que cuando los árboles exceden el 50% de cobertura de copa (mencionado en un párrafo anterior) comienzan a afectar el desarrollo del estrato herbáceo; por ello, durante el diseño y el manejo de los sistemas silvopastoriles, se deberían considerar acciones para mantener una cobertura de copa máxima entre un 30 – 40 % de cobertura (Sotomayor et al. 2009).

Un ejemplo de este manejo lo plantean Fassola et al. (2006) quienes, a través de raleos y podas en una plantación de *Pinus taeda* transformada en un sistema silvopastoril, logran reducir el número y el porcentaje de copa viva de árboles generando un efecto positivo sobre la acumulación de biomasa forrajera de *Axonopus compressus* que alcanzó la mayor expresión cuando el valor del sombreado se redujo al 40 %.

Esta condición de bajo sombreado también se puede lograr cuando se diseñan sistemas silvopastoriles más abiertos como lo son los sistemas de cultivos en callejones o árboles dispersos en potreros. En estos sistemas la densidad de plantación es relativamente baja (normalmente no supera los 500 arb.ha⁻¹) y están constituidos por 1 o más líneas de árboles (líneas) que separan los callejones que frecuentemente alcanzan entre 6 y 20 m de ancho dependiendo del sistema de plantación y el número de hileras que se utilice (Plevich et al. 2002; Esquivel and Lacorte 2009).

Experiencias desarrolladas en Nueva Zelanda con *Pinus radiata* en sistemas forestales abiertos a expensas de aplicaciones de raleos tempranos e intensos, han mostrado que es posible concentrar el crecimiento en un número reducido de árboles con altos rendimientos en aserradero, además de prolongar el crecimiento de las especies forrajeras bajo dosel (Knowles, 1991).

Un estudio semejante fue desarrollado en la región por Colcombet et al. (2009) para evaluar el crecimiento de la leñosa *Pinus elliottii var elliottii x caribaea var. hondurensis* (F2) y de las herbáceas *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf y *Axonopus catarinensis* Valls, bajo diferentes densidades de la especie arbórea. El ensayo tipo Nelder modificado contaba con densidades que variaban entre 100 y 2.500 arb.ha⁻¹. A los 11 años de edad, el sistema silvopastoril presentaba bajas productividades forrajeras de *Axonopus catarinensis* cuando las densidades eran igual o superiores a 491 arb.ha⁻¹ y de *Brachiaria*

brizantha a densidades igual o superiores a 249 árb.ha⁻¹; sin embargo a menores densidades, entre 174 y 355 arb. ha⁻¹ las herbáceas alcanzaban valores de biomasa forrajera de importancia, *Axonopus catarinensis* 5.7 T MS. ha⁻¹ y *Brachiaria brizantha* 4,0 T MS.ha-1. Las menores densidades también tuvieron efectos significativos sobre el diámetro alcanzado por los árboles, que mostraban un mayor rendimiento en aserraderos, aunque el volumen total por ha fuera menor.

Las condiciones microclimáticas más benignas para el bienestar animal bajo dosel en estos sistemas silvopastoriles permite manejar rodeos bovinos con alta proporción de sangre británica, con lo cual se logran mayores tasas de crecimiento con cortes de alto grado de ternera. Existen casos de sistemas silvopastoriles que han logrado duplicar la carga debido a una mayor disponibilidad forrajera que en un pastizal a cielo abierto (Lacorte et al. 2003; Lacorte et al. 2009).

Un aspecto importante es el momento de ingreso de los animales a estos sistemas integrados. Pezo and Ibrahim (1999) sugieren que cuando los pastoreos se practican en plantaciones, los árboles deben superar los 2,5 m de altura para que las plantas no terminen dañadas. Actualmente en la mesopotamia, como en otras regiones de Argentina, la implantación de silvopasturas constituidas por callejones y líneas de árboles permiten ingresar al sistema inmediatamente luego de la plantación, en algunos casos para cultivar recursos agrícolas, en otros recursos forrajeros destinados al silaje o la producción de henos e incluso al pastoreo directo cuando los árboles son protegidos por alambrados eléctricos.

Los SSP modifican o reemplazan actividades tradicionales como la ganadería en pastizales o en bosque nativo, o las forestaciones densas. Su conversión a SSP tiene sentido cuando la implementación de este sistema acrecienta los beneficios ambientales, económicos o sociales preexistentes.

Usualmente, la aplicación de un nuevo sistema productivo requiere de un período de inversión, puesta a punto y cambio tecnológico, que puede tener un rendimiento negativo en el corto plazo respecto de la actividad tradicional. Las hipótesis asociadas a la adopción de SSP mencionan que en aquellos sitios donde se combina una alta productividad con el uso de tecnología apropiada, los beneficios esperados son estables o aún crecientes; en estos lugares el costo de implementación de SSP será relativamente alto, no sólo por la inversión necesaria sino por el costo de oportunidad de la actividad resignada o postergada, por lo tanto, las expectativas sobre los beneficios del SSP deben ser muy altas para su adopción. En cambio, en sitios marginales de producción, donde los beneficios actuales son reducidos y con tendencia decreciente (por degradación ambiental, rezago tecnológico, etc.), los costos de oportunidad de conversión a SSP serán menores, y los beneficios futuros tanto mayores cuanto mayor sea el decaimiento esperado de los actuales (Laclau 2012).

Esquivel (2017), menciona que los SSP constituyen una de las estrategias para reducir el efecto negativo de la ganadería en la producción de gases efecto invernadero (metano) al reducir el efecto de esta emisión a través de la captación de CO₂ por los árboles que integran los sistemas. Estudios preliminares en las provincias de Corrientes y Misiones mostrarían que los árboles utilizados en los sistemas silvopastoriles más conocidos podrían reducir el CO₂ equivalente a una carga animal de 3 a 10 cabezas, dependiendo la categoría y calidad del forraje.

A pesar de que aún resta investigar las interacciones que existen en los sistemas silvopastoriles, los antecedentes con que se cuenta en esta región mostraría a estos sistemas como alternativas tecnológicas válidas para la producción sustentable. El valor de la facilitación entre los componentes, que se genera en los SSP, puede superar al valor económico de alguno de los productos obtenidos, esto se refleja en el incremento en calidad, rendimiento o sostenibilidad, en la estabilidad ecológica y en el incremento de la rentabilidad agregada a largo plazo.

En sistemas donde la forestación o la ganadería tradicionalmente practicadas encuentran baches productivos y limitantes de distinto tipo que impiden alcanzar umbrales satisfactorios de rentabilidad, los SSP constituyen una herramienta estratégica para dinamizar cambios en la actitud productiva y en el manejo de riesgos.

Bibliografía

- Colcombet L, Pachas S. M, Fassola HE (2009) Sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *caribaea* var. *hondurensis* (F2), *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf y *Axonopus catarinensis* Valls, a diferentes densidades arbóreas en el NO de Misiones. p 8
- Esquivel J (2017) Sistemas Silvopastoriles. 8
- Esquivel JI, Lacorte SM (2009) Sistemas Silvopastoriles-Marco Conceptual. 16
- Fassola HE, Lacorte SM, Pachas S. M, et al (2009) Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino. XIII Congreso Forestal Mundial, Buenos Aires, Argentina
- Fassola HE, Lacorte SM, Pachas S. M, Pezzutti (2006) Efecto de distintos niveles de sombra del dosel de *Pinus taeda* sobre la acumulación de biomasa forrajera de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. Revista Argentina de Producción Animal 26:101–111
- Jiménez F., Muschler R. (1999) Conceptos básicos de Agroforestería, Primera Edición. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Laclau P. (2012) Consideraciones económicas y ambientales para la toma de decisiones en sistemas silvopastoriles. In: ResearchGate. Santiago del estero
- Lacorte SM, Domecq C. D., San José M., et al (2009) Análisis de un sistema silvopastoril en el sur de Misiones, Argentina Producción forestal, forrajera y de carne. Estudio de caso. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles,
- Lacorte SM, Fassola HE, Domecq C. D., et al (2003) Efecto del pastoreo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn. y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. RIA - Google Search. 32 2:79–96
- Pezo D., Ibrahim M. (1999) Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza., 2da edición. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Plevich, J. O., Nuñez, C. O., Pagliaricci, H. R., et al (2002) Sistemas silvopastoriles.
- Sorgo J. (1998) Producción silvopastoril en la provincia de Misiones. Panorama Ganadero. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 3:54:59
- Sotomayor A., Moya I., Teuber O. (2009) Manual de establecimiento y manejo de sistemas silvopastorales en zonas patagónicas de Chile. Centro Agroforestal Patagónico. Instituto Forestal

Introducción:

En la actualidad, el bienestar animal (BA), es un tema de vital importancia a tomar en cuenta en las Unidades de Producción Animal (UPAS), cuya importancia está relacionado con el trato que el hombre le proporciona a los animales, tanto en la movilización para el manejo en las UPAS como en el transporte para el sacrificio, en cualquier parte del mundo. Los conocimientos científicos relacionados con la importancia que tiene el BA para el buen desempeño reproductivo y productivo de los animales de granja; deben estar enfocados a proporcionar mejor preparación y concientización del personal que está en contacto directo con los animales, para obtener mejores resultados de importancia económica para los productores ganaderos, sin perjudicar el BA los animales, así como el cuidado al medio ambiente en donde se encuentran ubicadas las UPAS (REDVET, 2009).

En este trabajo se describen los puntos más importantes que se deben llevar a cabo en las UPAS en todo el mundo; medidas que se están tomando para legislar en relación al BA y cuidado del medio ambiente. Se describen los siguientes puntos: Factores que determinan el bienestar animal, tales como manejo, instalaciones, clima y transporte. También se mencionan situaciones que pueden conducir al fracaso del BA; efectos del BA sobre los animales, como: comportamiento reproductivo, ciclo estral y pubertad; mecanismos fisiológicos del estrés ante el BA; postulados de BA en los animales de granja; importancia del Médico Veterinario para el BA y la situación del BA en Cuba.

Antecedentes. En la actualidad, el BA puede ser definido como todo aquello que tenga relación con el confort de los animales; supera la mera falta de enfermedad, considerando el completo estado de bienestar físico (REDVET, 2009). Estado completo de armonía de los animales en el medio en que se encuentren; la manera de reaccionar frente a los factores ambientales, considerando el confort, instalaciones, alimentación-nutrición y movilización, tanto para el manejo como para el sacrificio humanitario (Bonacic, 2002).

En la literatura existen una serie de definiciones como las siguientes: estado de los animales al intentar sobrellevar las condiciones de su medio ambiente; capacidad de los animales para evitar el sufrimiento y mantener desempeño reproductivo y productivo; calidad de vida de los animales, en los cuales están involucrados los elementos como longevidad, salud y felicidad; estado de plena salud mental y física que permite a los animales vivir en armonía con su medio (Ballarini, 1995) y estado de los animales relacionado con el intento para adaptarse al medio en el cual viven (Arechiga, F. 2003).

En 1965, el Gobierno Británico constituyó el Comité Brambell que revisó el bienestar animal en las UPAS y establecieron estándares mínimos y, en los últimos 20 años, se han generado publicaciones relacionadas con el BA, cuyos resultados han sido cambios en la forma de tratar a otros animales de granja (Recuerda, 2003). A partir de los años 70, se iniciaron los primeros estudios sobre el tema de BA, de tal manera que desde entonces, la Comunidad Científica Internacional, ha considerado que este tema está íntimamente ligado a la presencia de ciertos procesos fisiológicos, especialmente aquellos relacionados al estrés en los animales (Zapata, S. 2000).

En la actualidad, las interrelaciones entre la ciencia del BA, la ética, los valores y la cultura, representan el eje principal de reflexión en las futuras políticas de la Unión Europea y en las de todo el mundo. El tema de BA en las UPAS es de vital importancia, ya que sus beneficios se reflejan en el buen

³⁴ Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles, Ministerio de Agricultura, Cuba.
ajorgequesada92@gmail.com

desempeño del potencial reproductivo y productivo de los animales y por lo tanto mejores beneficios económicos para los productores ganaderos.

1. Factores que determinan al bienestar animal

1.1. Manejo. Los principios del buen manejo son similares para las distintas especies de los animales de granja. Se debe tomar en cuenta, los siguientes puntos fundamentales y elementales en el manejo de los animales de granja: cuando se trata de de animales en grupo, manada o rebaño, seguramente se pondrán nerviosos si se les separa de su grupo; si un animal aislado se agita, se debe tratar de juntarlo con otros animales; nunca se debe entrar a algún lugar reducido, en donde se encuentren uno o dos animales agitados o nerviosos; los animales se muestran más tranquilos si se les permite estar en grupos, de preferencia de la misma especie, edad y tamaño similares (REDVET, 2009). La calidad del manejo, en función del BA, está relacionada con la disponibilidad en tiempo y forma de alimentos de buena calidad de acuerdo a la especie y etapa fisiológica y productiva; libre acceso al agua de bebida en cantidad y calidad suficiente; contar con medidas higiénicas-sanitarias adecuadas profilácticas; conocimientos adecuados de ciertos manejos como: adecuados procedimientos para la realización de movilizaciones de los animales, castraciones, descorné, marcado, administración de tratamientos y muchos más que se realizan en las UPAS (Grandin, 2000; De la Sota, 2004; Zapata, 2000).

Las reacciones de los animales ante la presencia del hombre y/o en situaciones de restricción de movimiento o encierro, están determinadas por una compleja interacción entre factores genéticos y de experiencia previa. Se sabe, que un trato adecuado, mejora la relación hombre-animal y por lo tanto, facilita el manejo y reduce casos de accidentes laborales, contusiones y golpes en los animales y el hombre que pueden ser fatales. Es de vital importancia, tratar de tener animales, cuyos rasgos genéticos expresen características de tranquilidad, a lo cual se le llama mansedumbre; entre más tranquilos y mansos sean los animales, mejor se les maneja y por lo tanto, están en posibilidad de expresar mejor su potencial reproductivo y productivo (Zúñiga, 2000).

1.2. Instalaciones. El disponer de una infraestructura adecuada en las UPAS, en cuanto a Instalaciones, es de fundamental importancia para el BA; cuyo objetivo es permitir y facilitar el potencial de comportamiento que posee cada animal y al mismo tiempo, permitir realizar todas y cada una de las actividades de manejo que se deben de realizar en la UPA, sin poner en riesgo, tanto al personal como a los mismos animales. El diseño de las instalaciones, debe responder a las necesidades vitales del animal, de acuerdo a su etapa fisiológica y fin zootécnico, lo cual es de vital importancia para el BA (De la Sota, 2004).

1.3 Clima. El efecto del clima sobre el BA, es determinante de manera directa e indirecta. El efecto es directo, cuando los elementos del clima determinan el grado de confort en el medio en que se encuentran los animales y permiten así un buen aprovechamiento de la alimentación (la cantidad de energía potencial del forraje ingerido), ingestión de agua, su sistema termorregulador, el crecimiento (la energía neta disponible para la producción y para el ajuste metabólico del cuerpo) y el desempeño reproductivo (REDVET, 2009). Es indirecto, cuando esos mismos elementos climáticos determinan el nivel de producción y disponibilidad de alimentos naturales para los animales y cuando favorecen o limitan la presencia de enfermedades bacterianas, parasitarias, protozoarias, oncóticas y virales. Entre los elementos del clima que influyen en el BA de manera directa, se encuentran los siguientes: temperatura ambiente, humedad atmosférica, radiación solar y movimiento del aire. De manera indirecta, tales como: pluviosidad, luz, nubosidad y presión atmosférica.

Estos elementos climáticos, deben ser tomados en cuenta en las UPAS, para tratar de tomar las mejores y adecuadas medidas, con el fin de minimizar lo mejor posible sus efectos sobre el BA y por lo tanto, sobre el desempeño reproductivo y productivo de los animales.

