

# PRODUCCIÓN FORESTAL

AÑO N°4  
Revista N°9  
Mayo 2014  
ARGENTINA

LA REVISTA FORESTO INDUSTRIAL DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

LA INVESTIGACIÓN  
FORESTAL EN EL INTA

Dr. Tomás Schlichter

## INVESTIGACIÓN FORESTAL

APORTES DEL 4TO CONGRESO  
FORESTAL ARGENTINO Y  
LATINOAMERICANO A LA  
PRIORIZACIÓN DE LA  
INVESTIGACIÓN FORESTAL

Claudia Peirano

INVESTIGACIÓN EN EL  
MARCO DE LOS PROYECTOS  
FORESTALES

Ing. Carolina Lavallol  
Natalia Boglio

# LA IMPORTANCIA DE LAS ESCALAS EN LA APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES



Ing. Ftal. Pablo Luis Peri  
EEA INTA Santa Cruz  
peri.pablo@inta.gov.ar

## SITUACIÓN DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS SILVOPASTORILES EN ARGENTINA

La implementación de los sistemas silvopastoriles (SSP) ha aumentado su auge en los últimos 16 años en diferentes regiones de Argentina (Peri, 2012). El principal desarrollo de los SSP con bosques cultivados se presenta en las provincias de Misiones, Corrientes, Neuquén y la zona del Delta Bonaerense del Río Paraná (Tabla 1), mientras que la implementación de los SSP en bosque nativo se concentra en la región Patagónica y región Chaqueña (Tabla 2).

Actualmente se dispone de información para la implementación de SSP a escala comercial en un amplio rango de condiciones ambientales, lo que permitiría evaluar económicamente las intervenciones silvícolas y disponer de estrategias de manejo empresarial para aumentar el rendimiento. Además, se cuenta con módulos demostrativos en el país que integran mediciones de las diferentes disciplinas y que a la vez sirve al productor como área demostrativa.

### SSP CON PLANTACIONES FORESTALES

En Misiones hasta 2010, el 20% de la superficie total forestal corresponde a SSP (sin tener en cuenta la superficie forestada por Alto Paraná S.A) de las cuales los pequeños productores representan el 15% (50.000 ha). Productores forestales y ganaderos adoptaron los SSP debido a las ventajas ambientales, económicas y sociales (como ser la reducción de estrés calórico de los animales por efecto de la sombra de los árboles, la obtención de madera de grandes dimensiones y alta calidad en turnos cortos donde se compensa la pérdida de 30 a 40% en volumen con precios diferenciales, el incremento de la productividad forrajera y su concentración proteica, disminución de los riesgos de incendio por el pastoreo, reducción del efecto de las heladas y sequías prolongadas sobre la pastura o pastizal, flexibilización de la economía de los establecimientos de pequeños y medianos productores) lo cual generó una fuerte demanda de nuevas tecnologías como la obtención de especies forrajeras adaptadas a condiciones de sombra.

Las especies forrajeras más difundidas son *Brachiaria brizantha* y jesuita gigante (*Axonopus catarinensis*) en SSP con plantaciones de pino (*Pinus taeda*, *P. elliottii* y Pino híbrido) y en menor

medida *Eucalyptus grandis*. La silvicultura aplicada a los SSP es intensa con sucesivos raleos -hasta 4- y podas -hasta 5- desde temprana edad (desde los 2,5 a los 3 años de edad, cuando los árboles alcanzan entre 5 y 6 m de altura total). Las densidades finales forestales recomendadas para los *Pinus taeda*, *P. elliottii* y pino híbrido, son de 75 a 100, 100 a 150 y 125 a 300 árboles/ha, respectivamente (Colcombet et al., 2010).

La provincia de Corrientes es una de las principales zonas con bosques cultivados del país. Cuenta con 6 millones de hectáreas de pastizales donde se desarrolla una ganadería pastoril. El sistema tradicional de cría de la provincia evolucionó a sistemas integrados de cría, recría e invernada. Entre 2002 y 2013, la superficie forestada pasó de 283.028 a 500 mil ha, y como consecuencia de esto, la superficie ganadera se redujo por el avance de plantaciones mayoritariamente con pinos y eucaliptos. La adopción de los SSP entre productores ganaderos se basa en diversificar la producción y mejorar la rentabilidad del sistema tradicional, contándose con cerca de 50 mil ha bajo estos sistemas con diferentes grados de tecnología aplicada.



Sistemas silvopastoriles con Pino ponderosa Patagonia Norte (Neuquén) pastoreados por cabras criolla.

