

54. Resumen y comparación de los sistemas silvopastoriles en seis regiones del mundo

Frey, G. E.; Pachas, A. N.; Noellemeyer, E.; Balmelli, G.; Fassola, H. E.; Colcombet, L.; Stevenson, H. D.; Hamilton, J.; Hubbard, W.; Cubbage, F.W.

North Carolina State University, Dept. of Forestry and Environmental Resources, Box 8002, Raleigh, NC 27695, USA; gefrey@ncsu.edu

Resumen

A pesar de que los sistemas silvopastoriles representan una clase única de sistemas productivos que combinan árboles, forraje y ganado, no son homogéneos en ningún sentido. Los productores integran ganado con plantaciones forestales y bosques nativos en diversas maneras y propósitos. En algunas regiones, la cultura y la tradición determinan que los productores enfoquen su manejo principalmente hacia el ganado y forraje o bien en los árboles, mientras que en otras regiones el enfoque está orientado hacia la producción conjunta. Se presenta una breve descripción y comparación de los sistemas silvopastoriles en seis regiones de cinco países del mundo: Misiones y Corrientes, Argentina, La Pampa, Argentina, el sureste de los Estados Unidos, la Isla Norte de Nueva Zelanda, Paraguay y Uruguay. Luego, se califican los sistemas silvopastoriles en términos del nivel de adopción, nivel de investigación, si reducen los costos o aumentan las rentas y si existe el manejo para la producción conjunta de todos los componentes. Se observó que existen semejanzas y diferencias entre los SSP de las regiones evaluadas.

Palabras clave: *investigación, adopción, Sudamérica, EEUU, Nueva Zelanda*

A review and comparison of silvopastoral systems in six regions of the world

Abstract

While silvopasture systems represent a unique class of production systems that combine trees, forage and livestock, they are by no means homogeneous. Farmers integrate livestock and forest plantations or native forests in many different ways, and for many different reasons. In some regions, culture and tradition cause producers to primarily focus on management of either the livestock and forage or the trees, while in other regions, the focus is on joint production. We present a brief description and comparison of silvopastoral systems in six regions within five countries of the world: Misiones and Corrientes provinces, Argentina, La Pampa province, Argentina, the Southeast United States, the North Island of New Zealand, Paraguay and Uruguay. We then rate silvopasture systems in terms of adoption level, level of research, lower costs, higher returns and intentional integration of the system components. We observe that there are similarities and differences between the regions we evaluated.

Key words: *research, adoption, South America, USA, New Zealand*

Introducción

Los sistemas silvopastoriles (SSP) representan una manera de uso de la tierra donde existen componentes arbóreos, forrajeros y ganaderos juntos en la misma parcela. Incluyen prácticas muy variadas. Los diferentes SSP pueden tener diferentes motivos, prácticas de manejo, y fortalezas y debilidades.

Una actividad valiosa para la investigación, extensión y producción en una región es la reseña y comparación de las varias prácticas en otras regiones del mundo. Una reseña realizada de forma sistemática es una manera importante para que los productores, extensionistas e investigadores en una región puedan aprender de los ensayos y errores de otras. Un resumen de las prácticas e investigación en varios países ayuda a saber en dónde buscar las respuestas a las preguntas o desafíos que se enfrentan. Además, ayuda a definir las preguntas importantes para investigación futura.

El objetivo del presente trabajo es presentar una comparación breve de sistemas silvopastoriles en seis regiones del mundo. Se comparan los sistemas de manejo, los motivos del empleo, los perfiles de los productores y el estado de la información e investigación de los SSP.

Materiales Y Métodos

El presente trabajo es de carácter de revisión de literatura y reseña de experiencias sobre los SSP en seis regiones. Los autores del presente trabajo tuvieron varias oportunidades de investigar, trabajar y observar en numerosas parcelas silvopastoriles; y entrevistar a los investigadores, extensionistas y administradores de los SSP en Misiones y Corrientes, Argentina; La Pampa, Argentina; el Sureste de Estados Unidos; Isla Norte, Nueva Zelanda; Paraguay y Uruguay.

Primero, se presenta un breve resumen del estado de SSP en las seis regiones mencionadas. Los resúmenes están basados en experiencia y observación personal, comunicaciones con administradores y expertos, revisión de la literatura y encuestas con productores. Dichas comunicaciones se llevaron a cabo con los expertos en el campo, quienes han trabajado con varios productores y en la investigación de SSP y sistemas forestales y ganaderos durante muchos años. Aunque es muy arriesgado realizar deducciones solamente en base a la opinión experta, las comparaciones generales pueden ser útiles cuando son confirmadas por múltiples fuentes (Einhorn 1974). Los conceptos que se presentan aquí se han confirmado con varias personas en el campo de los SSP en cada región.

En fin, muchas veces la opinión experta es la única fuente de datos disponible, y puede ayudar a formular investigaciones más precisas en el futuro. Por lo tanto, los resultados del presente trabajo se deben tomar como un resumen o una vista de perspectiva muy general de los SSP en las seis regiones.

En tres de las regiones (Misiones y Corrientes, Paraguay y Nueva Zelanda) también se ha llevado a cabo una encuesta estructurada con los productores de los SSP. Se preguntó a los productores sobre sus sistemas de manejo y las ventajas y desventajas que ellos/as perciben. No se utilizan aquí los datos exactos de las encuestas para análisis estadística, pero se los utiliza para confirmar y ampliar las opiniones expertas.

Para cada región se presentan los siguientes datos:

¿Dónde? – Una explicación de la ubicación y el clima de la región.