1.4 Movilización. La movilización de los animales, tanto para el manejo en las UPAS, como para el transporte al sacrificio, es de fundamental importancia para el BA. Se deben tomar en cuenta y hacer énfasis en los siguientes aspectos: disponer de instalaciones, animales tranquilos al manejo (mansedumbre adecuada), material y equipo adecuado para el manejo de los animales de acuerdo a la especie, el cual debe ser lo más tranquilo posible, tratar de evitar actuaciones agresivas que puedan provocar nerviosismo en los animales y poner en riesgo el BA y por lo tanto, la calidad del rendimiento reproductivo y productivo de las UPAS (Córdova, 2005). Para facilitar la movilización de los animales y minimizar sus efectos perjudiciales sobre el BA, deben tomarse en cuenta algunos aspectos como:

- Disponer de buena mansedumbre en los animales, animales cuya genética permite expresar tranquilidad.
- Contar con instalaciones, equipo e instrumental adecuado que permitan y faciliten el manejo de los animales.
- Disponer de personal entrenado y de preferencia con experiencia en manejo de animales.
- Contar con el tiempo suficiente, para evitar prisas cuando se está manejando a los animales (REDEVET, 2009).

2. Situaciones que pueden conducir al fracaso del bienestar animal

2.1. Mal manejo

El mal manejo proporcionado a los animales, determina al BA, en las UPAS; se sabe que la actitud del personal encargado del manejo, es de fundamental importancia, cuya repercusión afecta negativamente el rendimiento y productividad de las UPAS (Grandin, 2000); se debe considerar que todos los animales se agitan y estresan cuando se les pincha con picanas eléctricas o se golpean con algún objeto sólido (De la Sota, 2004); por lo tanto, este tipo de prácticas, no deben formar parte en el manejo de los animales. Por otro lado, los animales poseen la capacidad de distinguir a las personas que los maneja, por lo tanto, se debe tratar de evitar utilizar personal desconocido en el manejo de los animales.

2.2. Malas instalaciones

El disponer de instalaciones en mal estado, tanto de diseño como de deterioro en las UPAS, es un factor que repercute negativamente sobre el BA; por lo tanto, mantenimiento de esas instalaciones, debe ser tarea rutinaria y de colaboración laboral entre el personal que labora en la UPA. Se debe procurar no permitir que existan objetos salientes punzocortantes, maderas rotas, alambres u objetos metálicos que puedan provocar lesiones, tanto a los animales como al personal. La falta de condiciones higiénicas-sanitarias de las instalaciones en las UPAS, son factores que pueden conducir al fracaso del BA.

2.3. Mala movilización. Las movilizaciones inadecuadas de los animales, tanto en la UPA para el manejo rutinario, como en el transporte, desde las UPAS al matadero para el sacrificio, son condiciones que conducen al fracaso del BA y a una mala calidad de la canal y de la carne, respectivamente (Ballarini, G. 1995).

3. Efectos del BA sobre los animales

El BA, es de fundamental importancia para el desempeño reproductivo y productivo de los animales, su ausencia puede repercutir sobre retraso a la pubertad, manifestaciones irregulares del ciclo estral y de la ovulación, problemas en la fecundación y etapa temprana de la gestación, problemas

durante el puerperio y retorno a la actividad reproductiva posparto, así como disminución en la producción láctea y ganancia de peso (Temple, 1998; Arechiga, 2003; Córdova, 2005, REDVET, 2009).

Mecanismos fisiológicos del estrés ante el BA. La primera reacción de los animales frente a estímulos estresantes, consiste en la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenales, mediante la rama simpática del sistema nervioso autónomo, cuyo neurotransmisor principal es la norepinefrina, inerva la médula adrenal que, a su vez, libera norepinefrina y epinefrina al torrente sanguíneo; cuyas acciones son: aumento de la frecuencia cardíaca, glucogenólisis, y lipólisis (Zúñiga, 2000).

La respuesta de estrés incluye, la estimulación de la liberación de hormona adrenocorticotropa (ACTH) por parte de la adenohipófisis, esta hormona, estimula la secreción de glucocorticoides por parte de la corteza adrenal, quienes tienen gran número de acciones y prácticamente todas las células nucleadas del organismo tienen receptores para ellos. Los glucocorticoides tienen acciones importantes sobre el metabolismo energético del organismo y su efecto es, en general, hiperglucemiante; dicho efecto, es consecuencia tanto de la glucogenólisis muscular como de la gluconeogénesis hepática; además, inhiben la secreción de insulina y estimulan la de glucagón. Por lo tanto, durante la respuesta de estrés los glucocorticoides contribuyen a aportar la energía necesaria para enfrentarse a las situaciones de amenaza. Por otra parte, los glucocorticoides actúan sobre el sistema inmunitario y sobre la respuesta inflamatoria, ejerciendo varios efectos de tipo inhibitorio y de esta manera, el estrés afecta negativamente al BA (Zúñiga, 2000).

Además de los cambios de conducta antes mencionados y que son consecuencia directa de la liberación de corticosteroides, existen otras alteraciones conductuales de los animales que se consideran indicativos de estrés crónico o falta de BA, aunque los mecanismos fisiológicos responsables de los mismos, aún no han sido establecidos con claridad. Estas alteraciones del comportamiento de los animales son: apatía, estereotipias y conductas anormales en general que ponen en peligro al BA.

5. Postulados de BA en los animales de granja

Es de fundamental importancia y tarea urgente, que los Médicos Veterinarios que laboran en las UPAS, difundan y promuevan entre el personal trabajador, que existen postulados elementales y fundamentales que ayudan a minimizar el estrés para garantizar el BA, a continuación, se presentan tales postulados (REDVET, 2009):

5.1. Liberación del dolor, daño y enfermedad: Los animales deben ser protegidos de daños y de elementos que les puedan causar dolor o que atenten contra la salud. Su medio ambiente debe ser bien manejado para promover la buena salud y los animales deben recibir atención veterinaria rápida cuando sea necesario. Se requiere que todas las UPAS dispongan de programas profilácticos adecuados de acuerdo a la especie y región determinada.

5.2. Liberación de hambre y sed. La dieta debe ser satisfactoria, apropiada y segura. La intimidación y la competencia durante la alimentación son minimizadas por la asignación de espacios con especificaciones adecuadas para comer y beber. Los animales deben tener acceso continuo a agua dulce, fresca y limpia.

5.3. Liberación de incomodidad. Todos los animales deben disponer de lugares adecuados para descansar confortablemente, acicalarse ellos mismos y levantarse y echarse fácilmente. Las UPAS, deben estar diseñadas para proteger a los animales de las incomodidades físicas y térmicas.

5.4. Libertad para expresar comportamiento normal. Mediante el suministro de suficiente espacio, instalaciones apropiadas y compañía de animales de su propia especie, son elementos de vital importancia para expresar comportamiento animal normal.

5. Importancia del Médico Veterinario para el BA

La función del Médico Veterinario, es de fundamental importancia para el BA en las UPAS (Ballarini, 1995), ya que es el profesional más indicado para investigar y determinar si la conducta o comportamiento que presentan los animales, son normales o se deben a signos clínicos como manifestaciones de algún padecimiento.

El rol del Médico Veterinario, en relación al BA en las UPAS, debe ser considerado como muy importante y determinante en todo el mundo, pues su experiencia, así como sus valores éticos y morales respecto al tema de BA, son requeridos por los gobiernos, la opinión pública, la prensa, el poder legislativo y los jueces, entre otros.

Por ejemplo, para la legislación son muy importantes los conocimientos y el desarrollo científico de la Profesión Veterinaria, en relación al BA; ya que los Médicos Veterinarios, tienen y deben cumplir un compromiso importantísimo en la regulación legal de los diversos aspectos relacionados con el BA.

En los últimos años, se ha observado aumento notorio de trabajos sobre etología y BA que se realizan en las escuelas y facultades de Medicina Veterinaria de todo el mundo, lo cual se puede verificar en congresos y otros eventos en prácticamente todas las disciplinas de la Profesión Veterinaria y en todas las especies animales.

A nivel internacional, Médicos Veterinarios, son los profesionales más demandados por los gobiernos y por el público para resolver asuntos relacionados con el BA, además de estar directamente involucrados en el desarrollo de conocimientos científicos, valores éticos, morales y filosóficos respecto a este tema.

La Asociación Mundial de Veterinarios (AMV), acepta y afirma la vital importancia de la Profesión Veterinaria en el diagnóstico, tratamiento y control de las enfermedades animales; por otro lado, también reconoce responsabilidades que esta Profesión tienen sobre lo necesario para disminuir el sufrimiento en los animales, dolor y angustia, promoviendo de esta manera el BA. Desde 1990, la AMV, adoptó una política sobre BA con alcance mundial, la cual manifiesta que se debe respetar las necesidades de los animales, esenciales y fundamentales para el BA. Al respecto, en todo el mundo, existen numerosas organizaciones públicas y privadas que se preocupan el BA; sin embargo, en América Latina, existen pocos organismos de este tipo. Por otro lado, el BA, como asignatura, está ausente en el diseño curricular de la mayoría Escuelas y Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia de esta región; al respecto y tomando en cuenta lo siguiente: el impacto que el BA tiene en la opinión pública, el liderazgo que la Profesión Veterinaria ejerce sobre los animales, las recomendaciones del Congreso Panamericano de Medicina Veterinaria realizados en Chile en 1992 y la gran importancia que tiene el BA en las UPAS para que los animales expresen su potencial reproductivo y productivo, por lo cual, este tema debe ser parte central en el diseño o rediseño del currículum de la Profesión Veterinaria, con el objetivo formar futuros Médicos Veterinarios Zootecnistas con un gran bagaje de la gran importancia que tiene el BA en las UPAS para que se pueda lograr que los animales expresen su potencial de la mejor manera posible en beneficio de la humanidad.

6. Situación del BA en Cuba

En Cuba el Bienestar animal es muy tomado en cuenta tanto por los organismos de producción animal así como instituciones que velan por el cuidado, bienestar y sanidad animal, no es perfecto pero se han ido trasando resoluciones cada vez más actualizadas que favorezcan el estado armónico y saludable de los animales,

6.1. Relacionados con instalaciones y mantenimiento. En México, existen serios problemas de BA, de tal manera que es común que a los animales no se les proporcione alimento y agua de buena calidad en cantidad y calidad, de acuerdo a la especie y etapa zootécnica; que resguarden en instalaciones inadecuadas en términos generales, tales como: casas habitación, UPAS, zoológicos, laboratorios,

criaderos, tiendas, mercados, entre otros o que en el caso de mascotas, se abandonados calles de las ciudades, lo cual repercute en serios problemas de BA.

6.2. Relacionados con la movilización. Para el traslado de los animales se plantea que el mismo se debe utilizar vehículos de piso no liso para evitar que los animales resbalen, se debe realizar en horas frescas de la mañana en horas avanzadas en la tarde para evitar una exposición fuerte de sol que podría traer consigo un estrés calorífico, el médico veterinario debe emitir un certificado de salud que abale el traslado de los animales que demuestre que los animales están sanos y óptimos para el traslado, y por otra parte en caso que se haga el traslado de los animales por tierra en distancias cortas como es el caso de ganado vacuno evitar al máximo el uso de caninos que puedan alterar o dañar al ganado, alterando el comportamiento de los animales.

Bibliografía

- Arechiga F. 2003. Efectos climáticos adversos en la función reproductiva de los bovinos. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas N 2 Vol. 2
- Ballarini G. 1995. Estereotipos y bienestar animal; la función del veterinario. Instituto de clínica médica veterinaria. Universidad de estudios de Parma.
- Bonacic C. 2002 Introducción al estudio y evaluación del bienestar animal. Santiago, Chile.
- Córdova A. 2005. El bienestar animal en la producción animal. Avances en Tecnología porcina 3-16.
- Córdova-Izquierdo A. Guerrero Martínez J., Córdova-Jiménez M. S., Córdova-Jiménez C. A., Liera Guerra J. E. y Saltijeral Oaxaca J. A. 2007. Normas de higiene y sanidad de un rastro municipal en México. Eurocarne 159: 1:3.
- De la Sota M. 2004. Manual de procedimientos en bienestar animal. Dirección de Luchas Sanitarias. Dirección Nacional de Sanidad Animal. Sitio Argentino de Producción Animal. Buenos Aires Argentina.
- Grandin T. 2000. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. Departamento de ciencia animal. Universidad del estado de Colorado. NOM-033-ZOO-1995. Diario Oficial de la Federación del 16 de Julio de 1995.
- Recuerda P. 2003. Bienestar animal: experimentación, producción, compañía y zoológicos. Universidad de Córdoba Curso de extensión universitaria. España.
- REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. ISSN: 1695-7504 2009 Vol. 10, Nº 12
- Zapata S. 2000. Bienestar y producción animal: la experiencia europea y la situación chilena. Tecnovet. U.CH
- Zúñiga M. J. 2000. Estrés. Factores estresantes. Indicadores de estrés. Influencia del estrés sobre los resultados experimentales.

Producción Ganadera en Bosque Serrano Nativo del Norte de Córdoba

Rigonatto, Gabriela³⁵ y Valdez, Horacio³⁶

Durante la década del '90, con la creciente demanda internacional de commodities, se comenzó un proceso de agriculturización, lo cual impulsó a los productores pampeanos a expandirse hacia zonas tradicionalmente consideradas marginales (norte y oeste del país).

En la región del chaco serrano, se produjo un acorralamiento de la ganadería sobre los campos de altura y los valles, espacios que no permitían la implementación de cultivos debido a la pendiente, los suelos rocosos y la disminución en el gradiente de temperatura -del mismo modo que sucedió en otras zonas de la región que en principio no eran aptas para el desarrollo de la agricultura-. En muchos casos, esta situación se vio acompañada por un desmesurado incremento de la carga animal por hectárea, que implicó un creciente sobrepastoreo y condujo, en conjunto con el efecto generado por el fuego y la tala, a una situación de avanzada degradación de los diversos pisos de vegetación (Gobernación de la Provincia de Córdoba 1999a, 1999b y 1999c).

La zona de estudio corresponde a la región fitogeográfica Chaqueña. Abarca el norte y oeste de Córdoba incluyendo la zona serrana. Si bien la vegetación dominante es el bosque, existen paisajes variados, tales como las abras gramíneas y cañadas o esteros. La vegetación dominante es el bosque xerófilo, alternando con estepas de gramíneas duras. Las comunidades principales son las de los bosques de horco quebracho (*Schinopsis marginata*) y tabaquillo y los pastizales de *Stipa* y *Festuca* (Cabrera, 1976). Altitudinalmente llega hasta los 1.800 ms.n.m. En el piso 1 de vegetación del bosque serrano comprendido entre 500 y 1300 ms.n.m se encuentran las siguientes especies: *Bouteloua aristidoides*, *Bouteloua curtipendula*, *Aristida mendocina*, *Aristida adscensionios*, *Chloris ciliata*, *Digitaria californica*, *Piptochaentium montevidensis*, *Bromus unioloides*, *Trichloris pluriflora*, *Setaria geniculata*, *Sporobolus pyramidatus*, *Stipa tenuissima*, *Stipa tenuis*, *Poa ligularis*, con distintas aptitudes forrajeras (Cabido, 2003).

El clima es altamente variable, fuertemente controlado por el relieve y la altitud. Puede caracterizarse mediante un régimen térmico con una temperatura media anual de 17°C, una amplitud de 13°C y un período libre de heladas de 255 días. La pluviometría regional posee una distribución con un rango de 550 mm al oeste y 700 mm al este con una distribución estacional de tipo monzónico y las lluvias ocurren principalmente durante los meses de octubre a marzo. El déficit hídrico presenta una variación de 280 mm al este y 360 mm al oeste. Sin embargo, la topografía (entre otros elementos) determina la existencia de diferentes microclimas.

La variabilidad natural de las lluvias, de la temperatura y de otras condiciones del clima es el principal factor que explica la variabilidad de la producción (FAO 1997).

El sistema de cría en las sierras cordobesas se basa en ser pastoril, a cielo abierto y sustentado en su mayoría en pasturas naturales. Por lo anterior, es evidente la dependencia climática o "grado de exposición", de la producción del campo natural y la producción de carne subsiguiente. A la vez, el campo natural con sus numerosas especies de pastos, representa una fuente de estabilidad frente a otras opciones forrajeras (FAO 2013).

Es necesario desarrollar estrategias para la adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática (Seiler 2007). Para esta situación, por lo tanto, las herramientas de adaptación de los

³⁵ . Ing. Agr. Gabriela Rigonatto. Centro de Validación de Tecnologías Agropecuarias (CEDEVA). Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. E-mail: gabyrigonatto@gmail.com

³⁶ . Ing. Agr. (Esp.) Horacio Valdez. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC)- Investigador adscripto a CELFI-SD. E-mail: ingagronvaldez@hotmail.com

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).