Con la modificación de leyes de fomento a las plantaciones forestales que permitió la plantación a menores densidades se adoptó para los SSP un diseño de Líneas Apareadas con callejones. Los mismos constan de 2, 3 y hasta 4 hileras de

árboles separadas por callejones de distintas medidas, siendo los más observados de 8, 10 y 12 m entre líneas (Goldfarb et al., 2009; Pachas et al., 2009).

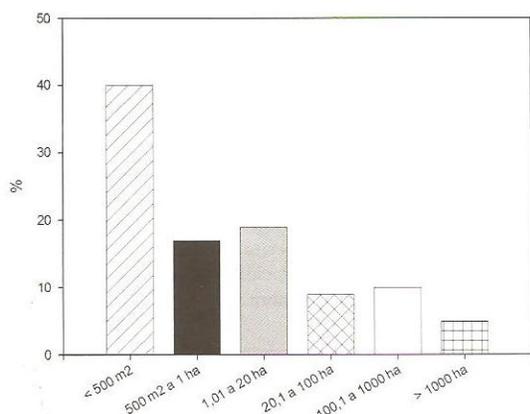


Figura 1. Distribución porcentual (%) de la información generada en los últimos 6 años en sistemas silvopastoriles de Argentina, discriminada según la escala espacial (superficie de las parcelas o área de estudio). Nota: se consideró solo aquellos trabajos en que era explícito el tamaño de la parcela o unidad muestral

Las densidades de plantación con estos diseños varían de 417 a 625 pl/ha. Estos diseños de plantación permiten una mayor incidencia de luz sobre el recurso forrajero bajo el dosel con mejor manejo ganadero, y aunque al turno de corte el número de árboles (entre 196 a 250 pl/ha) es menor que en un sistema forestal puro, se logra una madera de mejor calidad. Los sistemas ganaderos que componen los SSP son mayormente de cría y recría pero en algunos casos se realiza el ciclo completo. El desempeño productivo en términos de ganancias de peso y reproductivos (porcentaje de preñez) observados en los SSP son superiores a los sistemas ganaderos tradicionales. También se está iniciando en Misiones y Corrientes módulos de SSP intensivos donde se consocia *Leucaena leucocephala* con una alta densidad (>10 mil pl/ha) con pasto jesuita gigante o *Brachiaria brizantha*, combinadas con especies arbóreas maderables en callejones de 20 a 30 metros, y pastoreándose el callejón de la leguminosa con la gramínea.

Buenos Aires se encuentra entre las principales provincias con desarrollo de actividad foresto industrial. De acuerdo al Primer Inventario Forestal de Bosques Cultivados publicado por la Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca (2002), el recurso forestal provincial está compuesto de unas 100 mil ha totales de bosques cultivados, concentrado principalmente en la región Delta Bonaerense del Río Paraná y en la región sudeste. Específicamente en el Delta inferior del Río Paraná 80 mil hectáreas se encuentran forestadas de las cuales 60 mil ha se encuentran bajo manejo (MAGyP, 2011). Esta zona es la de mayor aplicación silvopastoril en la provincia de Buenos Aires con una superficie indicada con potencial silvopastoril de 48 mil ha, aproximadamente. (Gaute et al., 2008).

En el Delta el uso del fuego para limpiar los campos es una técnica habitual en la región donde los incendios forestales son frecuentes. En este sentido, eliminar la biomasa de pastos que crecen espontáneamente debajo de las plantaciones utilizando ganado vacuno es una técnica que va en aumento lo que fomenta un uso silvopastoril. Los principales clones de sauce plantados en SSP con pastizal natural son *Salix baylonica* var *Sacramenta*, *Salix babylonica* x *Salix alba* "131/27" y *Salix baylonica* x *Salix alba* "131/25", y los clones de álamos más plantado son *Populus deltooides* "Australiano 129/60", *Populus deltooides* "Australiano 106/60" y *Populus deltooides* "Stoneville 67". En estos SSP,

principalmente se realiza cría vacuna (Aberdeen Angus y Hereford) con cargas medias de 0,4 a 0,5 equivalente vaca/ha y una producción de 60 a 100 kg carne/ha/año.

En el resto de la Región Pampeana (excluyendo el Delta), existen alrededor de 17 mil ha forestadas principalmente con *Eucalyptus globulus* en el Sudeste Pampeano -en torno al puerto de Quequén-. En el resto de las zonas provinciales, predominan las forestaciones de protección (cortinas cortaviento y montes de reparo para ganado) como las plantaciones con álamos y *Eucalyptus viminalis* en el oeste pampeano, *Pinus radiata* en áreas serranas y *Eucalyptus camaldulensis* en la mayor parte de la provincia. En estas áreas la respuesta es exitosa con pastos de praderas naturalizados en toda la pampa húmeda como la cebadilla criolla (*Bromus unioloides*), pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), *Phalaris* sp, *Festuca arundinacea*.