¿Qué? – Las especies de plantas (árboles, forraje) y animales (ganado) incluidas en el sistema. Una breve explicación del sistema de manejo.

¿Quiénes? – Los tipos de productores que utilizan los sistemas, su producción tradicional (forestal, ganadería, agricultura) y escala.

¿Por qué? – El motivo del manejo, sea mayor rentabilidad, menores costos, reducción de riesgos, o para cumplir con requisitos ambientales.

Además que lo mencionado, se evalúa el estado de la información e investigación de los SSP en cada región.

Luego, se presenta una colaboración de los autores para clasificar las fortalezas y debilidades relativas de SSP y sus programas de investigación y extensión en cada región. Se utilizó una escala de 1 (menor) a 5 (mayor) para calificar las características de SSP en cada región. Las características calificadas son:

Nivel de adopción: Si los SSP son comunes en la región o no.

Nivel de investigación: Si existen muchos antecedentes de estudios sobre Interacciones biológicas, económicos, sociales; condiciones óptimas de producción conjunta; etc.

Transferencia: Si los productores utilizan los sistemas de manejo desarrollados a través de la investigación.

Reduce costos: Si los SSP ayudan al productor disminuir los costos de producción.

Aumenta rentas: Si los SSP son más rentables que otros sistemas alternativos.

Producción conjunta: Si el SSP está enfocado en la producción de todos los componentes juntos, no solamente un componente. Un sistema centrado en la producción conjunta es uno que se centra en la optimización de todos los componentes para lograr un objetivo global, el cual puede ser por ejemplo la maximización de renta, la minimización de riesgo o costos, o el mejoramiento ambiental. Existen sistemas ganaderos que utilizan el componente forestal solamente para ayudar o aumentar la producción ganadera. También hay sistemas forestales que utilizan ganado para beneficiar a los árboles. Estos sí son SSP, porque involucran el manejo de los múltiples componentes, pero no son sistemas enfocados en la producción conjunta porque el componente secundario no participa en forma directa en el optimización del objetivo global.

Resultados y discusión

La ubicación y el clima

En la tabla 1, se presentan la ubicación y el clima de las regiones investigadas. Es importante notar que la mayoría de las zonas investigadas tienen climas templados cálidos (subtropicales) y húmedos, los cuáles son denominados Cf (Cfa y Cfb) en el sistema de clasificación de climas de Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006). Solamente la región Occidental de Paraguay y la provincia de La Pampa, Argentina tienen climas semiáridos.

Tabla 1. La ubicación y el clima de las regiones investigadas

Región	Ubicación	Superficie (km ²)	Topografía	Clima Clasificación de Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006)	Precipitación anual media (mm)	Temperatura media en enero (°C)	Temperatura media en julio (°C)
Misiones y Corrientes	25-30° S, 53-60° O	118.000	Norte: ondulada Sur: llanura levemente ondulada	Subtropical húmedo (Cfa)	1.800	27	15
La Pampa	35-39° S, 63-68° O	143.000	Llanura levemente ondulada	Seco estepario (BSk)	500	24	8
Sureste, EE.UU.	26-39° N, 75-96° O	1.500.000	Plana a montañosa	Subtropical húmedo (Cfa)	1.200	2-16	28
Isla Norte, N.Z.	34-42° S, 172-179° E	114.000	Montañosa con cimas volcánicas	Marítimo templado (Cfb)	1.200	18	10
Paraguay	19-27° S, 54-63° O	407.000	Plana con algunas serranías	Sabana tropical (Aw) y Subtropical húmedo (Cfa)	400 – 1.700	28	17
Uruguay Bennadji (2008)	30-35° S, 53-58° O	176.000	Llanura levemente ondulada	Subtropical húmedo (Cfa)	1.100	24	12

Los sistemas de manejo y breve descripción de los productores

En la tabla 2 aparecen los valores típicos de los sistemas de manejo de los SSP en cada región. Estos son los sistemas que los productores practican, los cuales a veces no coinciden con las recomendaciones de la investigación y extensión. Además, algunos productores tienen sistemas de manejo con otras especies, densidades más altas o bajas, y más o menos raleos y podas, pero estos son los manejos más típicos de cada región.

Misiones y el Norte de Corrientes, Argentina

Los SSP en Misiones y Corrientes generalmente involucran especies de árboles exóticas plantadas en pastizales naturales o en combinación con pastos exóticos.

Existe una diversidad de clases de fincas en Misiones y Corrientes. El norte de Corrientes y el suroeste de Misiones presentan llanuras de pastizales. Las estancias a menudo incluyen un componente ganadero extensivo, debido a su tradición ganadera. Misiones central y del norte forma parte de la ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), que ha sido colonizada para agricultura (Fassola et al., 2004). Existen en esta región productores de cultivos comerciales de pequeña y mediana escala (PyMES), y algunos de ellos incluyen SSP en su manejo, enfocado en *Pinus* spp. También hay productores forestales de mediana a gran escala que principalmente emplean la misma especie forestal. Existe adopción moderada de los SSP, entre fincas de todas las escalas. La implementación de SSP alcanzó una superficie de aproximadamente 20.000 ha en el año 2007.

Tabla 2. Perfiles de productores típicos de los SSP, y sistemas de manejo típicos.