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 aun 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. 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 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 resultan más apropiadas a implantar, por su adaptación a la zona de sierra 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.

Un aspecto central de la producción ganadera es la utilización de forrajes conservados para equilibrar las deficiencias estacionales de la oferta forrajera de las pasturas y pastizales, corregir desbalances nutricionales y disponer de una fuente de alimento estratégica en las emergencias de disponibilidad de forraje (INTA 2011). 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 (De León 2012).

Las herramientas de las que se dispone para controlar los efectos del animal sobre la pastura, son los sistemas de pastoreo. En los sistemas rotativos, además de carga y apotramiento, se puede controlar la frecuencia, intensidad y momento de defoliación, según los objetivos perseguidos.

Con el objetivo de 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; Valdéz trabajó diferentes propuestas: 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).

Valdéz, 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 S1T1 fue el de menor rendimiento para ambos regímenes de precipitación. 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 (S2) en pastura natural (70 %) + pastura implantada (23 %) + Silo de sorgo planta entera (7%) (T3) 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.

El mismo concluyó que 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; que el sistema más inestable ante variaciones en las precipitaciones fue el que aplicó menos tecnología; que 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 y que es posible obtener producciones semejantes entre años de 800 mm y 600 mm con el uso de tecnologías apropiadas.

Bibliografía

- Briske, D.D.; Fuhlendorf, S.; & Smeins, F.E. 2005. State and transition models, thresholds and range health: a synthesis of ecological concepts and perspectives.
- Cabido, D. et al. 2003 Regiones Naturales de la Provincia de Córdoba.
- 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. 2012 3° Jornada Nacional de Forrajes Conservados. INTA Manfredi . Edición INTA. 116pp
- FAO 1997. La agricultura y los cambios climáticos: la función de la FAO.
- INTA 2011. Documento Base de Área Estratégica: Forrajes y Pasturas. Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria. Pergamino, 5 de noviembre de 2011.
- Llorens, E.M. 1995. Viewpoint, The state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's Caldén forest. Journal of Rangeland Management 48: 442-447.
- MGAP-FAO, 2013. Sensibilidad y capacidad adaptativa de la ganadería frente al cambio climático. Volumen III de: Clima de cambios: nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Autores: Bartaburu, D; Morales, H; Dieguez, F; Lizarralde, C; Quiñones, A; Pereira, M; Molina, C; Montes,

E; Modernel, P; Taks, J ; De Torres, F; Cobas, P; Mondelli, M; Terra, R; Cruz, G; Astigarraga, L; Picasso, V. Resultado del Proyecto FAO TCP URU 3302, Montevideo.

Salizzi, E. 2015. La expansión territorial agroindustrial: una aproximación al estudio de la frontera agraria moderna en el norte cordobés. Revista del Departamento de Geografía. FFyH – UNC – Argentina. ISSN 2346-8734. Año 3. N° 4 – 1° semestre 2015 Pp. 40 – 65.

Seiler, R.A. 2007. Cambio climático y variabilidad climática: necesidad de nuevas estrategias de adaptación en los sistemas de producción ganadera. Revista Argentina de Producción Animal 27 (2): 99-111 (2007).

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.

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

Potencial de Mitigación de GEI usando SSP: Capacidades de Carga y Superficie Bajo Manejo Silvopastoril

Rodríguez Moreno Juan Diego³⁷ y Dube Francis³⁸

Ante la solicitud del Centro Latinoamericano de Formación Interdisciplinaria de redactar este escrito, es necesario, en primera instancia, resaltar al docente Francis Dube como un excelente tutor orador con amplio dominio del tema y que genera seguridad en el auditorio cuando expresa sus ideas. La manera como plantea el desarrollo de la charla, el diseño gráfico de la presentación y las conclusiones permiten al estudiante captar de manera sencilla el mensaje que se transmite. En conclusión, una excelente y motivadora charla, además que el tema siempre será actual.

Los aspectos relevantes de la presentación son las cifras; cifras que no dejan de ser sorprendentes. Por ejemplo:

- Los GEI (gases de efecto invernadero) han aumentado de manera importante sus concentraciones durante los últimos 200 años.
- El CH₄ (metano) ha aumentado 147,9% partes por billón para ese mismo período de tiempo, teniendo un tiempo de vida en la atmósfera de 12 años.
- La mayor cantidad de C (carbono) se encuentra enterrada bajo tierra en la reserva de energía fósil, con 100.000 Pg (petagramos).³⁹
- La segunda mayor reserva de carbono son los océanos, con 35 Pg.
- El suelo tiene reservas de 6000 Pg.

Estos datos son importantes teniendo en cuenta que los GEI se forman a partir del C. En la charla se presentaron los mecanismos referentes a la dinámica de GEI desde el suelo, tanto en la producción como en la disminución, por ejemplo por la descomposición de materia orgánica y la respiración heterotrófica saprobionte, conllevando a la oxidación del metano producido a CO₂ (dióxido de carbono). Finalmente, se abordó el tema del papel de los sistemas agroforestales en la mitigación de GEI cuyo principio se basa en un adecuado manejo del suelo buscando aumentar la biomasa aérea conllevando a reducir las emisiones e incrementando los agentes de remoción.

Un aspecto que pudiera complementar la ponencia, sería presentando un análisis más detallado de las emisiones de CH₄ de origen animal (especialmente de los bovinos) y de las estrategias nutricionales que buscan optimizar los procesos fermentativos ruminales para disminuir sus emisiones.

Hasta aquí el tema se ha abordado desde la perspectiva de las producciones madereras y el componente animal es temporal o quizás, si se quiere, relegado a un plano inferior. Se puede obtener madera de tipo comercial en un lapso de tiempo que puede ir desde los 10 hasta los 15 años, dependiendo del manejo forestal y de la especie maderera; si se trabaja en sistemas agro silvo pastoriles, para un ciclo de esta duración, y teniendo en cuenta que los bovinos pueden en promedio llegar a la etapa de sacrificio a los dos años, se estaría hablando de aproximadamente 7.5 ciclos bovinos por uno de producción de madera.

³⁷ . Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles-Médico Veterinario Zootecnista, Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja, Santander, Colombia. Juan.rodriguez@unipaz.edu.co

³⁸ . Docente a cargo. Dr. Ing. Forestal Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Chile, fdube@udec.cl

³⁹ Petagramo (Pg) equivale a una gigatonelada (Gt), es decir, a mil millones de toneladas.

En países con pocas limitaciones alimentarias las emisiones de gas son del orden de 35 Kg CH₄/año por animal; en comparación con 55 Kg CH₄/año por animal en los países en vías de desarrollo (Carmona et al. 2005). La producción de carne bovina en Argentina es una actividad económica muy importante siendo el stock ganadero nacional a marzo de 2017 de más de 53 millones de cabezas (Senasa, 2017). Ahora, si se tiene en cuenta las cantidades de metano que un solo bovino produce y se relaciona con todo el rodeo nacional, para el caso de Argentina, las cantidades nuevamente serían relevantes como se mencionó al inicio del texto.

Se han realizado estudios tendientes a evaluar la disminución de la producción de gas metano en bovinos usando diferentes estrategias alimenticias como el uso de aditivos en el alimento, ionóforos, levaduras, grasas animales y vegetales, ácidos orgánicos, incluso la adición de bacterias acetogénicas (Bonilla, 2012). Sin embargo, el uso de pastos con buenas calidades nutricionales podría ser la mejor alternativa.

Se evidencia que las emisiones de metano, producto de la fermentación ruminal in vitro, están asociadas a la calidad nutritiva de la pastura y a la proporción de suplemento concentrado incluido en la dieta. Marín (2013) (investigación realizada en el Departamento de Antioquia, Colombia) encontró que la fermentación de las dietas produjo mayor metano por unidad de sustrato incubado y degradado que los pastos. De igual forma, que la producción de metano se relaciona positivamente con la producción total de ácidos grasos volátiles y con la relación acetato:propionato y que la producción de metano se relacionó positivamente con la producción de gas y negativamente con la proporción de propionato.

Vargas (2012) encontró que existen diferentes variedades de gramíneas C3 y C4 (determinadas así por el primer producto que producen en la fotosíntesis, bien sea de tres o de cuatro carbonos) que permitirían disminuir la producción metano entérico por unidad de materia seca ingerida en los sistemas de pastoreo. Algunas de éstas, asociadas a la calidad del forraje que está a su vez determinada por aspectos asociados a la especie, la variedad, madurez, presencia de compuestos secundarios y manejo de la pastura. En la mayoría de estudios donde estas gramíneas fueron evaluadas muestran que la disminución de metano estuvo asociada a un aumento en el consumo voluntario.

Algunos estudios han demostrado que leguminosas de zonas templadas (*Hedysarium coronarium*, *Lespedeza cuneata*, *Lotus corniculatus* y *L. uliginosus*) y tropicales (*Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*) presentan metabolitos secundarios (taninos condensados – CT) que posiblemente reducen la metanogénesis. Lo anterior se explica porque, probablemente, tanto taninos como compuestos fenólicos pueden ser tóxicos para algunos de los microorganismos del rumen, especialmente los protozoarios ciliados, bacterias degradadoras de fibra, bacterias metanogénicas, y en consecuencia, el uso de estas plantas puede disminuir la metanogénesis (Lascano, 2010).

Si bien estos estudios se han realizado para la zona tropical, Argentina no es ajena al tema y plantea estrategias nutricionales en búsqueda de minimizar las emisiones de GEI tipo metano. Según Faverín (2014) “en Argentina, los gases de efecto invernadero (GEI) provenientes del sector ganadero no tienen aún una incidencia directa en el valor del producto o en la definición de políticas sectoriales de mitigación. Por tal motivo, en la actualidad las investigaciones locales del tema son incipientes aunque de creciente interés. Sin embargo, por las señales que surgen a nivel internacional es indudable que los efectos del cambio climático (CC) sobre los sistemas productivos requerirán una mayor atención local. Las mejoras en la eficiencia productiva de sistemas de producción de carne de Argentina, muy por debajo de sistemas pastoriles de países desarrollados, ofrecen interesantes oportunidades de mitigación con el debido estímulo de políticas específicas”.

De acuerdo a esto, la propuesta de incluir el componente animal a los SSP y estudiar más a fondo su interacción con los demás componentes del sistema con el objetivo de incidir en la disminución de GEI gana relevancia. En la zona tropical ya se tienen adelantos en el tema, podría partirse de estas experiencias para aplicarlas en los diferentes países cuya actividad maderera/ganadera bovina sea importante y de esta forma aportar a la causa de mitigar los GEI, tema central de la charla presentada.

Bibliografía

- Bonilla Cárdenas, Jorge Armando y Lemus Flórez, Clemente. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 2012. P.215-246
- Carmona, J., Bolívar, D., Giraldo, I. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 18 (1): 49-63.
- Lascano C, Cárdenas E .2010. Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. Revista Brasileira de Zootecnia, J Anim Sci; 89: 2654-2754.
- Marín, Alejandra. Estimación del inventario de emisiones de metano entérico de ganado lechero en el departamento de Antioquia, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín. 2013. [En Línea]. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/11666/1/43979169.2014.pdf>.115p.
- Ayala F. J., Tracey M. L., Hedgecock D. and Richmond R. C. 1974. Genetic differentiation during the speciation process in *Drosophila*. Evolution 28: 576-592.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 2013. Sistema de Gestión Sanitaria. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Buenos Aires, Argentina. <http://www.senasa.gov.ar>
- Vargas, J.1, E. Cárdenas, M. Pabón y J. Carulla. Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo. Arch. Zootec. 61 (R): 51-66. 2012. Disponible en: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/11_13_35_2649REVISIONProduccionVargas.pdf

Normas Internacionales de Gestión de Calidad y Manejo Forestal Sustentable

Rodriguez Reartes, Sandra L.⁴⁰ y Francis Dube⁴¹

En la actualidad, existe una gran preocupación por el impacto ambiental negativo que puedan causar las distintas actividades productivas, tales como la agricultura, la ganadería, los sistemas agroforestales y las plantaciones forestales, especialmente aquellas que aplican una silvicultura intensiva. Así mismo esta presente en las diversas comunidades, la voluntad por conservar los bosques naturales. Ya la Cumbre de la Tierra, celebrada en Rio de Janeiro, en 1992, planteó y generó numerosas iniciativas tendientes a disminuir la contaminación ambiental y la pérdida de bosques. También dicha convención estableció que las industrias debían participar en el mejoramiento del medio ambiente, propósito que se lograría mediante el desarrollo y cumplimiento de una serie de estándares de gestión de los impactos ambientales asociados a las operaciones de las industrias de distintas escalas. Así surge la certificación ambiental, que motivó la aplicación de normas ambientales en los procesos productivos en distintos países. Sin embargo, la gran diversidad de situaciones existentes a nivel mundial, determinó la necesidad de establecer un indicador universal que permitiera evaluar los esfuerzos de una organización para lograr una protección ambiental de carácter confiable, adecuado y creíble. Por ello se desarrolló la serie ISO (*International Organization for Standardization*), siendo la Norma ISO 14000, aquella que permite certificar una empresa, basándose en los conceptos de mejora continua y cumplimiento legal.

La ISO 14001 es una Norma específica para el Sistema de Gestión Ambiental, que ayuda a las empresas u organizaciones a alcanzar objetivos y metas de mejoramiento ambiental. Se trata de una norma genérica, diseñada para ser utilizada por todo tipo de industrias y en todos los países. La misma requiere que la empresa cumpla con los procesos, procedimientos y actividades del sistema de gestión. Los principales elementos de la ISO 14001 son el compromiso a nivel corporativo, la declaración de una política ambiental, el mejoramiento continuo, los aspectos ambientales significativos, que interaccionan negativamente, los objetivos medioambientales, las metas ambientales previstas por la legislación vigente y las establecidas por la compañía, una fuerte comunicación interna y externa y las auditorías externas. Las declaraciones de políticas y las metas ambientales no pueden residir en un estándar, deben ser desarrolladas por cada organización y deben ser sustanciales, dada la diversidad de situaciones existente (tipos de suelos, regímenes de humedad, especies arbóreas, vegetación asociada, altitud, clima, historial del uso, etc.). Estos elementos no pueden adscribirse a un estándar internacional, sino que deben ser desarrollados *in situ* por forestales experimentados, que conozcan la situación socio-cultural y económica y la legislación en vigor. Un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 reúne, los siguientes beneficios asociados: mejoramiento de la capacidad analítica del personal y 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, progreso en el desempeño ambiental, de las relaciones industrio-gubernamentales y mejora de la imagen corporativa de la empresa en relación con el medioambiente.

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. La sustentabilidad presenta un carácter

⁴⁰ . Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles- Mgter. Ing. Agr., Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. sarodriguez@agro.unc.edu.ar

⁴¹ . Docente a cargo. Dr. Ing. Ftal., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Chile. mail

multi-escalar (rodal, bosque, cuenca, paisaje, región, país) y multidimensional (ecológico, económico, social). Para la operacionalización del término se 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 comunidad (Martínez, 2001).

Con la finalidad de promover el manejo y comercialización de productos forestales madereros y no madereros a través del buen manejo forestal se crea en 1994 el Consejo de Manejo Forestal o *Forest Stewardship Council* (FSC, con sede en Bonn) y la consiguiente formulación de los Principios y Criterios (PyC) de Buen Manejo Forestal. Así surge la certificación forestal, que permite evaluar y certificar las prácticas forestales dentro de una Unidad de Manejo Forestal. La certificación de manejo forestal sustentable ha tomado importancia debido a la concientización de los diversos actores, particularmente de los consumidores de productos madereros y no madereros y de la necesidad de garantizar los recursos naturales para las generaciones futuras. La entidad verificadora de la certificación forestal ha certificado hasta la fecha en 84 países, una superficie de 195.170.660 ha, que cumplen con los Principios y Criterios del FSC convenidos internacionalmente correspondiendo a Argentina 468,003 ha, y a Chile 2.279.928 ha (FSC, 2017).