La carga animal (vacunos) en campos naturales es de 0,3 a 0,4 EV/ha, pero con la introducción de pastos mejorados y tecnología de manejo estas cargas pueden duplicarse o triplicarse. La percepción de las ventajas de los SSP radica principalmente en la conversión de plantaciones forestales ya instaladas -muchas de ellas logradas con financiamiento de promociones forestales o subsidios del Estado-que con tratamientos silviculturales de raleo las reconvierten en sitios de pastoreo con reparo.

En la Patagonia, de la superficie total forestada (Chubut, Río Negro y Neuquén), la mayor actividad de SSP con plantaciones se desarrolla en la provincia de Neuquén con vacunos pastoreando ambientes de plantaciones de pino ponderosa conjuntamente con áreas de mallines (zonas del Departamento de Minas y de Junín de los Andes). También existen experiencias (Dpto. Minas) con 390 ha con pino ponderosa y chivas criollas sin separación de ambientes. Es decir, con interacción plena en toda la superficie de animales, árboles y pastizal. A esta superficie se podría agregar una nueva estancia en la zona de Aluminé (5 mil ha) que comenzará a implementar los SSP.

La densidad inicial sugerida para un manejo silvopastoril es de 800 pl/ha y la densidad final de 150 pl/ha, con 2 raleos (a los 12-15 años y el segundo a los 22-25 años dependiendo la calidad de sitio y 2 a 3 podas (la primer poda con el primer raleo y poda posteriores hasta alcanzar 6 m de altura y cilindro nudoso menor a 10 cm) con turnos de corta estimado entre 35 y 40 años. Los aspectos positivos que los productores perciben en la implementación de los SSP están relacionados con el aumento de la rentabilidad del ganado vacuno. Las actividades productivas por separado generan menos ingresos. En el caso particular del norte de Neuquén, los SSP con cabras mitigarían el impacto social de las forestaciones sobre la ganadería trashumante que ocupa tierras fiscales.

Actualmente en el país existen leyes que promocionan la posibilidad de financiar el establecimiento de los sistemas silvopastoriles.

Para el caso de SSP con especies forestales implantadas existe la Ley N° 25.080, prorrogada por su similar, la Ley N° 26.432 hasta 2019, "Inversiones para bosques cultivados". Es común que los productores de Mesopotamia se presenten para forestaciones puras y luego se transforme en SSP, ya que el productor parte con alta densidad -más de 800 plantas- y luego hace raleo perdido y cobraría el total del subsidio. También la ley acepta menores densidades que se adaptan a SSP y con un pago equivalente a las forestaciones tradicionales.

#### SSP EN BOSQUE NATIVO

Aproximadamente el 70% de los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en la Patagonia tienen un uso silvopastoril (Peri, 2009). Sin embargo, existe un escaso manejo silvopastoril integral de

los establecimientos. En la Patagonia Sur, la producción bovina y mixta (bovino+ovino) tiene la mayor participación en los

La región del Parque Chaqueño comprende más de 60 millones de hectáreas, siendo la región forestal más grande del país

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS SILVOPASTORILES DESARROLLÁNDOSE CON PLANTACIONES FORESTALES EN ARGENTINA.