	Perfil del productor típico de los SSP	Árboles típicos	Regeneración	Densidad inicial (árboles /ha)	Densidad final (árboles /ha)	Poda	Forraje típico	Ganado típico
Misiones y Corrientes	Corrientes y el sur de Misiones: ganaderos extensivos (>1000 ha). Misiones central y del norte: agricultores (<200 ha) y productores forestales (>100) (Fassola et al., 2004).	<i>Pinus taeda</i> , <i>P. elliottii</i> , <i>P. elliottii</i> x <i>caribaea</i> ; <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Araucaria angustifolia</i>	Plantación	700-1.600	150-400 (se recomienda menos: 80-225)	Sí (3-4 veces a 6,5m)	Nativos (<i>Axonopus compressus</i> , <i>Hypoginium vigatum</i>) o exóticos (<i>A. catarinensis</i> , <i>Brachiaria</i> spp., <i>Cynodon</i> spp., <i>Pennisetum purpureum</i>)	Bovino (rodeos cruza Braford y Brangus)
La Pampa	Ganaderos extensivos.	<i>Prosopis caldenia</i> y <i>P. flexuosa</i> ; <i>Schinus fasciculatus</i> ; <i>Condalia microphylla</i>	Natural			No	<i>Piptochaetium napostaense</i> , <i>Digitaria californica</i> , y otros anuales ¹ .	Bovino
Sureste, EE.UU.	Agricultores y productores forestales. Innovadores de gran escala, quienes poseen parcelas más grandes de tierras forestales y de pasturas (total >50 ha). Menos común son los productores de pocos recursos (<20 ha).	<i>Pinus elliottii</i> y <i>P. taeda</i> tienen un turno más corto, pero la madera de <i>P. palustris</i> es percibida como más valiosa y hay interés en reestablecerla. A veces noguerales de <i>Carya illinoensis</i> o maderas duras.	Plantación	Pino: 370-1.000 en grupos de 2 o 3 hileras ² . Nogueral: 45	S/D	A veces sí	Estivales: <i>Paspalum</i> spp. y <i>Cynodon</i> spp. Invernales: <i>Secale cereale</i> , <i>Trifolium</i> spp., <i>Festuca</i> spp. y <i>Lolium</i> spp.; entre grupos de hileras de árboles.	Bovino, a veces ovino y cabras
Isla Norte, N.Z.	Productores experimentados e hijos de productores continuando el manejo de la finca familiar. Tienen un promedio de 500 ha.	<i>Pinus radiata</i> ; <i>Cryptomeria japonica</i> ; <i>Eucalyptus</i> spp.; <i>Acacia</i> spp.; <i>Populus alba</i>	Plantación	1.600	300-350	Sí (3 veces)	<i>Lolium</i> spp., con fertilización de N y herbicida	Ovino
Paraguay	Colonos de varias escalas.	<i>Tabebuia</i> spp. y <i>Cedrela</i> spp.	Natural	50-100		No	<i>Brachiaria</i> spp.	Bovino
	Colonos de varias escalas.	<i>Pinus</i> spp.; <i>Eucalyptus grandis</i> y <i>E. camaldulensis</i> , otros	Plantación	1.333	530	No	Nativos (<i>Axonopus compressus</i> , <i>Hypoginium vigatum</i>)	Bovino
		<i>Prosopis alba</i> y <i>P. nigra</i> ; <i>Leucaena leucocephala</i>	Natural	45	45	Sí	Nativos	Bovino
Uruguay	Industria forestal de gran escala, en combinación con ganaderos locales.	<i>Pinus taeda</i> ; <i>Eucalyptus grandis</i> y <i>E. globulus</i>	Plantación	1.000	200-300	Sí	Nativos	Bovino

¹ Rucci e Iglesias (1990); Estelrich et al. (2006)² Lewis et al., 1985

Para incentivar la industria de productos forestales en Misiones y Corrientes, el gobierno federal de Argentina ofrece un programa de subsidios para compensar los costos de la preparación de la tierra, la plantación, y otras prácticas de manejo forestal, que puede ser utilizado para parcelas silvopastoriles. Sin embargo, desde la crisis financiera de 2001, el pago de los subsidios es lento y con poca frecuencia. Algunos productores de pequeña escala recibieron insumos donados por programas de extensión.

Los beneficios que los productores perciben en los SSP son varios: mayor rentabilidad; microclima mejorado para el ganado y el pasto como protección a bajas y altas temperaturas en invierno (heladas) y verano (stress térmico), flujo de ingreso económico favorable incluyendo una inversión de largo plazo y rentas de corto plazo, reducido riesgo de incendio forestal y reducida cantidad de malezas. Los aspectos negativos principales son: la competencia que ocurre entre los árboles y el forraje, y la complejidad del manejo que esta competencia crea (Frey et al. 2008).

La Pampa, Argentina

El bosque de caldén, llamado el Caldenal, abarca desde la capital provincial de La Pampa, Santa Rosa, hacia el oeste. Incendios de intensidad leve forman una parte natural del ecosistema. Como en muchos de los bosques argentinos, se introdujo ganado bovino al Caldenal hace más de 100 años. Generalmente se maneja el ganado en una manera relativamente extensa en propiedades grandes, permitiendo que deambule por el bosque pastando el estrato inferior, de vez en cuando comiendo hojas y vainas de los árboles. Además, los árboles proveen sombra durante los meses calurosos del verano.

Generalmente no se manejan los árboles para producción de madera, pero se utiliza la madera del caldén y otras especies a menudo para leña y postes, y la madera densa puede servir para pisos y muebles (Bogino, 2006). De hecho, parte de los adoquinados de la ciudad de Buenos Aires del siglo XIX y comienzo del XX habían sido hechos de la madera dura de caldén.