La certificación forestal se puede definir como el proceso mediante el cual un evaluador externo, de cualquier proyecto forestal, proveniente de un ente certificador independiente y a pedido del dueño de la organización o empresa forestal, da fe que el bosque o la plantación forestal están recibiendo un buen manejo forestal y, que la madera que produce puede ser adquirida por los consumidores, con la certeza de que ésta proviene de sistemas donde el manejo forestal es ambientalmente adecuado, socialmente benéfico y económicamente viable. Las características fundamentales de la certificación forestal son su carácter voluntario, independiente, basada en estándares previamente aceptados por las partes interesadas, y que atiende a los aspectos sociales, ambientales y económicos de la producción.

La certificación se realiza mediante la evaluación del efecto de las actividades de manejo forestal, tomando como base para dicha evaluación, estándares externos conocidos como Principios y Criterios del FSC, previamente acordados y aceptados como adecuados y admisibles por las diferentes partes interesadas. El evaluador, a través del ente certificador, proporciona al final una declaración de calidad del manejo y del producto.

El FSC ha desarrollado un estándar internacional para el manejo forestal que plantea un conjunto de diez "Principios" y 56 "Criterios" para el Manejo Forestal, que toman en cuenta los impactos/efectos ambientales, sociales y económicos del manejo forestal. Este estándar fue ampliamente discutido y

consensuado entre ONGs ambientalistas, productores, consumidores, organizaciones gubernamentales y especialistas independientes, de manera que se garantizara tanto su independencia, como la atención a los intereses de todos los involucrados. Los diez principios que exponen esta visión están respaldados por varios criterios que permiten juzgar si, en la práctica, el principio se ha cumplido.

Los diez Principios y Criterios (PyC) deben aplicarse en cualquier unidad de gestión forestal antes de que ésta pueda recibir la certificación FSC. Los PyC son aplicables en el mundo entero para cualquier tipo de bosque y son adecuados para zonas forestales tropicales y templadas, diversos ecosistemas, y diferentes sistemas culturales, políticos y legales. Esto significa que no son específicos para un determinado país o región. En muchos países, los grupos de trabajo del FSC han desarrollado Estándares Nacionales FSC. Éstos se basan en los PyC y proporcionan indicadores localmente apropiados para cada uno de los criterios con el fin de que el cumplimiento se pueda demostrar en esa situación nacional.

Los diez Principios poseen igual peso. Los PyC estipulan que el dueño o el administrador del bosque deberá:

1. **Cumplir todas las leyes, reglamentos y tratados internacionales ratificados** en el ámbito nacional, así como las convenciones y los acuerdos, que sean aplicables.

2. **Mantener o mejorar el bienestar social y económico de los trabajadores.**

3. Identificar y respaldar los **derechos legales y consuetudinarios de los pueblos indígenas**, en relación con la propiedad, uso y manejo de la tierra, territorios y recursos, que resulten afectados por las actividades de manejo.

4. Contribuir al **mantenimiento o mejora del bienestar social y económico de las comunidades locales.**

5. Manejar de forma eficiente el rango de múltiples productos y servicios de la Unidad de Manejo para mantener o mejorar su viabilidad económica a largo plazo y toda la gama de **beneficios ambientales y sociales del bosque.**

6. Mantener, conservar y/o restaurar los servicios del ecosistema y los **valores ambientales** de la Unidad de Manejo y deberá evitar, reparar o mitigar los **impactos ambientales negativos.**

7. Contar con un **plan de manejo** acorde con sus políticas y objetivos y proporcional a la escala, intensidad y riesgo de sus actividades de manejo.

8. Demostrar que el progreso hacia el cumplimiento de los objetivos de manejo, los impactos de las actividades de manejo y las condiciones de la Unidad de Manejo se **monitorean y evalúan**, de manera proporcional a la escala, intensidad y riesgo de las actividades de manejo, con el fin de implementar un manejo adaptativo.

9. Mantener y/o mejorar los **Altos Valores de Conservación** en la Unidad de Manejo a través de la aplicación de un enfoque precautorio.

10. Planear y manejar las **plantaciones** de acuerdo con los Principios y Criterios del 1 al 9 y con los Criterios del Principio 10. Si bien las plantaciones pueden proporcionar un arreglo de beneficios sociales y económicos y pueden contribuir en la satisfacción de las necesidades de productos forestales del mundo, éstas deberán complementar el manejo de, reducir la presión sobre y promover la restauración y conservación de los bosques naturales (CERTFOR, 2017).

Existen otros instrumentos de gestión ambiental entre los que se pueden mencionar los Códigos de Buenas Prácticas, 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 anteriormente explicado e iniciativas nacionales como FSC Chile. Cabe destacar también los sistemas de Cadena de custodia.

Los Códigos de Buenas Prácticas son 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. Son normas de carácter voluntario elaborado en base a un trabajo colaborativo entre distintas instancias técnicas de un sector productivo. En Chile varias instituciones han elaborado Códigos de Buenas Prácticas que tienen como foco las actividades agrícolas y forestales, entre otras. En Argentina, existen tres manuales de Buenas Prácticas que consideran a los Sistemas Silvo Pastoriles (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 (Esquivel y Colcombet, 2017).

CERTFOR (Chile), es el estándar de Manejo Forestal Sustentable (MFS) para bosques plantados, desarrollado por Fundación Chile, con la asistencia del INFOR y CORFO, publicado en 2002. Ha sido homologado por el PEFC (Programa para la Homologación de Sistemas de Certificación Forestal) en 2004 (Cubbage *et al.*, 2010). El PEFC es una organización no gubernamental, independiente, sin fines de lucro, 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 Chile, 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 cuenta actualmente con tres grandes empresas forestales chilenas 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).

CERFOAR (Certificación Forestal Argentina) es un estándar de Manejo Forestal Sustentable, cuyo objetivo es la certificación forestal de los bosques nativos e implantados y para la trazabilidad de las industrias relacionadas, ubicadas en el territorio argentino. Las normas técnicas de aplicación voluntaria que constituyen la base normativa del Sistema Argentino de Certificación Forestal son las Normas IRAM de la Serie 39.800 de Gestión Forestal Sostenible. En 2014 fue reconocido por PEFC. El sistema Argentino de Certificación Forestal es administrado por una Asociación Civil sin fines de lucro que está integrada en forma virtuosa por organizaciones públicas y privadas. Las entidades que conforman la Asociación CERFOAR son la Asociación Forestal Argentina - AFoA, la Federación Argentina de la Industria de la Madera y Afines – FAIMA, la Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel – AFCP y la Federación Argentina de la Industria Gráfica – FAIGA, representando a todos los eslabones de la cadena de valor foresto industrial y por parte del sector público el INTA, la Secretaría de Industria y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación y el Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, representado por la Dirección de Recurso Forestales. CERFOAR se presenta como una alternativa de certificación para pequeños y medianos productores, forestales y foresto-industriales, brinda la posibilidad de certificación grupal y regional, facilitando las tareas de implementación de los requisitos normativos para obtener la certificación, disminuyendo los costos directos e indirectos de los

procesos de implementación/certificación, generando beneficios económicos por escala e estimula la integración regional a nivel de productores forestales y sus cadenas de valor relacionadas (Barth, 2017). La certificación forestal es un proceso incipiente en Argentina, que está tomando fuerza en los últimos años, aunque los certificados logrados en el país, pertenecen a grandes empresas de capitales mayoritariamente extranjeros.

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. 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 (PEFC, 2017).

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. En Argentina, 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 producción ganadera (Norma RAS para Agricultura Sostenible), 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 (Esquivel y Colcombet, 2017).

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 han certificado son organizaciones innovadoras y que desarrollan sus actividades dentro del marco de la sostenibilidad. La certificación requiere la transformación interna de la empresa en búsqueda de mayor transparencia, mayores registros, mayor entrenamiento de los distintos estamentos de la organización, y una postura más abierta con la sociedad civil (Cubbage *et al*, 2010). Además involucra cambios en las prácticas operacionales e intelectuales que suelen causar resistencia a nivel de la gerencia de la empresa. 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 a la hora de efectuar la compra de productos madereros y no madereros. Asimismo la certificación de los productos no genera *per se* una mayor voluntad de compra del producto, este debe ir acompañado de un precio adecuado. Tampoco resuelve totalmente la problemáticas y críticas que la sociedad realiza hacia las empresas forestales.

Bibliografía

Barth, S. 2017. Sistemas Agro- Silvo- Pastoriles en Misiones y NE de Corrientes. Conferencia presentada

en la Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Argentina. Córdoba.

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

CERTFOR. (2017). Página web de la organización. <http://www.certfor.org/index.php>. Consultada 15 Diciembre 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), 672-677.

Dube, F. (2017). Normas Internacionales de Manejo Forestal Sustentable. Conferencia presentada en la Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Córdoba. Argentina.

Esquivel, J. y Colcombet, L. (2017). Aporte de los sistemas silvopastoriles a la ganadería sustentable en el Nordeste de Argentina. Conferencia presentada en la Jornada de Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 40° Congreso Argentino de Producción Animal. Córdoba. Argentina.

FSC Facts & Figures. <https://ic.fsc.org/es/facts-and-figures/1/12/2017>. 15 Diciembre 2017.

Martínez, H.A. (2001). La certificación forestal y cadena de custodia. Aspectos técnicos y retos para su puesta en práctica. 16 diciembre 2017
<http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf>

Certificación de Agricultura Sostenible Página web de la organización. <https://www.rainforest-alliance.org/business/sas/> Consultada 15 Diciembre 2017.

PEFC. 2017. Página web de la organización. <https://www.pefc.org/> Consultada 15 Diciembre 2017.

Sistemas Silvo-pastoriles en plantaciones de pinos de las Sierras de Córdoba, Argentina.

Rojas Laura María Gloria ⁴² y Valls Pedro Eduardo ⁴³

El presente trabajo describe la experiencia productiva de un sistema Silvo-Pastoril en plantaciones de pinos llevada a cabo por el Empresario Forestal Ing. Agr. Eduardo Valls en la región de Calamuchita, más precisamente en Río de los Sauces, ladera oriental de la Sierra de Comechingones, provincia de Córdoba, Argentina.

Desde hace poco más de veinte años, comenzaron a implementarse en ese lugar sistemas silvopastoriles, que combinan el cultivo de pinos (principalmente *Pinus elliotii* Engelm. y *Pinus taeda* Linn) con pastizales naturales. Estos sistemas surgen, en algunos establecimientos agropecuarios, como una alternativa tendiente a acortar el tiempo de retorno de la inversión forestal, obteniendo productos rentables en más corto plazo, al aumentar la productividad global, mediante la diversificación de los bienes y servicios producidos (Krishnamurthy y Ávila 1999). Además, tienden a conservar los recursos naturales suelo y agua (Young 1989), y a controlar el estrato herbáceo mediante el pastoreo del ganado, lo que facilita la prevención de incendios forestales.

Se sabe que en las Sierras de Córdoba, la productividad de plantaciones densas adultas de *P. elliotii* oscila entre los 15 y 25 m³. ha⁻¹.año⁻¹ (Cozzo 1995, Dorado et al. 1997) y la productividad de los pastizales puros oscila entre 1500 y 2500 kg de materia seca.ha⁻¹.año⁻¹ (Verzino et al. 2005, 2007, 2009),

Dicha región, posee ciertas características edafo-climáticas, así como también aspectos socio económicos que son de importancia para entender el funcionamiento de sistemas de este tipo y que los hacen distinguibles de sistemas silvopastoriles planteados en otras regiones. Esas características se detallan a continuación.

Con respecto a la geomorfología, la zona con aptitud para la implementación de sistemas silvopastoriles con pinos forma parte de las que, en líneas generales, se denominan "Sierras Pampeanas de Córdoba," que se describen como una serie de cordones que corresponden a bloques de falla, separados por valles longitudinales. La región se extiende desde los 31°20' hasta los 33°20' de latitud Sur. En las zonas con relieves más abruptos, especialmente en la ladera occidental de las sierras, los suelos están muy poco desarrollados. Por el contrario, en la ladera oriental, con relieve más suave, los suelos son más profundos e intensamente meteorizados (Gorgas y Tassile 2003)

En cuanto a los suelos, por tratarse de una zona serrana que ofrece situaciones muy diversas, existe una gama enorme de posibilidades para que los agentes edafogénicos actúen generando suelos muy diferentes como consecuencia de sus combinaciones y de la importancia relativa de cada uno de ellos (Pachecoy et al. 1988, 1990). Los órdenes de suelos más extendidos son los Entisoles y los Molisoles. Los primeros, caracterizados por poseer nulo o escaso desarrollo de horizontes pedogénicos, son relativamente pobres en materia orgánica. Los segundos, son suelos de colores oscuros, desarrollados bajo cobertura vegetal mayormente gramínea, ricos en materia orgánica, bien estructurados en superficie, facilitan el movimiento del agua y del aire, con dominancia de calcio en el complejo de intercambio (Gorgas y Tassile 2003).

La textura va desde los franco-arenosos a arenosos, con presencia de arena gruesa, gravilla y grava. En las pequeñas cañadas se observa un incremento en el contenido de materia orgánica y un mayor contenido de humedad. Se encuentran también suelos someros, muy pedregosos y suelos

⁴² . Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles- Ing. Agr., Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Irojas@agro.unc.edu.ar

⁴³ . Ing. Agrónomo., Empresario Forestal. Propietario de aserradero del sur Córdoba. Argentina. ingpevalls@gmail.com

aluviales más profundos asociados a valles interserranos, susceptibles de erosión hídrica. Ante prácticas de manejo inadecuadas, se desencadenan fuertes procesos erosivos, con formación de cárcavas y arrastre de sedimentos por los ríos.

El clima de la región se clasifica como Templado Subhúmedo Serrano (Atlas Total 1981). Las sierras de Córdoba y San Luis provocan un aumento de las lluvias en sus faldeos mejor expuestos a los vientos atlánticos. En los niveles inferiores de las sierras las precipitaciones oscilan entre 600 y 700 mm al norte, y 800 a 900 mm al sur. A medida que se asciende en la montaña las precipitaciones aumentan hasta alcanzar, y a veces superar, los 1000 mm anuales, aunque en los últimos años se registraron hasta 2000 mm anuales de precipitación (Valls, com pers), en la zona donde se encuentra el predio. La ocurrencia de lluvias es marcadamente estacional, durante la estación cálida. En las zonas más altas se producen nevadas en el invierno.

Las variaciones en altitud determinan la presencia de “pisos” o cinturones de vegetación, cuya existencia, amplitud y elevación están condicionadas por la altitud total, la latitud y la exposición u orientación geográficas. Los pisos de vegetación son los siguientes (Lutti et al. 1979):

Piso 1: Bosque Serrano. Comprende el piso de vegetación más conspicuo de nuestras montañas. Va desde 500 a 1300 msnm, y se caracteriza por un bosque generalmente abierto, denso en sitios favorables, y ralo en los más severos.

Piso 2: Matorral Serrano. Se encuentra entre los 1.300 a 1.700 msnm, constituyendo un extenso ecotono en el cual ocupa las áreas rocosas más expuestas, ventosas y secas.

Piso 3: Pastizales y bosquesillos de altura. Este piso se extiende por faldeos, cumbres y planicies elevadas de nuestras sierras por encima de los 1.100 msnm, descendiendo desde las mayores elevaciones hasta confundirse con el romerillal. Está caracterizado por un subpiso inferior con especies de los géneros *Nasella*, *Jarava*, *Stipa* y *Festuca*, formando los típicos “pajonales serranos”.

Entre los 800 y los 1.400 msnm de altura se extiende la región más apta para la forestación, que coincide principalmente con el romerillal y los pastizales de altura, por lo que no constituye amenaza alguna para la supervivencia del bosque nativo.

En cuanto al aspecto socio-económico, Córdoba con 3.066.000 habitantes es la segunda provincia en número de habitantes de la República Argentina y constituye un importantísimo mercado consumidor de productos madereros y no madereros derivados del bosque. Actualmente, los requerimientos de maderas blandas de la industria de segunda transformación y la construcción son cubiertos sólo parcialmente por las forestaciones locales de pinos.

Existe una amplia superficie con aptitud forestal (es decir, que no compite con la agricultura), que posee las condiciones ecológicas y de infraestructura necesarias para la implantación de especies forestales con fines productivos. Esta zona está ubicada principalmente en los departamentos de Calamuchita, Santa María y Río Cuarto, a lo largo de las Sierras Grandes, Chicas y de Comechingones.