Una desventaja de esta combinación forestal-ganadera es el despliegue de las semillas de caldén en el estiércol bovino. Un rodal de caldén con poco pastoreo tiene un estrato inferior muy abierto, pero un rodal con pastoreo de alta intensidad está lleno de pequeñas leñosas espinosas arbustivas (Estelrich et al. 2005). Además, la presión del pastoreo cambia la composición de las especies, reduciéndose los pastos más apetecibles (Estelrich et al. 2006). Más aún, la biomasa leñosa acelera incendios de alta intensidad, los cuales propagan los matorrales leñosos (Estelrich et al. 2005). Por otro lado, incendios de baja intensidad en rodales más abiertos pueden ayudar a mantenerlos abiertos y promover especies apetecibles (Maquieyra et al. 1985; Sipowicz 1994).

El Sureste de los Estados Unidos

Los SSP en el sureste de EE.UU. generalmente incluyen pinos con una combinación de pastos estivales e invernales y bovinos. Se plantan los árboles en grupos de dos o tres hileras, dejando así un "callejón" de 12m entre los grupos de hileras para permitir la mayor entrada de luz. El forraje en los callejones entre los grupos de hileras de árboles se puede manejar para la producción de heno hasta que los árboles sean de tamaño para tolerar la introducción de ganado. Por la variación de temperatura, es importante mantener ambos tipos de pastos, estivales e invernales.

A pesar de que existen algunos adoptadores de largo plazo, hasta ahora no hay una adopción extendida. Ambos tipos de productores, agrícolas y forestales, han introducido SSP en sus tierras. Aunque no existan límites en la escala de producción, generalmente las operaciones tienen tamaño mínimo de 16 ha para aprovechar de economías de escala. Los productores que practican SSP lo hacen para diversificar su cartera de inversiones forestales y agrícolas, aumentar ingresos totales, proveer sombra para ganado y proporcionar otros beneficios como producción de paja de pino u oportunidades de recreación como la caza cuando el ganado es retirado de la parcela.

Existen productores de pocos recursos que han adoptado los SSP con cabras para maximizar su producción con superficies limitadas y sacar provecho de la población de inmigrantes que compra carne de cabra para los asados de los fines de semanas o feriados. Sin embargo, la mayoría de los adoptadores de los SSP pueden clasificarse como innovadores de gran escala, quienes poseen parcelas más grandes de tierras forestales y de pasturas con ganado bovino, y quienes experimentan con el SSP para aumentar la rentabilidad de sus propiedades.

Los SSP del sur de EE.UU. también incluyen pastoreo bajo especies de madera dura o noguerales. Los noguerales de pecán (*Carya illinoensis*) en las llanuras costeras y planicies aluviales a

menudo integran pastoreo de ganado. La producción de madera no es un objetivo principal de estos sistemas.

Isla Norte, Nueva Zelanda

Varias instituciones en Nueva Zelanda han desarrollado ramas de investigación sobre los SSP muy intensivos. Sin embargo, al menos en la Isla Norte, estos sistemas nunca llegaron a ser adoptados por productores, según entrevistas con productores, académicos e investigadores de la industria forestal. Los productores en la Isla Norte de Nueva Zelanda, sí practican lo que ellos llaman, “sistemas forestales para la finca”, los cuales generalmente incluyen componentes ganaderos (principalmente ovino) y arbóreos manejados en la misma finca, con pocas interacciones.

La Isla Norte tiene el desafío de lluvias continuas invernales y suelos con tendencia de erosión. Por ese motivo, se mantienen plantaciones forestales (generalmente *Pinus radiata*) en los sitios demasiado empinados para ganado. Existen ocasiones cuando los componentes forestales y ganaderos se integran. Algunos productores permiten que las ovejas entren para refugiarse entre los árboles cuando están recién esquiladas, o cuando hay tormentas severas. Algunos productores también permiten que las ovejas entren para comer los pastos que crecen naturalmente debajo de los árboles, pero no es común. Se utilizan especies de árboles como *Cryptomeria japonica* como barreras forestales o cortinas rompevientos para proteger los animales y la pastura.

Los productores citaron principalmente razones medioambientales para justificar su utilización de sistemas forestales. Muchos enfatizaron que los árboles en cortinas ayudan a mantener la productividad de la pastura, y previenen la erosión de los suelos volcánicos. El sistema con dos productos parece acomodarse a las necesidades de los productores; la lana y la carne proveen un ingreso anual y la cosecha forestal provee un ingreso más o menos cada 20 años. El ganado y las plantaciones forestales generalmente ocupan lugares distintos de la finca, con la utilización conjunta en las márgenes de las plantaciones o cerca de las cortinas rompevientos. Las plantaciones forestales proporcionan control de erosión hídrica y eólica, ventajas de microclima, y refugio periódico para ganado ovino y bovino. Sin embargo, generalmente no se mezclan los árboles y el ganado en las mismas parcelas.

Paraguay

Los SSP no son comunes en ninguna región de Paraguay. Sin embargo, algunas experiencias con productores innovadores indican que al menos tres sistemas que combinan ganado y árboles tendrían potencial en el país.

En el Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA) de la región Oriental de Paraguay, algunos terratenientes han raleado el bosque nativo para plantar pasturas exóticas. Este sistema se llama “parquizado”, y es practicado también en otras regiones, como Misiones, pero no es muy común. El raleo inicial puede proporcionar ingresos, pero desde ese momento no se maneja el componente arbóreo para ningún producto forestal. Los árboles ayudan a prevenir que se seque el pasto a causa de las heladas, pero es probable que otras especies estivales rindan mejor a cielo abierto en el verano (Fleitas, comunicación personal). El sistema también tiene la desventaja de una alta probabilidad de caída de los árboles, los cuales pueden destruir cercados o hasta matar ganado, porque los árboles crecieron originalmente en un rodal denso.