El valle de Calamuchita, ubicado en el departamento del mismo nombre, concentra las forestaciones de *P. elliotii* y *P. taeda* más importantes del territorio de la provincia de Córdoba. Estas especies se destinan, principalmente, a aserraderos. En cuanto a la actividad agrícola-ganadera, el 42% de la superficie departamental está destinada a la ganadería, el 9% a la agricultura y el 5% a la actividad forestal y frutícola (UPSIIA 2009). Basada en la superficie forestada, que en el año 2000 era de 37.000 ha, se instaló una importante industria de primera transformación, que en el año 2010 oscilaba entre 30 y 35 aserraderos (Morales 2010), ocupando unas 600 personas, entre personal de aserraderos, contratistas y transportistas.

Sin embargo, la superficie forestada ha disminuido sensiblemente en los últimos años. Según el periódico “La Voz del Interior,” del 30 de abril de 2010, “entre 1993 y 2007 se perdieron, por distintos motivos, 13.000 ha de bosques cultivados, resultando en una superficie total que escasamente supera las 30.000 ha.” El área forestada con pinos siguió disminuyendo y actualmente, ronda escasamente las 10.000 ha. Se hace indispensable seguir forestando para proveer materia prima a la industria instalada.

El predio del Ing Valls es el establecimiento rural La Yunta, ubicado sobre la ladera oriental de la Sierra de Comechingones, al sur de las Sierras de Córdoba, a 1.300 msnm, a 32°28´S y 64°47´O

En los comienzos de la forestación en Córdoba las densidades de plantación eran 1600 plantas/ha, luego a medida que se fueron haciendo más ensayos en diferentes lugares de las sierras, se logró que el gobierno aceptara otras densidades, se redujeron a 1024 árboles/ha y luego a 576 plantas/ha.

En las plantaciones forestales de Córdoba el sistema silvopastoril es una necesidad, ya que si no fuera por el elemento animal que entra al sistema los pastos invernales se terminarían pasando y esto traería aparejado el aumento en la incidencia de incendios.

El escenario presenta campos abiertos, con sobrepastoreo y pendientes que van desde el 15 al 40%. Con todas esas características edafo-climáticas y socio económicas, surge la alternativa de realizar sistemas silvo-pastoriles de *Pinus elliotii* Engelm con pastizal natural en la zona serrana sub-húmeda del centro de Argentina.

Como antecedente de forestación en la provincia, hay un trabajo del año 1932, realizado por académicos extranjeros, a lo que se les encargó dicha investigación a raíz de la construcción del lago San Roque.

Es importante conocer el consumo de agua de diferentes especies forestales. Si comparamos el uso consuntivo de diferentes especies forestales durante el periodo vegetativo, los resultados arrojan que el Abedul consume 270 mm en Europa, la picea 210 mm y el pino 75 mm. Es evidente que el pino es una de las especies que menos agua necesita.

Las plantaciones se hicieron con regímenes de promoción, ya que existen leyes nacionales y provinciales que brindan beneficios tanto impositivos como productivos que promueven la forestación. Las siguientes son algunas de las leyes a las que se acogieron para llevar adelante la forestación.

Ley 21695 – Beneficios para las Inversiones en Obras de Forestación y/o Reforestación Ley sancionada en 1977. Las inversiones en obras de forestación y/o reforestación que se efectúen en el país gozarán de los beneficios que se establecen en la presente ley de acuerdo con las prioridades que establezca el plan nacional de forestación y con las magnitudes que al efecto determine el Ministerio de Economía por intermedio de sus organismos competentes.

Ley 25.080 Ley de inversiones para bosques cultivados. Régimen de promoción de las inversiones que se efectúen en nuevos emprendimientos forestales y en las ampliaciones de los bosques existentes. Apoyo Económico No Reintegrable a los Bosques Implantados. Dicha ley promueve las inversiones que se efectúen en nuevos emprendimientos forestales y en las ampliaciones de los bosques existentes, que regirá con los alcances y limitaciones establecidas en la presente ley y las normas complementarias que en su consecuencia dicte el Poder Ejecutivo nacional.

Manejo del Pastoreo: El manejo que se hace en el sistema silvopastoril intenta seguir el principio de Voisin (Pastoreo Rotativo de Voisin). Como regla general, el animal no puede comer dos veces el mismo pasto. El objetivo del PRV es conocer el funcionamiento de los múltiples procesos biológicos del conjunto suelo, hierba y animal, maximizando todas las entradas de energía y minimizando todas las salidas, para canalizar esta energía hacia la producción. Algunas de sus claves más importantes son:

- No roturar los suelos
- Maximización total de la fotosíntesis
- Minimizar las pérdidas de carbohidratos por respiración de las plantas (con el pastoreo rasante y el corte de las reservas por la tarde)
- Aumento de la materia seca por hectárea, favoreciendo la dominación de la/s especie/s forrajera/s deseada/s, acorde con el clima y el suelo del lugar

- Pastoreo con altas cargas y cortos tiempos
- No selectivo
- Le da a la pastura la posibilidad de recuperarse
- Se evita que haya pasturas pasadas como *Festuca* y *Stipa*, que son pasturas con alto porcentaje de lignina.

El resultado es un aumento de la vida del suelo y de su materia orgánica, de su estructura y porosidad y de la retención de agua. Todo ello resulta en un aumento de la fertilidad global del suelo. Esta metodología es muy importante tenerla en cuenta ya que en Córdoba tenemos 2 o 3 especies que son complicadas de manejar y si no se tienen esos recaudos en el manejo del pastoreo, el ganado hace un sobrepastoreo sobre las pasturas de mayor calidad.

Manejo del Componente animal. Los animales se suplementan con núcleos minerales a base de urea. La presencia del bosque trae aparejados ciertos beneficios al ganado como por ejemplo: Al mejorar la cantidad y calidad de especies forrajeras aumentan los niveles de proteínas, disminuye el estrés de los animales al aportar sombra y un ambiente más propicio, mejora la sanidad, disminuyen los problemas de retención de placenta, mejora el pelaje y aspecto de los animales, y, a su vez, todo esto se traduce en un mayor precio de venta. Además se logran destetes a los 3 meses.

Manejo del Componente árbol: Con respecto al componente árbol en el sistema silvo-pastoril, logra disminuir la intensidad lumínica y se produce cambio en la sucesión del pastizal. Aproximadamente se regeneran 50 especies del pastizal debajo del dosel del bosque. Se comenzó con pino *elliotti* y *taeda*, luego se eligió trabajar solo con *elliotti*, ya que por su morfología, permite mayor paso de la luz hacia el estrato herbáceo.

Las semillas fueron compradas en Estados Unidos y los plantines se realizaron en un vivero instalado en el mismo campo. Luego se realizó un huerto semillero propio.

El manejo que se realizó a la plantación consistió en podas, es decir eliminación de ramas hasta los 2, 4 y 6 metros de altura del tronco principal, para obtener madera libre de nudos y para evitar incendios de copa, permitiendo, asimismo, aumentar el ingreso de luz para las pasturas.

Además de las podas se realizaron raleos para obtener fustes de mayor calidad y además para hacer un aprovechamiento económico de los rollizos que se extraen anticipadamente. Se partió de una densidad inicial de 800 plantas/ha y se fueron realizando sucesivos raleos. El primero, se realizó a los siete años, se redujo un 30 % de la densidad inicial y se dejaron 560 árboles/ha, a los 15 años se realizó el segundo raleo y se bajó la densidad a 350 plantas por hectárea. La tala rasa se efectuará a los 25 años de la plantación y se extraerán 170 tn/ha de madera.

Se logran obtener muchos productos de la forestación: madera, que en el secadero en 72 hs esta lista para vender, vigas, machimbre, tableros alistonados, corteza de pino, tablas cepilladas. A futuro se está viendo la posibilidad de producir bioenergía a partir de los chips obtenidos de los restos de la forestación.

La productividad global del componente aprovechable, medida en términos de fitomasa aérea consumible por grandes herbívoros y biomasa del fuste, de un sistema silvopastoril joven de *Pinus elliottii* con pastizal natural en el sur de las Sierras de Córdoba, puede ser mayor que la productividad de los sistemas forestal y pastizal puros si se manejan adecuadamente.

Pero en esta región, la presencia del estrato arbóreo tiene un impacto negativo significativo sobre la producción forrajera, razón por la cual, para lograr un sistema silvopastoril equilibrado y sostenido en el tiempo se requiere un ajustado control de la densidad arbórea durante todo el turno forestal. De todas maneras es importante resaltar, todos los beneficios indirectos de los sistemas silvopastoriles: mayor infiltración de agua, menor escorrentía, mitigación del calentamiento global, mayor materia orgánica,

mayor aireación del suelo, reduce la evaporación de la superficie, reducción de la conducción capilar desde los suelos profundos aumentando el volumen de agua subterránea.

Bibliografía

- Atlas Total de la República Argentina. 1981. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires. Fascículo 13:193-208.
- Cozzo, D. 1995. Silvicultura de plantaciones maderables. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina.
- Dorado, M; Astini, E; Verzino, G; Di Rienzo, J; Perpiñal, E. 1997. Growth curves for *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* and *Pinus radiata* in two areas of the Calamuchita Valley (Córdoba, Argentina). *Forest Ecology and Management* 95:173-181.
- Dorado, M. 2001. Comportamiento silvicultural de *Pinus elliottii* en la zona montañosa del Valle de Calamuchita. Calidad de semilla y madera, su vinculación con el crecimiento. Tesis MS. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Gorgas, JA; Tasile, JL. 2003. Recursos naturales de la Provincia de Córdoba. Los Suelos, Córdoba. Agencia Córdoba Deportes, Ambiente, Cultura y Turismo (DACyT) Sociedad de Economía Mixta (S.E.M.)– INTA.
- Krishnamurthy, L; Avila, M. 1999. Agroforestería básica. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) - Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 340 p.
- Morales, C. 2010. La foresto-industria en Córdoba. Primeras Jornadas de la Producción Regional. Villa General Belgrano, Córdoba, Argentina, Instituto Tecnológico Foro de los Ríos.
- Pachecoy, VL; Jarsún, B. 1988. Mapa de Suelos. Hoja 3366-6. Santa Rosa de Calamuchita, Convenio Instituto Forestal Nacional (IFONA) - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables de Córdoba (MAGyRR).
- Pachecoy, VL; Jarsún, B; Espil, HO. 1990. Mapa de Suelos. Hoja 3166-36. Valle de Calamuchita, Convenio IFONA- MAGyRR.
- Verzino, GM; Joseau, J; Dorado, M; Luque, L; Indarte, JL; Gonda, H; Destéfanis, M; Locatelli, F. 2005. Productividad de sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* Engelm. con pastura natural en la ladera oriental de las Sierras Grandes y Sierra de Comechingones, Córdoba. Actas, III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. [Corrientes, Argentina, 6-9 sept. 2005]. CD.
- Verzino, G; Muttoni, F; Scherrer, C; Hernández, R; Joseau, J; Rodríguez Reartes, S; Acuña, C; Indarte, JL. 2007. Riqueza, productividad y aptitud forrajera del pastizal natural en sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* Engelm. en la Sierra de Comechingones, Córdoba. XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. [Concordia, Entre Ríos, Argentina, 25-26 oct. 2007] Panel en CD.
- Verzino, G; Joseau, J; Hernández, R; Rodríguez Reartes, S; López, M. 2009. Sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* Engelm. con pastizales naturales en las Sierras de Córdoba, Argentina. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, [Posadas, Misiones, 14-16 mayo 2009]. p. 464
- Unidad Provincial del Sistema Integrado de Información Agropecuaria, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos (UPSIIA). 2009. Caracterización del sector agropecuario por departamento: Departamento Calamuchita (en línea) .Disponible En: <http://magma.cba.gov.ar>
- Young, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. Nairobi, Kenya, CABI- World Agroforestry Centre (ICRAF).

Mitigación potencial de gases de efecto invernadero (GEI) en Sistemas Silvo-pastoriles (SSP).

Sagardoy Virginia⁴⁴; Dube Francis⁴⁵

En los últimos años ha ido creciendo de manera progresiva la preocupación por el cambio climático (CC) debido al aumento de la temperatura de la tierra. Esta problemática se explica por el incremento de la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), los que tienen un rol fundamental en la existencia de la vida sobre la tierra.

Para comprender mejor dicho rol debemos saber que la atmósfera está constituida por diferentes tipos de gases con distintos comportamientos. Estos gases permiten el paso de la radiación solar hacia la superficie de la tierra, y captan la energía desprendida desde ella (infrarroja). De esta manera logran mantener la temperatura terrestre en valores normales para la vida, provocando un fenómeno llamado efecto invernadero natural (figura 1), sin este efecto, la temperatura promedio en la superficie sería aproximadamente de 18°C bajo cero y la vida en el planeta no sería posible (IDEAM, 2007). Los gases conocidos como GEI, son: dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua (H₂O), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), el ozono (O₃) y los clorofluorocarbonos (CFC).



Figura 1: Representación gráfica del fenómeno de efecto invernadero natural.

La concentración de estos GEI en la atmósfera ha aumentado de manera alarmante en las últimas décadas y en consecuencia de este incremento se provoca un aumento de la temperatura del

⁴⁴ Ing. Agr. Virginia Sagardoy – UNRC, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Río Cuarto, Córdoba. (alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles)- vsagardoy.ing@gmail.com

⁴⁵ Dr. Ing. Ftal. Francis Dube – Universidad de Concepcion, Facultad de Ciencias Forestales, Chile (docente a cargo)- fdube@udec.cl

planeta debido a que estos gases al retener la energía desprendida desde la tierra (cercanamente a la superficie), impiden la liberación de energía térmica y generan un calentamiento global progresivo (e.g. cambio climático).

Si evaluamos el incremento en los últimos 200 años de los GEI más importantes para el sector agroindustrial, como lo son el CO₂, el CH₄ y el N₂O (Faverin *et al.*, 2015) tenemos que el aumento de la concentración ha sido, para el caso del CO₂ (ppm) de un 51.1%, con una tasa de aumento anual del 0.41%, cuyo tiempo de vida en las atmósfera puede variar entre 20-200 años, para el caso del N₂O (ppb) su concentración ha aumentado 16.3%, a una tasa de 0.25%.año⁻¹, y su tiempo de vida en las atmósfera se estima que es de 114 años aproximadamente, por último, el incremento de CH₄ (ppb) ha sido de 147.9% en los últimos 200 años, a una tasa de 0.25%. año⁻¹, teniendo un tiempo de vida en la atmósfera de 12 años. (Dube, 2017)

En función del incremento notable de estos compuestos en la atmósfera, surgen estrategias de mitigación de los GEI para contrarrestar el CC. Se sabe que los GEI son generados principalmente a partir de Carbono (C), y lo importante es lograr capturar este último para poder mitigar la emisión de los GEI. Una de las maneras de capturar C es a través de los árboles, ya que estos tienen la capacidad de remover C atmosférico (e. g. CO₂), e ir depositándolo en un reservorio (e.g. suelo) donde se almacenará en sumideros de mediano y largo plazo (Bali Climate Change Conference, UNFCCC, 2007).

Apartir del concepto anterior es que aparece como estrategia de mitigación una alternativa productiva como lo son los Sistemas Silvo-Pastoriles (SSP), quienes tienen gran eficiencia energética integral (e.g. nutrientes, luz, agua), ya que son capaces de aumentar el contenido de biomasa aérea y del suelo (e.g. rendimiento, biodiversidad) (Nair *et al.*, 2011). Estos sistemas son un conjunto de prácticas de uso del suelo que involucra la deliberada combinación de especies leñosas perennes (e.g. árboles, arbustos) con cultivos agrícolas y animales dentro de una misma unidad de manejo (Ibrahim, 1999). Los mismos representan una importante estrategia en la recuperación y reciclamiento interno de GEI, contribuyendo a su mitigación a través de prácticas con bajos requerimientos energéticos y de insumos, enfatizadas en vegetación perenne con actividades mínimas de perturbación de plantas y suelo, permitiendo mantener una productividad agropecuaria de manera ecológicamente sustentable.