La vegetación del Chaco Húmedo, de la región central de Paraguay consiste en praderas nativas con bosques abiertos de palmeras y otras especies. La ganadería con pastos nativos ha sido una fuente tradicional de ingresos en esta región, en estancias relativamente grandes. Algunos productores de gran escala plantaron especies forestales exóticas para sacar provecho de un supuesto subsidio que fue promulgado como ley nacional pero nunca se financió. Se mantiene ganado bajo los árboles, principalmente para reducir el riesgo de incendios forestales y proveer rentas en el corto plazo. Existen también pocos pequeños productores experimentando con los SSP, a través de apoyo de las ONGs.

Un tercer sistema que combina el ganado y los árboles es uno que se desarrolla en el Chaco Central, en la región Occidental de Paraguay. A pesar de que no existan experiencias o investigación de largo plazo sobre el manejo sostenible de los bosques chaqueños, la Iniciativa para la Investigación y Transferencia de Tecnología Agraria Sostenible (INTTAS) está trabajando con varios productores con los SSP (Glatzle, A., 2007, comunicación personal). Se maneja el

sistema para que *Prosopis* spp. pueda regenerar naturalmente en pastizales previamente deforestados. El objetivo de mantener los árboles sería el de mantener la productividad de las pasturas, producir madera de alta calidad para muebles, obtener leña para carbón y posiblemente secuestrar dióxido de carbono para generar créditos para venta en el mercado internacional. También las vainas de *Prosopis* spp. se pueden vender o dar de comer al ganado en los meses invernales. Además se ha mostrado que el crecimiento de pasto debajo de individuos de *Prosopis* spp. es mayor que el crecimiento del pasto alejado de los árboles (Stosiek et al., 2003).

Uruguay

El ecosistema principal de Uruguay es la pradera, generalmente utilizada para ganadería bovina extensiva, con una menor cantidad de ovinos. Más de 70% de la tierra está cubierta de pastizales nativos.

Los SSP en Uruguay son muy comunes, se practican en la mayoría de las plantaciones forestales, y también en tierras de pasturas que tienen parcelas arboladas o árboles en el perímetro. Un poco de historia ayuda a explicar estos sistemas. Tradicionalmente un terrateniente podía tener hasta 1.000 ha, pero podía controlar toda su propiedad él sólo en un día montado en caballo, con un paisaje sin impedimentos para la vista. Desde hace 80 a 50 años, los productores empezaron a plantar árboles, generalmente *Eucalyptus* spp., en pequeñas parcelas o en los perímetros de las parcelas ganaderas, que demostraron utilidad para sombra y abrigo para el ganado y para leña. Sin embargo, nunca se llegó a tener una integración más profunda de los componentes arbóreo y ganadero, en parte porque los ganaderos no quisieron tener impedimentos a las vista.

Los nuevos sistemas silvopastoriles en plantaciones forestales empezaron como extensiones prácticas de los manejos de pequeñas parcelas arboladas y plantaciones de árboles en los perímetros de potreros. Incluyen árboles como el producto principal, con ganado agregado porque no restan de la producción de madera, y ayudan a prevenir incendios. En los 1980s, Uruguay atrajo varios inversores forestales extranjeros. Uruguay actualmente tiene aproximadamente 700.000 ha de plantaciones forestales de especies exóticas. Estas plantaciones generalmente incluyen el pastoreo de ganado bovino como parte del sistema de manejo. Aunque la producción de forraje entre los árboles es limitada, el sistema permite producción forrajera moderada porque generalmente 30 a 40% de la superficie no tiene árboles, debido a limitaciones del suelo; y caminos, cercados y líneas eléctricas. Las empresas forestales generalmente alquilan sus plantaciones para pastoreo a habitantes locales.

Durante los últimos dos o tres años, el costo de la tierra ha aumentado mucho, debido a la enorme inversión extranjera. Este causó la intensificación de la agricultura y emprendimientos conjuntos entre empresas forestales (para utilizar tierra sin comprarla) y terratenientes locales (para recibir alquiler y protección para el ganado). Entonces, se espera que crezca la utilización de los SSP en Uruguay.

Programas

En la tabla 3, se comparan los motivos principales de los SSP en las diferentes regiones, los programas de apoyo que los diferentes gobiernos proveen y las fortalezas de sus programas de investigación. Es interesante notar que el motivo principal de utilizar SSP es bastante diferente en cada región. Por ejemplo, en Misiones se busca la productividad óptima conjunta, mientras que en EE.UU. uno de los principales motivos es la diversificación de ingresos.

En Misiones y Corrientes, el INTA y otros actores han desarrollado un programa de investigación bastante detallado sobre las interacciones biológicas de los SSP.

En La Pampa, la investigación se centra en la producción forrajera, y los impactos que producen los animales y el fuego en la composición de especies y los suelos.

En EE.UU. el NRCS, el Centro Agroforestal Nacional (NAC), el Centro de Sistemas Agroforestales Subtropicales (CSTAF) de la Universidad de Florida y otras unidades de investigación y extensión en varias universidades públicas (Alabama A y M, Florida A y M, Universidad de Auburn, Universidad de Arkansas en Monticello, Universidad Estatal de Carolina del Norte, y otros) han establecido parcelas demostrativas y han trabajado con productores interesados para promover la práctica. La investigación que existe se basa principalmente en lo económico, y la evaluación de los beneficios que los SSP pueden aportar.