El potencial de mitigación actual de los SSP implica un secuestro potencial de C de entre 0.70-3.04 tn CO₂/ha año⁻¹, una reducción de emisiones de CH₄ de alrededor de 0.02 tn CO₂ eq/ha.año⁻¹ y una reducción de emisiones de N₂O entre 0.02-2.30 tn CO₂ -eq/ha.año⁻¹. (Dube, 2017)

Para poder entender lo anterior y con el fin de hacer comparables las emisiones, flujos y efectos de los GEI, se introdujo el término Equivalente de Dióxido de C (CO₂eq), basándose en la capacidad de calentamiento de cada gas. Al convertir cada GEI, tenemos que para el CH₄ serían 23 CO₂eq y para el N₂O serían 310 CO₂eq. Si queremos determinar la cantidad de CO₂eq que tiene un árbol según su cantidad de C (47% de C= 1,4 Mg C), serían 5,3 Mg CO₂, considerando un árbol con un peso seco de 3 tn. (1 Mg, 1Tn).

Es de conocimiento mundial que la ganadería bovina tiene un potente efecto contaminante a través de su proceso de metanogénesis (producción de CH₄), por lo cual en los SSP las emisiones de CH₄ son inevitables, pero se puede trabajar para balancearla. Debido al creciente interés por bajar estas emisiones se ha ido estudiando este fenómeno de metanogénesis, y se ha demostrado que ciertas especies leñosas y arbustivas (con apreciables contenidos de saponinas y taninos) que pueden estar presente en este tipo de sistemas, son capaces de inhibir parcialmente la actividad protozoaria en el rumen, reduciendo las emisiones de dicho gas. Los SSP reducen hasta un 22 % de emisiones con

respecto a explotaciones ganaderos puros, debido a la presencia de los árboles. Además se ha probado que en los mismos es posible producir forrajes con mayores porcentajes de digestibilidad y menores condiciones de estrés para los animales (Devendra, 2012).

Adicionalmente existe evidencia científica de los efectos positivos de los SSP sobre otros componentes naturales del ecosistema, como lo es, la capacidad de secuestro de C a través del incremento en la densidad de C vegetal, la generación de coberturas protectoras sobre la superficie (hasta 70 Mg. ha. año⁻¹), el incremento del contenido de C orgánico del suelo (hasta 25 Mg.ha.año⁻¹), la promoción secuencial de procesos para su estabilización (e.g. estructuración, humificación) (Dube, 2017).

En resumen estos sistemas productivos son una alternativa sustentable, que complementa la producción de carne, producción forestal y de pastizales y/o pasturas, para mitigar los GEI, y por medio de esto ayudar a contrarrestar el CC mediante la reducción de emisiones relacionadas con fertilización (e.g. N₂O), control de emisiones entéricas (CH₄), reducción de emisiones por cambios de uso de suelo/laboreo, incremento de la densidad de C vegetal con especies de interés ecológico, promoción de mecanismos de estabilización de C en el suelo (e.g. actividad microbiológica) y producción de sustitutos energéticos de combustibles fósiles, entre otros (Dubé 2017).

Bibliografía

- Bali Climate Change Conference - December 2007. (s. f.). Recuperado 16 de diciembre de 2017, a partir de http://unfccc.int/meetings/bali_dec_2007/meeting/6319.php
- Devendra, C. (2012). Climate change threats and effects: challenges for agriculture and food security. Kuala Lumpur: Academy of Sciences Malaysia.
- Dubé, F. 2017. Potencial de Mitigación de GEI usando SSP: Capacidades de Carga y Superficie Bajo Manejo Silvopastoril. Conferencia en la Jornada Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. 6 de noviembre de 2017. Córdoba. Argentina.
- Faverin, C., Gratton†, R., & Machado, C. (2015). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de carne vacuna de base pastoril. Revisión Bibliográfica. *Revista Argentina de Producción Animal*, 34(1), 33-54.
- Ibrahim, D. P. y M. (1999). Sistemas silvopastoriles. CATIE.
- IDEAM, 2007. (2012). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia [Greenhouse gases in intensive silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* in Colombia] (Vol. 24).
- Nair et al., 2011. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=193022245001>

Uso de Indicadores de Sustentabilidad en Sistemas de Producción Caprina en el Norte de Córdoba

Saracco Florencia⁴⁶ y Deza Cristina⁴⁷

La actividad caprina se haya asociada a ambientes de condiciones climáticas extremas. Uno de los principales atributos de esta especie, es su capacidad de adaptación a los más diversos sistemas de producción, situaciones agroecológicas y niveles de intensificación productiva. El ganado caprino puede desarrollarse desde las regiones frías y desérticas hasta los trópicos cálidos, húmedos y subhúmedos y desde alturas de 6000 metros hasta regiones que se encuentran a nivel del mar. Pero es sin duda, en las zonas áridas y semiáridas (33% de la superficie mundial y el 75% del territorio de la República Argentina) donde las cabras hacen su mayor contribución al hombre (Bedotti, 2008).

La actividad caprina en Argentina se desarrolla en áreas geográficas marginales, relacionadas a condiciones ambientales extremas y difíciles, donde los recursos forrajeros están compuestos por el monte o pastizales naturales y muestran marcada estacionalidad en la disponibilidad de materia seca (Monzon, 2013; Bedotti, 2008).

El tipo de producción que se realiza varía en cada región. En términos generales, y a nivel nacional, la actividad caprina es realizada en forma extensiva, con un bajo uso de la tecnología (Monzon, 2013).

Los caprinos pastorean a campo abierto, sin ningún tipo de manejo, explorando a voluntad los distintos estratos de vegetación que constituyen el bosque chaqueño semiárido (Catan et al., 1999, Pece et al., 2008). Es en este ambiente donde la cabra obtiene los componentes de su dieta (Catan et al., 1999).

La pérdida de competitividad de los sistemas productivos afecta su sustentabilidad económica, social y ambiental (Deza et al., 2017). Las limitantes agroecológicas y las dificultades para vender resultan en una falta de previsión forrajera y manejo animal, precariedad de la infraestructura, dificultad para organizarse con otros productores y estancamiento o retroceso de la actividad, lo que lleva al abandono y migración (Deza, 2012).

En la provincia de Córdoba existe una cuenca láctea caprina denominada “*La Majadita*”, que reúne a pequeños productores caprinos tradicionales reconvertidos a productores estacionales de leche. Esto ocurre durante los meses de producción natural de pasto (primavera-otoño). Los animales, de base criolla tienen fuerte presencia de cruzamientos Anglo Nubian de la región. Los cabritos se venden como lechales antes de los 50 días de nacidos, continuando con un ordeño manual aproximadamente por 150 días, variando la producción entre 0,5 y 0,8 litros/cabra/día en respuesta a la escases de pasto y agua. No se llevan registros de ningún tipo.

A pesar de que estos productores han recibido asistencia técnica y capacitación desde hace varios años solo se han adoptado normas higiénicas del ordeño y manejo de la leche para evitar el decomiso, mientras que el resto de las prácticas de manejo se vuelven esporádicas manteniendo altos niveles de ineficiencia en el sistema.

Para abordar el problema, Deza et al, (2014), desarrollaron un programa de investigación que evaluó un modelo técnico-económico □generado participativamente con productores y técnicos□ a

⁴⁶ . Alumna del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles-Ingeniera agrónoma, INTA Santiago del Estero, saracco.florencia@inta.gob.ar

⁴⁷ . Docente a cargo. Ingeniera agrónoma Magister, Catedra de Rumiantes Menores, FCA- UNC, cdeza@agro.unc.edu.ar

efectos de introducir prácticas innovadoras adaptadas a la realidad de pequeños productores caprinos. Previo a la incorporación de tecnología y para evaluar la pérdida de competitividad y sustentabilidad del sistema se evaluó la carga animal que se encontraba excedida lo que justificaba que los animales mostraran una condición corporal baja y una productividad menor a la esperada.

Para profundizar el análisis de causas y el impacto de la adopción de tecnología Deza et al., (2017), diseñaron y aplicaron participativamente indicadores de monitoreo zootécnicos apropiados y aceptados por pequeños productores, lo que se logró por medio de visitas a campo y talleres participativos. Se tomaron en cuenta las apreciaciones de Sarandón, (2002) referidas a la necesidad de que dichos indicadores fuesen generados y validados con los productores tal que los mismos permitieran comprender con claridad los puntos críticos de los sistemas que de otro modo pasarían desapercibidos.

El resultado del trabajo de Deza et al., (2017 1) se resume en la aplicación de una batería de 5 conjuntos de indicadores zootécnicos a saber: reproductivos (R), genéticos (G), nutricionales (N), sanitarios (S) e instalaciones (I), considerando en cada caso variables acordadas en función del manejo apropiado. De este modo, para estimar el indicador R se identificaron 5 variables (época de parto, edad de la cabrilla al primer servicio, descarte por edad, revisión pre-servicio y estructura del hato); para G se identificaron 2 (raza apropiada y selección de reproductores), para N se identificaron 2 (uso de suplementación y Tipo de alimentación); para S una variable (aplicación de plan sanitario preventivo); y para I una variable (diseño eficiente). A cada variable se le asignaron rangos de respuesta, generando un total de 33 respuestas posibles.

Luego Deza et al, (2017 2) agrega y combina a los indicadores zootécnicos 2 productivos para carne y leche con 3 variables cada uno, para determinar la producción sustentable. Los valores obtenidos por cada productor, el calculado a partir del promedio de los mismos y el estimado para la situación mejorada se representaron en un gráfico de tela de araña (Fig 1), lo que permitió hacer visible la distancia entre la tecnología diseñada participativamente y la efectivamente aplicada por los productores, así como el efecto que estas tenían sobre los resultados económicos del sistema.

A raíz de dicha visualización se determinó que la problemática estaba en hatos envejecidos, con baja reposición y chivos estériles; servicio sin estacionar; que redundaba en un alta carga animal para obtener la cantidad de leche que daba sustento al productor. A esto se le sumaba la falta de agua en cantidad y calidad que reducía la productividad; inadecuado manejo de suplementación, insuficiente tiempo de pastoreo, ausencia de balance forrajero, desconocimiento de receptividad y falta de previsión para suplir bache invernal características que no son entendidas en su impacto sobre los resultados del sistema; además los productores se encontraban aislados del circuito y se observó falta de recambio generacional en familias productoras.



Fuente: Deza, C., Ganhegui, M.A., Lambir, J, Mahy, A., 2017 (2)

Conclusiones

El incremento poblacional y la reducción de superficie obliga a pensar en intensificaciones que resulten amigables con el ambiente y la sociedad; lo que implica una correcta estimación de la oferta forrajera, y su consecuente carga animal; eliminación de animales y categorías improductivas; estacionamiento de los servicios; suplementación estratégica; recuperación de áreas de pastoreo y engorde de categorías de abasto con garantía de salida comercial.

El uso de indicadores permite la evaluación y autoevaluación de los sistemas, identificar puntos críticos, analizar la evolución, y la mejora constante.

El graficar los indicadores permite hacer visible para técnicos y productores tanto las distancias como las interacciones de los indicadores.

La intervención a campo es una construcción permanente que requiere un trabajo de equipo respetuoso, interdisciplinario e interinstitucional. Respetuoso del consumidor y del ambiente.

Se sugiere utilizar un enfoque holístico que incluya marcos referenciales agroecológicos, considere el enfoque de agregado de valor y favorezca el asociativismo y relaciones socioculturales.

Como sugerencias a tener en cuenta:

Todos los sistemas tienen sus niveles de ineficiencia

Todos requieren tecnología apropiada, no la misma

A todos les falta más planificación y articulación

Todos los estratos requieren apoyo del Estado

Todos son interdependientes entre sí.

La participación de cada indicador en el sistema de indicadores debe ser diseñado para cada situación.

Bibliografía

- Bedotti, F. 2008. Conferencia 31ª Congreso Argentino de Producción Animal, Potrero de los Funes, San Luís, 15-17 de octubre de 2008.
- Catan, A.; Degano, C.; Renolfi, C.; Larcher, R. y Martiarena, R. 1999. Composición botánica y amplitud de la dieta de caprinos que pastorean en un bosque del Chaco semiárido. *Revista Facultad de Agronomía. (LUZ)*. 16:451-460.
- Deza, C. 2012. Situación actual de la producción de carnes caprinas. Oportunidades de desarrollo. Libro de Disertaciones de Taller Ovinos y Caprinos de Malargüe- Mendoza, Argentina, pag 16-32.
- Deza, C; Aimar V; Ganchegui M. 2014. Acciones innovadoras para la mejora de la producción y calidad de leche en ambientes agroecológicamente restrictivos. SECYT UNC 2014-2016
- Deza, C., Ganchegui, M.A., Lambir, J. y Mahy, A. 2017 (1) Determinación de indicadores de monitoreo de sustentabilidad zotécnica para pequeños productores caprinos. *Revista Argentina de Producción Animal Vol 37 Supl. 1: 173-243 SP 59*
- Deza, C., Ganchegui, M.A., Lambir, J, Mahy, A., 2017 (2) Buenas prácticas de manejo para sistemas caprinos del norte cordobés. Cartilla de difusión técnica. SECYT-UNC
- Ganchegui, M., Lambir Jacobo J., Deza, M.C., Pen, C., Rotela Feroglio, S. 2014 Aportes a la consolidación de la cuenca láctea caprina la majadita en el noreste de la provincia de Córdoba. III Jornadas de Extensión del Mercosur. UNICEN. Tandil, Buenos Aires. ISBN 978-950-658-351-4
- Monzon, J. 2013. Acceso al mercado de pequeñas productoras de leche de cabra y derivados. Programa regional de fortalecimiento institucional de políticas de igualdad de género en la agricultura familiar del Mercosur.
- Pece, N.; Frau, F.; Togo, J; Larcher, G y Paz R. 2008. Estado de situación de establecimientos tamberos caprinos de Santiago del Estero, Argentina. IV congreso Internacional de la red SIAL.
- Sarandón, S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*, SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas. Argentina. E.C.A. ISBN 987-9486-03-X. Cap 20: 393-414

Producción ganadera en Bosque Serrano Nativo del Norte de Córdoba

Saravia Juan J.⁴⁸ y Valdez Horacio A.⁴⁹

Introducción: En los agro ecosistemas de secano semiáridos, la dependencia de los resultados productivos respecto de los factores climáticos es muy alta especialmente en relación a las precipitaciones (Veneciano y Federigi 2005). Los recursos forrajeros de esta región (pastizales nativos y pasturas implantadas) presentan como característica principal, la marcada estacionalidad en la producción de forraje durante la estación lluviosa, mientras que muestran un crecimiento escaso a nulo durante la estación seca. La calidad también está afectada por la estacionalidad, disminuyendo drásticamente la digestibilidad (del 70 al 40%) y el contenido de proteína bruta (del 12 al 4%) a medida que avanza la estación de crecimiento del forraje (De León, 1994). Uno de los principales efectos negativos que produce el bajo contenido de proteína en pasturas mega térmicas (C4) y pastizales naturales, es la reducción en el consumo de energía metabolizable (Poppi *et al.*, 1995).

El objetivo: 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.

Materiales y métodos: En el presente trabajo se describe el seguimiento de una unidad de producción ganadera de cría. Los tratamientos, fueron: 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. El periodo fue de dos series de años, húmedos (800 mm) y secos (600 mm).

Resultado: se observa que los tratamientos más afectados, en los años secos, fueron los de menos tecnología S1T1 y S1T2, mientras que el S2T2 presentó valores intermedios y S2T3 los mejores resultados. Además, la combinación S2T3 fue la que presentó menor variabilidad porcentual entre años secos y húmedos.

Conclusiones: 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 y el manejo de la carga adecuadamente en función de la disponibilidad de forraje.

Bibliografía

- De León, M. 1994. Producción, Calidad y Utilización de pasturas para el subtrópico. Jornadas de Utilización de Pasturas Tropicales, UNT-Facultad de Agronomía y Zootecnia-INTA, Tucumán, Argentina, pp. 40-55.
- Poppi, D.P. and Mc Lennan. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J AnimSci* 1995, 73:278-290.
- Veneciano, J.H., & Federigi, M.E., 2005. Las erráticas lluvias de primavera. *Informativo Rural*, EEA San Luis, INTA, 6: 4-5.