En Nueva Zelanda, varias instituciones, incluyendo el Scion (anteriormente el Forest Research Institute, FRI) y algunas universidades de Nueva Zelanda han desarrollado ramas de investigación sobre los SSP muy intensivos. Han elaborado datos e informes sobre el manejo de los componentes arbóreos, ganaderos y forrajeros intencional e integrado, para optimizar la producción conjunta. Existen estudios de manejo silvopastoril con *Populus* spp. (Guevara-Escobar et al., 2007) y *Pinus radiata* (Hawke, 1991). De hecho, los programas de investigación de Nueva Zelanda sirvieron como modelo para programas semejantes en muchas otras partes del mundo. Sin embargo, al menos en la Isla

Norte, estos sistemas nunca llegaron a ser adoptados por productores, según entrevistas con productores, académicos e investigadores de la industria forestal. Además, Scion ha dejado la mayoría de sus programas agroforestales para enfocarse en la investigación sobre biotecnología.

En la región Oriental de Paraguay, existen algunas parcelas demostrativas, por ejemplo en el Servicio Eco-forestal para Agricultores (SEPA) y extensión del Cuerpo de Paz. Los SSP son poco comunes y dependen mucho de los intereses y ensayos de prueba y error de los propios productores. En el Chaco, los programas del INTTAS son los más desarrollados y enfocan en la producción forrajera.

En Uruguay existe investigación sobre la producción y manejo forestal, conducido por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y empresas forestales. También hay estudios sobre la producción animal y forrajera, debido a la larga historia ganadera que tiene el país. Sin embargo, hasta ahora no existen estudios sobre la producción de los dos componentes juntos.

En ninguno de los países existe un programa de investigación que se consideraría completa. En algunas de las regiones (La Pampa, Uruguay) hay bastante investigación sobre uno u otro componente pero no sobre las interacciones que

Tabla 3. Los motivos del empleo de los SSP; y los programas de apoyo e investigación.

	Motivos principales del empleo	Programas de apoyo del gobierno	Programas de investigación
Mnes y Ctes	Mayor rentabilidad (Esquivel et al., 2004); protección a bajas (heladas) y altas temperaturas (stress térmico), flujo de fondos ³ , reducido riesgo de incendio y reducida cantidad de malezas (Frey et al., 2008).	Programa de subsidios para compensar los costos del manejo forestal. El programa recomenzó en 1992 y se mantiene desde 2000 con la Ley 25.080. Además, algunos productores de pequeña escala reciben insumos donados por programas de extensión.	El nivel óptimo de luz para la producción forrajera de varias especies ⁴ , densidad y altura de poda necesaria para crear las condiciones óptimas de luz ⁵ y otros factores.
La Pampa	Minimización de costos para la ganadería. No involucra la eliminación de árboles, y las vainas reducen la necesidad de suplementar la alimentación ganadera en el invierno.		Manejo de fuego ⁶ , efecto de pastoreo a la composición de especies ⁷ , suelos.
EE.UU.	Diversificación de inversiones, mayor crecimiento forestal y forrajero, mayor rentabilidad ⁶ , sombra para ganado, producción de paja de pino, recreación (ej. la caza).	En algunos estados, el Servicio de la Conservación de Recursos Naturales (NRCS) está dispuesto a proporcionar subsidios para compensar los gastos de los SSP.	Finanzas, economía, beneficios que los SSP pueden aportar a los productores ⁸ .
N. Zelanda	Control de erosión, cortinas rompevientos (Gregory, 1995). <i>Pinus radiata</i> provee ingreso de sitios que no sirven para ganadería por el pendiente. <i>Populus alba</i> es	La plantación de <i>P. radiata</i> fue incentivada desde el comienzo de los años 1900s por el ministerio forestal. El servicio forestal proporcionó subsidios forestales en	Interacciones biológicas, condiciones óptimas de producción conjunta.

³ "Flujo de fondos" significa que provee una inversión de largo plazo e ingresos de corto plazo.

⁴ Fassola et al. (2002); Ferrere et al. (2003); Fassola et al. (2006)

⁵ Colcombet et al. (2002); Fassola et al. (2005)

⁶ Maquieyra et al (1985); Sipowicz (1994)

⁷ Rucci e Iglesias (1990); Estelrich et al. (2005); Estelrich et al (2006)

⁸ Dangerfield y Harwell (1990); Clason (1995); Grado et al. (2001)

	valorada por su raíz principal profunda. Las hojas sirven para alimento para ovejas durante sequías.	los años 1950s, y creó puestos de trabajo para la plantación de árboles.	
Para-guay	Microclima invernal mejorado.		
	Reducción de riesgo de incendios forestales.	Subsidio forestal se promulgó pero nunca se cumplió.	
	Microclima estival mejorado, mayor rentabilidad.		Producción forrajera (Stosiek et al., 2003).
Uruguay	Reducción de riesgo de incendios forestales, especialmente después de realizar las primeras podas. El ganado se beneficia de la sombra en el verano y del refugio del frío en el invierno.	Hasta el año 2005 existían subsidios forestales para incentivar la plantación forestal (Ley Forestal 15.939 de 1987).	Producción forestal, producción ganadera y producción forrajera, pero no en combinación.

existen cuando se los combinan. En otras regiones (Misiones y Corrientes, N. Zelanda) se han evaluado las interacciones biológicas, pero menos se han evaluado los aspectos socioeconómicos. Finalmente, en una región (EE.UU.) hay bastante información sobre los beneficios económicos que los SSP pueden aportar a los productores, pero menos información sobre la forma precisa de manejar los sistemas de punto de vista de las interacciones biológicas.