⁴⁸ . Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles-(Agr. Esp.),INTA EEA Santiago del Estero, saravia.juanj@inta.gob.ar

⁴⁹ . Docente a cargo. (Agr. Esp.),Facultad de Ciencias Agropecuarias,Universidad Nacional de Córdoba, investigador adscripto a CELFI-SD, mail

Modelo de estados y transiciones. Utilización para el manejo de bosque en un contexto de MBGI. Estudio de la resiliencia del ecosistema

Trinco Fabio⁵⁰ y López Dardo⁵¹

El modelo funcional de estados y transiciones (MEFET) es una herramienta útil para estudiar la resiliencia de los ecosistemas. Este modelo consiste en definir estados, sus fases internas, umbrales y transiciones entre estados para un determinado sitio ecológico, y los ubica en el espacio de dos ejes. El eje horizontal representa un índice de degradación estructural del ecosistema en relación con la vegetación y el suelo. El eje vertical representa las funciones y procesos presentes en el ecosistema. De esta manera, los estados de referencia son los que presentan una estructura de suelo y vegetación que resulta en el mínimo índice de degradación, y simultáneamente en el mayor número y cantidad de funciones ecosistémicas. A medida que suceden transiciones a estados con índice de degradación mayor, simultáneamente son menos funcionales, y se ubican en otro espacio del gráfico. Estas transiciones pueden ser causadas por procesos ecológicos externos (por ejemplo, un incendio) o por factores de manejo (López et al. 2011, 2013).

Para el desarrollo del presente tema se propone utilizar como ejemplo un MEFET elaborado para bosque nativo de Coihue-Ciprés. Este sistema corresponde a un determinado tipo de sitio ecológico, cuyo estado de referencia es un bosque alto mixto de coihue y ciprés de la cordi (*Nothofagus dombeyi* – *Austrocedrus chilensis*). Para la elaboración del MEFET se utiliza información generada del componente biodiversidad, productivo, suelo y agua. Esta información se integra para generar el índice de degradación del ecosistema, es decir, una medida de cuán degradado se encuentra el ecosistema utilizando variables estructurales. Al tratarse de variables con diferentes unidades, y para generar valores relativos de 0 a 100 se utiliza la distancia de Mahalanobis. Para este modelo algunas de las variables utilizadas fueron: estructura espacial, tamaño de parches y claros, cobertura vegetal total, diversidad/riqueza, profundidad de suelo, stock carbono, entre otras (Cavallero 2012; Cavallero et al. 2015). Con técnicas aglomerativas se definen entonces grupos que comparten un índice de degradación estructural. En cuanto al eje de funciones y procesos del ecosistema se han utilizado como variables: el reclutamiento de nuevos renovales arbóreos, y el crecimiento de los mismos y de aquellos individuos jóvenes (Peri et al. 2017). Asignando el nivel de funciones a cada uno de los grupos definidos previamente, quedan determinados los estados y su ubicación en los dos ejes del modelo.

La resiliencia del ecosistema queda definida por la ubicación de cada uno de los estados dentro del espacio, en donde una pérdida de resiliencia se observa al ocurrir transiciones a estados cuyos niveles funcionales o procesos del ecosistema son menores. Las transiciones entre estados ocurren cuando se cruza un umbral crítico. Los umbrales críticos se definen en aquellos puntos donde una pequeña disminución en el índice estructural (componentes bióticos y/o abióticos) produce una gran disminución (cambio de pendiente) en las funciones o procesos del ecosistema. En el MEFET utilizado como ejemplo existen 3 umbrales críticos que marcan pérdida de resiliencia del sistema, ocurriendo transiciones desde un estado de bosque alto a un estado de matorral o bosque bajo primero, estado de arbustal luego, y finalmente a un estado de pastizal y/o estepa.

El MEFET presentado posee diferentes estados, fases, fases de riesgo y umbrales críticos que determinan la resiliencia del ecosistema. La fase con mayor nivel de funciones ecosistémicas se

⁵⁰ Alumno del curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles. Licenciado en ciencias ambientales. INTA EEA Bariloche <trinco.fabio@inta.gob.ar>

⁵¹ Docente a cargo. Dr. en biología, Ing. Agr. INTA- EEA Villa Dolores <lopez.dardor@inta.gob.ar>

encuentra dentro del estado de referencia y es la de bosque denso de coihue-ciprés. La misma presenta una cobertura de bosque alto de más del 75% y del estrato arbustivo de más del 60%. Los niveles funcionales que la definen son un reclutamiento de 44213 plántulas leñosas/ha, de las cuales más del 75% son arbóreas, y una productividad de madera y leña de 6 a 8 m³/ha/año. Otras dos fases del mismo estado son el bosque ralo de coihue con ciprés y el bosque ralo de coihue-ciprés con sotobosque muy abierto y con una muy baja densidad de renovales. Desde la fase de mayor funcionalidad se puede llegar a cualquiera de estas otras dos fases mediante una extracción selectiva de coihue o pastoreo muy leve. La transición a la fase inicial es altamente probable con supresión de uso. La fase de riesgo de este estado es un matorral alto dominado por especies rebrotantes de gran porte; con semilleros cercanos de *A. chilensis* y *N. dombeyi*. A esta fase se puede llegar mediante un uso ganadero y extracción maderera intermedia. La transición a la fase inicial es probable, siempre y cuando se supriman los factores de disturbio.

El segundo estado, de menor resiliencia, es el de matorral alto (mayor a 4 metros) sin semilleros cerca. A este estado se puede llegar por una transición dada por altas cargas ganaderas y aprovechamiento maderero más intenso y/o incendios. En este caso, una transición positiva al estado de referencia es poco probable, ya que es necesaria restauración activa (resiembra y/o reimplante), y supresión del pastoreo y del uso forestal. Como se ha mencionado anteriormente, para llegar a este estado se ha cruzado un umbral crítico, biótico, que para este estado implica ausencia de semilleros. Otro estado similar al anterior es el de matorral cerrado de radial y ñire, que es posible llegar mediante una transición dada por altas cargas ganaderas, aprovechamiento maderero más intenso y/o incendios y erosión y compactación suelo. Los niveles funcionales de dicho estado son producción de leña 1 a 2 m³/ha/año; forraje 1000 kg/ha.año, no produce madera y una densidad de 5900 plántulas de especies leñosas/ha. En este caso la transición positiva también es improbable, requiriendo re-vegetación con nodrizas.

El cruce de un nuevo umbral crítico desde uno de los dos estados anteriores genera una mayor pérdida de resiliencia, llevando al ecosistema a un estado de arbustal. Este último está dominado por especies leñosas rebrotantes de bajo porte, espinosas o con defensas químicas y poco palatables; y se llega por factores como pastoreo, fuego o sobreextracción de leña. La transición positiva a un bosque bajo es casi improbable, con tiempos muy largos de restauración activa y costosa. El umbral crítico sobrepasado corresponde a extinción local de especies (biótico) y erosión severa en cárcavas (abiótico). El cruce del último umbral crítico lleva al ecosistema a un pastizal o estepa gramínea-arbustiva. En este estado domina estrato herbáceo, con una cobertura del suelo menor al 70%. Las transiciones a este estado son generadas por pastoreo, fuego y sobreextracción de leña. La transición positiva a un estado menos degradado es improbable, con tiempos muy largos y restauración activa muy costosa.

Los avances más recientes en el tema se relacionan con i) aparición de nuevos estados dado por presencia de especies exóticas; ii) estudio de la relación entre estados, umbrales, resiliencia y servicios ambientales (Peri et al. 2017); iii) el estudio de la dinámica de los ecosistemas sometidos a fuegos naturales (Cavallero et al. 2015); iv) Resiliencia en sistemas socio-ecológicos (Easdale & López 2016)

Aspectos de utilidad para mi trabajo

La utilidad del MEFET es muy amplia y este modelo es de gran utilidad para mi trabajo. El doctorado que estoy realizando se centra en el estudio del tipo de sitio ecológico presentado (cuyo estado de referencia es el bosque alto de coihue ciprés). En general, la utilización de este modelo permite tener una visión sistémica de los procesos y de la dinámica del ecosistema, ya que el reconocimiento de los diferentes estados en que es posible encontrar un sitio ecológico evita quedarse con la “foto” del ecosistema y ver la “película”. Esto significa entender la dinámica del ecosistema a lo largo del tiempo y no solamente lo que ocurre en un determinado momento. Si hallamos un pastizal, por ejemplo, que corresponde a un sitio ecológico de coihue ciprés, entenderemos que corresponde a un estado

degradado de un bosque, a pesar de que no hallemos especies leñosas arbóreas, y que lo que estamos observando no siempre fue un pastizal.

En particular estamos estudiando aspectos estructurales y funcionales de ecosistemas ubicados en este tipo de sitio ecológico. Un aspecto estructural de interés es la cobertura de especies herbáceas que podemos encontrar en estados de bosque bajo o pastizal, ya que una de nuestras hipótesis es que una alta cobertura de herbáceas impedirá el establecimiento de especies leñosas arbóreas, constituyendo así un umbral crítico que determina un cambio de estado. De la misma manera que con los umbrales y fases críticas conocidos, conocer en qué medida la cobertura herbácea genera un umbral crítico permitirá generar pautas de manejo que eviten llevar al sistema a fases de riesgo, evitar que se produzcan transiciones no deseadas y cambios de estado y, en última instancia, una pérdida de funcionalidad y resiliencia del ecosistema. Entre los aspectos funcionales, queremos conocer la productividad forrajera de 3 diferentes estados del MEFET: bosque alto, bosque bajo y pastizal. Este conocimiento permitirá analizar las relaciones de compromiso entre aquellas funciones ecosistémicas que se ganan y aquellas que se pierden al ocurrir las transiciones de estados. Además, generará información y herramientas para estimar la productividad forrajera de estos ecosistemas, y adecuar la capacidad de carga según lo requieren los planes de manejo a presentar para cumplir la Ley N° 26331 de Presupuestos mínimos para la protección ambiental de los bosques nativos.

Bibliografía

- Cavallero, L., D. R. López, E. Raffaele, y M. A. Aizen. 2015. Structural-functional approach to identify post-disturbance recovery indicators in forests from northwestern Patagonia: A tool to prevent state transitions. *Ecological Indicators* 52:85–95. Recuperado <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.11.019>.
- Cavallero, Laura. 2012. "Heterogeneidad ambiental y dispersión de semillas en comunidades de distinta edad post-fuego del noroeste de patagonia. Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Biología.
- Easdale M.H., López D.R. 2016. Sustainable livelihoods approach through the lens of the State-and-Transition Model in semi-arid pastoral systems. *The Rangeland Journal* 38: 541-551.
- López, Dardo R., L. Cavallero, M. A. Brizuela, y M. R. Aguiar. 2011. "Ecosystemic structural-functional approach of the state and transition model". *Applied Vegetation Science* 14(1):6–16.
- López, Dardo Rubén et al. 2013. "Linking ecosystem resistance, resilience, and stability in steppes of North Patagonia". *Ecological Indicators* 24:1–11. Recuperado(<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.014>).
- Peri, Pablo Luis et al. 2017. "State and transition model approach in native forests of Southern Patagonia (Argentina): linking ecosystem services, thresholds and resilience". *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13(2):105–18. Recuperado (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21513732.2017.1304995>).

Sistemas Silvopastoriles desarrollados en Misiones y N de Corrientes, Argentina

Vaiman Nicolás⁵²; Barth, Sara Regina⁵³

El uso adecuado del medio ambiente, en sistemas naturales o transformados, es un planteo global y la propuesta más difundida para lograrlo es el desarrollo de sistemas diversificados y amigables con el ambiente al adoptar medidas apropiadas para su protección.

A través de la historia de la humanidad, la agroforestería fue una de las prácticas comunes, en ella se utilizaban árboles con cultivos agrícolas en una íntima combinación (King, 1987). En la actualidad, los sistemas agroforestales involucran al 40% de la población mundial, existiendo diferentes modelos. Uno de ellos, los Sistemas Silvo-Pastoriles (SSP), representan una modalidad de uso de la tierra en la que se combinan árboles con ganado en una misma área con el objetivo de diversificar y mejorar la productividad propiciando la sustentabilidad y la sostenibilidad del sistema. Se obtienen productos pecuarios -carne, leche, lana cuero, etc.- y forestales maderables y no maderables. Otro beneficio de estos sistemas, señala Sotomayor *et al.* (2009), es la protección del bosque al ganado en condiciones climáticas adversas, al suelo disminuyendo el deterioro (erosión, compactación, fuerte insolación, protección de microflora y microfauna), a los cursos y fuentes de agua y además reducen el riesgo de incendios. Estudios realizados muestran que mejora el balance hídrico, favoreciendo la retención de humedad en el suelo a comparación de un campo a cielo abierto.

El clima en la región agro-ecológica que incluye las provincias de Misiones y Corrientes fue clasificado como subtropical húmedo, con régimen hídrico pluviométrico predominantemente isohigro. La precipitación anual promedio es 1824 mm y la temperatura media anual es de 21,5 °C.

En las subregiones ecológicas ubicadas en los departamentos del centro y norte de Misiones se identifica la formación boscosa de la provincia Selva Paranaense, perteneciente al dominio Amazónico (Cabrera, 1976). En la subregión denominada "Campos Misioneros-Correntinos", situada desde el sur de Misiones hasta NE de Corrientes, predominan pastizales y formaciones boscosas en mogotes (isletas) asociados con fuentes de agua.

Los suelos que predominan en Misiones son rojos, profundos, arcillosos y bien drenados. El relieve es ondulado, con pendientes de 3% y predominan molisoles, alfisoles y ultisoles. En Corrientes predominan los suelos arenosos y molisoles que se caracterizan por ser ácidos y con bajos contenidos de fósforo y sodio. Ésta característica limita el crecimiento y la calidad de los recursos forrajeros y también el desempeño productivo y reproductivo de animales vacunos.

Las condiciones de ambas provincias han permitido el desarrollo de la actividad forestal y han llegado a concentrar la mayor superficie forestada del país con especies exóticas (principalmente pinos y eucaliptos). El último inventario forestal indicó un total de 400 mil y 580 mil hectáreas en Misiones y Corrientes respectivamente, con incrementos de 10 mil hectáreas anuales en cada una de ellas (Subsecretaría de Bosques de Misiones; Dirección de Bosques de Corrientes; 2016).

El crecimiento del sector foresto-industrial argentino en Misiones y Corrientes constituye uno de los fenómenos más auspiciosos de la actividad productiva del país. Esto se debe al potencial forestal que se manifiesta por las altas tasas de crecimiento de diferentes especies arbóreas, por climas y vastas extensiones de suelos aptos y los incentivos para el desarrollo de la actividad mediante la ley que la regula con un apoyo económico no reintegrable a los bosques implantados.

⁵² Ing. Agr. Nicolás Vaiman - INTA EEA Concepción del Uruguay, Entre Ríos (alumno del curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles) - vaiman.nicolas@inta.gob.ar

⁵³ Dra. Ing. Ftal. Sara Barth - UNaM - INTA EEA Montecarlo, Misiones (docente a cargo) - barth.sara@inta.gob.ar

En Corrientes y Misiones, ambas con tradición ganadera y forestal respectivamente, los SSP fueron adoptados inicialmente por las empresas forestales. Éstas incluían al ganado en forma acotada en tiempo y espacio. Se pastoreaba el bosque a partir de los 1,5-2,5 años de plantación hasta los 5-6 años y con el único objetivo de eliminar el componente forrajero acumulado convertido en material combustible y disminuir, de esta manera, el riesgo de incendios. El SSP como tal sólo se utilizaba un 25 % del ciclo total forestal.

Posteriormente, productores ganaderos fueron adoptando la actividad forestal e impulsaron los SSP integrando ambas actividades hasta finalizar el ciclo forestal. Al mismo tiempo, estos productores demandaron tecnologías para la instalación y manejo de los SSP, enfatizando la necesidad de mantener un menor número de plantas por hectárea para conocer el efecto de la luz incidente, obtener mayor calidad de madera producida, recursos forrajeros adaptados y cargas ganaderas (Ligier, 2002). Respecto al resto del país, ambas provincias se destacan por la difusión que han alcanzado los SSP. En la provincia de Misiones existen 40 mil ha bajo este sistema (SIFIP, 2010); sumadas a las 60 mil de Corrientes completan aproximadamente 100 mil hectáreas (Esquivel com. pers. 2013).