Avances futuros en SSP requerirán investigación completa, planificación decidida y más extensión. Solamente considerando los aspectos biológicos, económicos y ambientales de todos los componentes juntos se logrará un entendimiento mejor. Se necesita más conocimiento científico sobre el crecimiento de árboles en relación al del pasto, salud animal, plagas forestales, reducción del riesgo de incendios, impactos ambientales e implicaciones económicas para ayudar a que los productores mejoren sus SSP, aumenten la rentabilidad y aseguren la sostenibilidad de los sistemas.

Comparación

En la tabla 4 se comparan las fortalezas y debilidades relativas de los SSP y sus programas de investigación y extensión en cada región. El significado de cada criterio se explica en la sección de Materiales y Métodos. Se utilizó una escala de 1 (menor/peor) a 5 (mayor/mejor) para clasificar las características de SSP en cada región.

En términos del nivel de adopción, el estado de investigación y el logro de tener un sistema integrado para una producción óptima de los componentes conjuntos, la región de Misiones y Corrientes, Argentina, parece tener los programas de los SSP más desarrollados. Sin embargo, mientras que en La Pampa, Argentina es muy común y de bajos costos utilizar las áreas de bosque para ganado, no existe un sistema integrado para manejar la producción conjunta.

En la Isla Norte de Nueva Zelanda, no es común integrar los componentes ganaderos y arbóreos y cuando se practica, es generalmente para refugio. En Paraguay los SSP son muy variables, entonces son difíciles de calificar. Sin embargo, se nota que la plantación o regeneración de árboles en los potreros del Chaco Húmedo y Chaco Central puede aumentar las rentas. En Uruguay, es común producir los componentes de ganado y árboles juntos, pero no han investigado mucho la mejor forma de utilizarlos para maximizar producción.

Tabla 4. Calificación relativa de las cualidades de los SSP en las diferentes regiones y países (5 es mayor/mejor)

	Nivel de adopción	Nivel de investigación	Transfe-rencia	Reduce costos	Aumenta rentas	Producción conjunta
Mnes y Ctes	4	3	3	2	4	5
La Pampa	5	2	2	5	2	2
EE.UU.	2	2	2	1	2	4
N. Zelanda	2	3	1	2	2	4/1*
Paraguay	1	1	1	2	3	2
Uruguay	5	2	2	3	3	2

* En N. Zelanda, hay parcelas investigativas muy integradas, pero los sistemas generalmente adoptados no son muy integrados.

Conclusiones

Mientras que reúnen varias características en común, los sistemas silvopastoriles en las regiones de Misiones y Corrientes, Argentina; La Pampa, Argentina; el Sureste de Estados Unidos; Isla Norte, Nueva Zelanda; Paraguay y Uruguay son muy variados. En primer lugar, es obvio que hay diferencias: (1) en la utilización de especies forestales, nativas (en La Pampa, EE.UU., a veces en Paraguay y Misiones) versus exóticas (en Uruguay, Nueva Zelanda, y comúnmente en Misiones/Corrientes) y (2) si los árboles fueron plantados (en Misiones/Corrientes, EE.UU., Nueva Zelanda, Uruguay) o provienen de regeneración natural (en La Pampa, Paraguay). En algunas regiones se utilizan los forrajes nativos o los que crecen naturalmente (La Pampa, Corrientes y sur de Misiones, oeste de Paraguay, Uruguay), mientras que en otras regiones se plantan las pasturas (norte de Misiones, este de Paraguay, EE.UU.).

Más profundas que las diferencias de especies son las diferencias en los motivos de la utilización de los SSP. En Uruguay, el motivo principal de mantener el ganado en las plantaciones forestales es reducir el riesgo de fuego. En La Pampa, los productores dejan pastorear animales en el bosque de caldén porque no implica muchos gastos. En Nueva Zelanda, los productores utilizan sistemas forestales y agroforestales principalmente para prevenir la erosión. En EE.UU. algunos productores buscan diversificación, y en Misiones muchos están tratando de maximizar la rentabilidad total.

Para lograr el aumento del uso de SSP se necesitarían algunos cambios de pensamiento y cultura de los productores. En algunas regiones, la cultura y tradición están muy enfocadas en la ganadería, y se perciben los árboles prácticamente solamente del punto de vista ganadero: si los árboles ayudan o perjudican a los animales y forraje. Tendrían que abrir sus ojos a las posibilidades de beneficios directos de la parte forestal. En otras regiones, tal vez los productores tendrían que aceptar que no verán su propiedad entera porque los árboles impiden la vista.

En resumen, mientras que solamente se analizaron seis regiones diferentes, se observó que hay mucha variabilidad entre los SSP en todo el mundo. Se espera que conocer las diferencias y similitudes ayude a mejorar las tecnologías y la extensión en todos los países.

Agradecimientos

A Sarah Workman, Científica Asistente de Investigación, Universidad de Georgia, que ayudó con el resumen de SSP en EE.UU.