Los sistemas agroforestales en la región incluyen diversas combinaciones. Algunas de ellas son: *Araucaria angustifolia* ("pino Paraná) con *Ilex paraguariensis* ("yerba mate"), *Paulownia tomentosa* ("kiri") con *I. paraguariensis* y *Manihot esculenta* ("mandioca"), *Pinus spp* ("pinos") con *Zea mays* ("maíz"), *Musa spp* ("bananos") bajo cubierta de bosque nativo, entre otras. En el caso de Misiones, los SSP bajo bosque nativo son insostenibles porque los aclareos necesarios para la conformación de parquizados (reducción de cantidad de estratos del dosel) debilitan los árboles remanentes, dejándolos susceptibles a tormentas que les generan quiebres. En SSP, además de las especies forestales mencionadas, se utilizan *Eucalyptus grandis*, *Grevillea robusta* (con capacidad de disponibilizar el fósforo existente en él; su madera es de alto valor por su apariencia (industria del mueble); *Melia azedarach* (Paraíso gigante) y *Paulownia tomentosa* (Kiri). Éstas últimas han presentado algunos problemas sanitarios en la región, por lo que su uso se ha visto restringido.

En los SSP con pasturas implantadas, las especies forrajeras más comunes son *Brachiaria brizantha*, *Axonopus catarinensis*, *A. compressus* (tolerante a sombra), *Setaria sphacellata*, *Chloris gayana* (halófito), *Panicum maximun* (tolerante a sombra), *Pennisetum sp.*, *Arachis pintoi* (leguminosa), *Tithonia diversifolia* (arbustiva forrajera que además presenta aptitud apícola y tolera suelos de mala calidad). Por otro lado, en pastizal en suelos de drenaje deficiente ("malezales"), se observó que la composición botánica se modifica en un SSP con *Pinus elliottii* en comparación a un pastizal a cielo abierto. Se pudo apreciar que desaparecen especies sensibles a la baja radiación y aparecen especies tolerantes a ello y con mayor valor forrajero, por lo que el aporte nutricional compensa la menor productividad.

La rápida aceptación y difusión de estos sistemas generó demandas por conocimientos sobre las interacciones entre sus componentes, específicamente sobre el efecto de arreglos de plantación, densidades y combinaciones de especies arbóreas sobre la productividad del componente forrajero y animal.

Para evaluar la productividad forrajera también se caracterizó la radiación que llega bajo el dosel arbóreo. Para esto se utilizaron métodos directos (sensores de radiación, luxímetros, ceptómetros) e indirectos (estimaciones visuales, fotografías hemisféricas, estimaciones basadas en variables del rodal como la longitud de copa verde por hectárea). Actualmente se desarrollan tecnologías para estudiar el funcionamiento de sistemas de producción silvopastoriles que integran los componentes suelo-forraje-árbol y ganado (Goldfarb, 2009). También se evaluó el componte animal en términos productivos y reproductivos comparando el desempeño bajo el dosel arbóreo con el de fuera, o a cielo abierto (Navajas *et al.*, 1992).

En cuanto al manejo silvícola, los raleos y las podas son prácticas esenciales para el adecuado manejo de los SSP. Ambas prácticas silvícolas implican la remoción de biomasa foliar, con lo cual tanto el crecimiento como el rendimiento en la cosecha es esperable se vean afectados. Sin embargo, el propósito de los mismos es modelar una escuadría en la que los rendimientos industriales en madera libre de nudos se incrementen. En los primeros años de clausura, las pasturas pueden aprovecharse a través de la confección de heno (rollos o fardos), cosecha de semillas y/o la realización de cultivos como sorgo para silaje.

Para evaluar los efectos de estas prácticas Fassola *et al.* (2002) instalaron diversos ensayos donde se combinaron estos tratamientos en plantaciones de *Pinus taeda* ubicadas en la provincia de Misiones y NE de Corrientes. En esta última provincia se estableció un ensayo en una plantación de 3 años con 1666 plantas/ha y mediante el raleo selectivo se generaron cuatro densidades diferentes, 0% de raleo, 50 % de la densidad original, 75 % y 87,5 % de raleo. En cada densidad se aplicaron cuatro intensidades de podas (0; 30; 50 y 70%, respecto de la profundidad de copa verde), efectuándose en 2, 3 y 4 realces con intervalos de un año entre podas. Como resultado de este ensayo se concluyó que la intensidad del raleo afectó significativamente el crecimiento de la plantación de *Pinus taeda*. Las mayores intensidades de raleo generaron mayores DAP y valores menores de AB y volumen total. Al aumentar el porcentaje de remoción de copas los diámetros de los árboles disminuyeron, y en consecuencia el AB y volumen total/ha. Al aumentar el número de podas los incrementos anuales en DAP, AB y volumen total disminuyeron gradualmente en función de la intervención.

Los manejos requeridos para los SSP tienden a favorecer la producción de madera de calidad. Un estudio comparativo del rendimiento en el aserrado entre ejemplares de dos rodales de *Pinus taeda* a la misma edad, uno manejado bajo SSP con 200 pl/ha y el otro con un manejo forestal intensivo destinado a aserrado, con 400 pl/ha a los 11 años y 300 pl/ha a los 15 años, produjo un mayor rendimiento en grados de calidad superiores en los ejemplares procedentes del SSP.

En un ensayo de *Grevillea robusta* en el que se midieron variables dendrométricas, biomasa, propiedades físicas y mecánicas, y el comportamiento en el aserrado, se lograron obtener modelos aditivos de predicción de biomasa (Barth, 2016). A su vez, se observó que el espaciamiento entre árboles tenía efectos en el tipo de productos a obtener en cuanto a las dimensiones y a la calidad de la madera. La densidad de plantación presentó un efecto significativo en las distintas variables dendrométricas de la masa forestal, siendo más destacado en el diámetro. Comparando la calidad de madera a obtener según la clasificación por grado de apariencia, a nivel individual, los rendimientos de madera de calidades superiores presentaron una tendencia creciente en favor de las menores densidades de plantación. Sin embargo, esta tendencia no se mantenía a nivel de rodal. Si bien a nivel de rodal la mayor producción en volumen y área basal se daba en las mayores densidades de plantación, se obtenían productos de menores dimensiones, lo que reducía su empleo multipropósito. La madera de *Grevillea robusta* no evidenciaba diferenciación en sus propiedades físico-mecánicas entre 162 y 750 árboles por hectárea. Por ende, la especie mostró potencial para la implementación de un sistema agroforestal combinando el desarrollo de fuste maderable de alto valor con el desarrollo del estrato herbáceo con miras a la implementación de un sistema silvopastoril.

Bibliografía

- Barth, S. R. Efectos de la densidad de plantación sobre la biomasa aérea y las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Grevillea robusta* A. Cunningham. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrarias. 151 páginas.
- Cabrera A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2a Edición, tomo II, Fascículo 1, Buenos Aires, 85 pp.

- Fassola H. E., Moscovich F.A., Ferrere P., Rodríguez A.F. 2002a. Evolução das principais variáveis de árvores de *Pinus taeda* L. origem Marion submetidos a diferentes tratamentos silvícolas no nordeste da Provincia de Corrientes, Argentina. 2002. Revista Ciencia Florestal 12(2):51-60. U. Fed. de Santa María. Brasil.
- Goldfarb M.C. 2009. Las oportunidades del sistema silvopastoril a la ganadería. En: Pag.V Congreso Internacional de Braford. [Abril 2009, Punta del Este, Uruguay].
- King, K.F.S. 1987. The history of agroforestry. In HA Stepler, PKR NairEds. Agroforestry a decade of development. ICRAF Nairobi, Kenya, pp 1-10.
- Ligier D. 2002. Análisis ambiental-productivo de sistemas alternativos a la ganadería en la provincia de Corrientes. Memorias de la Reunión de Grupo Técnico en Forrajas del Cono Sur. Zona Campos. XIX- FAO, Mercedes, Corrientes, Argentina, 22-24/Oct./2002. Pp.60-66.
- Navajas S., Lacorte S.M., Fahler J., Casanova D. 1992. Pastoreo de pasto elefante CV "Panamá" (*Pennisetum purpureum* Schum.) bajo cubierta de un monte de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* en el NE de Corrientes. Yvyrareta (UnaM-Fac. Cs. Ftales.), Júlio/1992, pp72:78.
- SIFIP. 2010. Sistema de información Foresto Industrial de la Provincia de Misiones. Disponible en: <http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/index.html>. Acceso 9-10-2010.
- Sotomayor G., Moya I., Teuber O. 2009. Manual de establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles en zonas patagónicas de Chile. INFOR 46 p.

Interacciones en Sistemas Silvopastoriles. Manejo Eco-Fisiológico.

Horacio Viana⁵⁴, Javier Lara⁵⁵, Luciana Martínez Calsina⁵⁶

En los sistemas pastoriles, las pasturas implantadas desempeñan un rol importante en las relaciones suelo-planta-ambiente. Su gran capacidad de producir biomasa, tanto aérea (hasta 12 tn MS/ha/año según especie) como subterránea, favorece la dinámica de nutrientes y el balance de C del sistema suelo.

En los ambientes de clima subtropical con regímenes monzónicos, en donde existe una gran variabilidad interanual y estacional, principalmente en los regímenes térmicos y de precipitaciones, los sistemas productivos suelen ir asociados a escenarios de diversas restricciones edáficas (como salinidad, sodicidad, compactación, suelos pocos profundos, presencia de napas, baja capacidad de retención de agua, bajos contenidos de materia orgánica, etc.) así como climáticas (períodos de sequía y estrés hídrico, precipitaciones marcadamente estacionales, alta evapotranspiración y radiación, así como temperaturas excesivamente altas en verano).

En este contexto, la utilización de un manejo por ambiente o de sitio específico que contemple la variabilidad espacio temporal de los principales factores del suelo asociados al rendimiento de la pastura permite hacer uso más eficiente de los recursos escasos, principalmente agua y nitrógeno, además, ayudaría a mantener la persistencia y a mejorar la utilización de las pasturas. Las defoliaciones periódicas, teniendo en cuenta las tasas de crecimiento foliar y las tasas de senescencias que son específicas de cada especie, favorecen al recambio foliar y el macollaje, lo cual incide directamente y permiten una mayor cobertura del suelo por medio de la canopia vegetal. A su vez, los procesos de defoliación producen la renovación de raicillas secundarias, las cuales al descomponerse aportan C y otros nutrientes al perfil del suelo, debido al mayor tiempo de ocupación del terreno por parte de las pasturas, colaborando a la formación de agregados, mejorando la estructura del suelo, favoreciendo la formación de espacios porosos, facilitando la infiltración de agua, oxigenación de los suelos y mejorando la dinámica del agua en los mismos.

La incorporación de árboles al sistema promueve una serie de interacciones en las relaciones suelo-planta-ambiente que podrían beneficiar la utilización de recursos por parte de las pasturas, más aun cuando se suman leguminosas arbóreas como las del género *Prosopis*, que son fijadoras biológicas de nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis con *Rhizobium*, que toleran altos niveles de conductividad eléctrica, altos valores de pH y son freatófitos que se benefician de una napa freática para complementar sus necesidades hídricas, particularmente en ambientes de gran variabilidad en los regímenes pluviométricos. En este tipo de uso de la tierra, denominados Sistemas Silvopastoriles (SSP), el estrato herbáceo ve disminuida la radiación fotosintéticamente activa incidente (RFAi) tanto en calidad como en cantidad, ya que se produce una absorción selectiva de la misma por parte del dosel arbóreo. Esto desencadena una serie de respuesta adaptativas que tienen como fin maximizar la capacidad de captación lumínica, y eficientizar la utilización de recursos, por medio de cambios en el área foliar específica, disposición de láminas, y composición de éstas (posiblemente menor contenido de fibra

⁵⁴ . Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles, Ingeniero Agronomo, IIACS – CIAP – INTA, viana.horacio@inta.gob.ar

⁵⁵ . Alumno del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles, Ingeniero Zootecnista, IIACS – CIAP – INTA, lara.javier@inta.gob.ar

⁵⁶ . Profesor del Curso Producción Animal en Sistemas Agro-Silvo-Pastoriles, Ingeniera Zootecnista MSc , EEA Famaila – CRTSE– INTA, martinez.luciana@inta.gob.ar

asociado a un mayor contenido hídrico). Si esta interacción es muy intensa, es decir, se restringe en exceso la disponibilidad de luz, la productividad del forraje se vera fuertemente disminuida afectando seriamente la supervivencia de éste. Es de gran importancia, la utilización de recursos genéticos adaptados al sombreado, sobre todo en esquemas productivos donde la cobertura arbórea reduce la radiación en mas del 30 %. Cuando RFAi se restringe en menos de un tercio, el efecto de protección forestal brindaría un subsidio a los pastos. La presencia de árboles colabora a mitigar los efectos de las altas y bajas temperaturas, a disminuir la velocidad del viento favoreciendo la formación de un microclima de mayor humedad dado por una menor evaporación. Por otra parte, aportan materia orgánica a los suelos por medio de la descomposición de ramas, hojarasca y raíces.

Al analizar el componente animal, es importante considerar que el sombreado ayudaría a mitigar los efectos de las altas temperaturas sobre éstos, permitiéndoles utilizar menos energía para mantenerse en una zona de confort térmico lo que podría traducirse en mayor tiempo de consumo. Por otra parte, es de esperar que el consumo de agua sea menor en este tipo de sistemas respecto a un sistema pastoril puro. Aunque, también debe considerarse que, si bien el resguardo forestal disminuye la radiación incidente, cuando las temperaturas son muy altas sumado a una alta humedad relativa y una menor velocidad de viento, condiciones existentes dentro de un rodal forestal o silvopastoril, podría producirse un efecto “sofoque” en el animal conllevando a un cese del consumo de pasto, jadeo y aumento del consumo de agua. A nivel suelo, el SSP favorece el balance de Carbono relacionado al mayor aporte de éste que producen las pasturas y las especies forestales. El aporte diferencial de residuos orgánicos sobre la superficie, sobre todo en sistemas de baja densidad arbórea produciría un efecto localizado en la proyección de la copa. Indicadores como el carbono orgánico (CO) y respiración edáfica (RE) serian interesantes para establecer diferencias en el ciclado de nutrientes en sistemas pastoriles y silvopastoriles (Corbella et al. 2015).

En la experiencia que se lleva a cabo en el IIACS – CIAP – INTA (Leales, Tucumán) desde el año 2010 donde se cuenta con un sistema de recría de vaquillonas Braford bajo un sistema silvopastoril de *Chloris gayana* cv. EPICA INTA-PEMAN, y algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en un marco de plantación lograda en 1998 de 10 m x 10 m, el cual se compara con un sistema pastoril puro de la misma especie, pudo observarse que las diferentes variables estudiadas tanto en el suelo como en la pastura y en la produccion de carne muestran diferencias entre sistemas. Los valores edáficos obtenidos para las variables materia organica, nitrogeno total, actividad FDA, carbono de biomasa microbiana y numero de heterotrofos totales fueron mayores bajo canopia arborea comparados con pastura pura, Dichos hallazgos tuvieron su correlato en una mayor produccion de pastura y de carne. Cabe destacar que si bien la produccion 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 arborea comparadas con la entrecopa similares a la pastura pura. Siendo los valores encontrados para la entrecopa similares a la pastura pura. Estos hallazgos conciden con diversos autores que indican que la incorporacion del arbol genera cambios en el microclima bajo canopia arborea que redundan en diferencias en la dinamica del agua y en el ciclado de nutrientes. A su vez, las diferencias entre los resultados obtenidos bajo canopia arborea y entrecopa indican que el efecto del arbol es local y especifico del area de influencia de la copa. Efecto que toma relevancia en sistemas de baja densidad arborea como el estudiado (86 árboles/hectarea). Es importante recalcar tambien, que las diferencias entre sistemas se acentuan en los años de mayor severidad de deficit hidrico.

Esta información permitiría inferir que la incorporación de árboles a los sistemas productivos tropicales y subtropicales de gran variabilidad climatica, favorecería la nutrición edáfica y el ciclado de

nutrientes, así como la dinámica del agua, lo cual mejoraría el de la pastura traduciéndose en una mayor productividad y calidad de esta.

Bibliografía

- 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.