Bibliografía

- Bennadji, Z., 2008. Uruguay. En: Cubbage, F.W. (Ed.), *Forests and Forestry in the Americas: An Encyclopedia*. Society of American Foresters and International Society of Tropical Foresters. Accedido en: <http://forestryencyclopedia.jot.com/WikiHome>, 6 Noviembre 2008.
- Bogino, S.M., 2006. Revalorizar al caldén: Una especie nativa única de la Argentina y del mundo. *SAGPyA Forestal* 37, pp. 2-6.
- Colcombet, L., Lacorte, S.M., Fassola, H.E., Pachas, N., Ferrere, P., Alegranza, D., 2002. Resultados iniciales de un sistema silvopastoril en el norte de Misiones, Argentina, entre *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F2) y *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. Actas en CD 10as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Junio de 2002 Fac. Cs. Ftale., UNaM, INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 7 pp.
- Clason, T.R., 1995. Economic implications of silvipastures on southern pine plantations. *Agroforestry Systems* 29, pp. 227-238.
- Dangerfield, C.W., Harwell, R.L., 1990. An analysis of a silvopastoral system for the marginal land in the southeast United States. *Agroforestry Systems*, 187-197.
- Einhorn, H.J., 1974. Expert measurement and mechanical combination. *Organizational Behavior and Human Performance* 7 (1): pp. 86-106.
- Esquivel, J., Fassola, H.E., Lacorte, S.M., Colcombet, L., Crechi, E., Pachas, N., Keller, A., 2004. Sistemas Silvopastoriles - Una sólida alternativa de sustentabilidad social, económica y ambiental. Actas en CD 11as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Junio de 2004. Fac. Cs. Ftale., UNaM, INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 11 pp.
- Estelrich H.D., Chirino, C.C., Morici, E.F., Fernandez, B., 2005. Dinámica de áreas naturales cubiertas por bosque y pastizal en la Región semiárida central de la Argentina. Modelo conceptual. En: Oesterheld, M., Aguiar, M., Ghersa, C., Paruelo, J.M. (Eds.), *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas: Un homenaje a Rolando J.C. León*, pp. 351-364.

-
- Estelrich, H.D., Chirino, C.C, Morici, E.F. y Fernandez, B., 2006. Above ground biomass and floristics changes in the natural systems of the semiarid Pampas of Central Argentina induced by grazing. Inédito, Facultad de Agronomía, UNLP, Santa Rosa, Argentina. 12 pp.
- Fassola H.E., Ferrere, P., Lacorte, S.M., Rodríguez, A.F., 2002. Predicción de la producción de un pastizal bajo distintas estructuras de canopia de *Pinus taeda* L. en el noreste de Corrientes, Argentina. RIA, 31 (2), pp. 73-96
- Fassola, H.E., Lacorte, S.M., Pachas, N., Keller, A., 2004. Experiencias Sobre Manejo Silvopastoril en Misiones y NE de Corrientes, Argentina. 3er Simposio Latino-Americano sobre Manejo Florestal. Septiembre de 2004. Univ. Fed. De Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, pp. 450-460
- Fassola, H.E., Pachas, N., Lacorte, S.M., 2005. Estimación de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y niveles de sombra bajo dosel de *Pinus taeda* en la Provincia de Misiones y NE de Corrientes. Actas en CD 3er Congreso Forestal Argentina y Latinoamericano. Septiembre de 2005. Corrientes, Argentina. 10 pp.
- Fassola, H.E., Lacorte, S.M., Pachas, N., Pezzutti, R., 2006. Efecto de distintos niveles de sombra del dosel de *Pinus taeda* L. sobre la acumulación de biomasa forrajera de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. Rev. Arg. Prod. An. 26 (2): pp. 101-111.
- Ferrere, P., Fassola, H., Lacorte, S., Allegranza, D., 2003. Producción forrajera de un pastizal bajo distintos grados de cobertura del dosel en una plantación de *Pinus taeda* L. Informe técnico No. 44, INTA: EEA Montecarlo. 11 pp.
- Frey, G.E., Fassola, H.E., Pachas, N., Colcombet, L., Lacorte, S.M., Cubbage, F.W., Pérez, O., 2008. Perceptions of silvopasture systems in northeastern Argentina. Actas en CD 13as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Junio de 2008. Fac. Cs. Ftale. UNaM, INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 9 pp.
- Grado, S.C., Hovermale, C.H. and St. Louis, D.G. 2001. A financial analysis of silvopasture system in southern Mississippi. Agroforestry Systems, 53: 313-322.
- Gregory, N.G. 1995. The role of shelterbelts in protecting livestock: A review. N. Z. J. Agric. Res. 38, p. 423.
- Guevara-Escobar, A., P.D. Kemp, A.D. Mackay and J. Hodgson. 2007. Pasture production and composition under poplar in a hill environment in New Zealand. Agroforestry Systems 69: pp. 199-213.
- Hawke, M.F. 1991. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. Forest Ecology and Management. 45: p.109.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, 15 (3): pp. 259-263.
- Lewis, C.E., Tanner G.W., Terry W.S., 1985. Double vs. single-row pine plantations for wood and forage production. Southern Journal of Applied Forestry, 9, pp. 55-61.
- Maquieyra, C., Schiavi, G., Zingaretti, O., Zorzi, V., 1985. Efecto de un fuego controlado en los estratos gramíneo y leñoso de un bosque de caldén. Rev. Fac. Agron. UNLP 1 (1-2): pp. 97-109.
- Rucci, T.E., Iglesias, D.H., 1990. Disponibilidad forrajera de un pastizal zona del Caldenal. Rev. Fac. Agron. UNLP 5 (1): p. 81.
- Sipowicz, A.H., 1994. Ecología y manejo del fuego en el ecosistema del caldenal. INTA EEA Anguil, La Pampa, Argentina. Boletín de divulgación técnica N° 51: p. 16.
- Stosiek, D., Glatzle, A., Schultze-Kraft, R., Klassen, P., 2003. Tree influence on grassland in the Paraguayan Chaco. Actas VIIth International Rangeland Congress. Durban, South Africa, pp.122-124.
-