Región o provincia	Superficie total forestada (ha)	Superficie bajo uso silvopastoril (ha)	Principal especie forestal y silvicultura más usual	Tipo principal de pastura usada	Tipo de animal y carga usual	Principal motivo por que se usan los SSP	Porcentaje estimado de lo investigado que se aplica en el campo	Principal limitante para el desarrollo de los SSP
Misiones <sup>1</sup>	365.140	28.500	<i>Pinus taeda</i> , <i>P. elliottii</i> , Pino híbrido y <i>Eucalyptus</i> sp. La silvicultura es intensiva con sucesivas podas y raleos.	<i>Brachiaria brizantha</i> y <i>Axonopus catarinensis</i> Sin riego y sin fertilizante.	Engorde (invernada) de cruzas (Braford o Brangus)  Carga animal de 1,5 a 2,0 animales/ha	Pequeños productores basados en el flujo de caja de la propiedad.	Alta adopción en manejo forestal intensivo, poda raleo, y de especies forrajeras adaptadas a la sombra.	Complejidad del manejo. Para el pequeño productor compatibilizar la producción de pastura (luz) con la comercialización de la madera.
Corrientes <sup>2</sup>	500.0000	50.000	69 % <i>Pinus</i> sp., 30% <i>Eucalyptus</i> sp., 1% Otras (Gravillea, Toona, Paraíso)	<i>Brachiaria brizantha</i> , <i>B. húmida</i> , <i>Setaria phacellata</i> , Pastizal natural	Vacuno de cría y engorde con rodeos Brahaman y cruzas.  Ovinos	Diversificación de la producción del sector ganadero.  Empresas forestadoras hacen SSP, apuntan al volumen	De los ensayos se adopta algunas practicas (control de malezas, manejo silvícola, recurso forrajero y fertilización)	Limitante financiera de la inversión inicial. Limitante cultural.
Delta <sup>3</sup>	80.000	48.073	80% de sauce, 20% de álamo	P a s t u r a s naturales, sin uso de riego ni fertilizantes	Cría vacuna (Aberdeen Angus y Hereford) carga de 0,4-0,5 EV/ha	La intensificación agrícola que desplazó al ganado vacuno hacia zonas marginales como el Delta.	Las empresas líderes de la región son las que utilizan mayoritariamente lo investigado sobre SSP en un 50%.	La disponibilidad de áreas endicadas
Patagonia <sup>4</sup>	82.000	13.000	<i>Pinus ponderosa</i> Densidad inicial de 800 pl/ha y densidad final menor a 150 pl/ha, con raleos y podas.	Pastizal natural, especialmente <i>Festuca pallescens</i> y mallines	Vacuno (raza Hereford), carga usual 0,1 animal/ha	Aumento de la rentabilidad del ganado vacuno. Las actividades productivas por separado generan menos ingresos.	80%, en temas de niveles de cobertura arbórea admisibles para el éxito de los SSP.	Falta de promoción de los SSP. El sector ganadero no visualiza la actividad forestal como rentable.

1 Colcombet et al. (2010); Fassola et al. (2005a,b); Frey et al. (2012); Lacorte y Esquivel (2009); Pachas et al. (2008); Pachas (2010); SIFIP (2010). 2 Elizondo (2008); Goldfarb et al. (2009); Goldfarb y Ezquivel (2010). 3 Casaubón et al. (2008); Gaute et al. (2008); MAGyP (2011); Rossi et al. (2006). 4 Caballé et al. (2009); Fernández 2003; Fernández et al. (2007).

establecimientos con bosque de ñire, con una carga promedio de  $0,65 \pm 0,15$  equivalentes ovinos/ha y predominan las razas: Corriedale (ovino) y Hereford (bovino) (Ormaechea et al., 2009).

La producción ganadera se sustenta en el pastizal nativo conformado en varias zonas por especies naturalizadas de alto valor forrajero como *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Trifolium pratense* (trébol rojo) y *Trifolium repens* (trébol blanco). La propuesta silvícola en SSP con ñire contempla intensidades de los raleos según la calidad de sitio -o régimen hídrico- y aspectos relacionados a la continuidad del estrato arbóreo, quedando excluidos de intervención silvícola aquellos bosques con alturas finales de árboles dominantes menores a los 4 m, debido a la fragilidad ambiental del ecosistema mientras que en sitios de estrés hídrico severo -alturas de los árboles dominantes inferiores a los 5-8 m- se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 50 y 60%.

En sitios con un régimen de precipitaciones más favorable -alturas superiores a los 8 m- se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 30 y 40% (Peri et al., 2009). Los beneficios que el productor percibe de los SSP en bosques de ñire son la protección que provee al ganado de los fuertes vientos o bajas temperaturas -principalmente en época de parición- y el aporte de forraje de calidad.

con 21.278.396 ha de tierras forestales según la Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2005-. De acuerdo al gradiente de temperatura, precipitaciones y aspectos de la flora, se reconocen cuatro subregiones: El Chaco húmedo; el Chaco semiárido (el de mayor superficie); El Chaco árido y el Chaco serrano.

Al intentar cuantificar el uso silvopastoril en la zona, cabe realizar una aclaración ya que el término "silvopastoril" se aplica inadecuadamente a una diversidad de prácticas o tratamientos, lo cual se presta a confusión. En un extremo, podrían ubicarse modalidades con poco manejo y planificación como la "ganadería a monte", que consiste simplemente en hacer pastar o ramonear los animales en el bosque nativo. Estas prácticas -repetidas durante décadas- alteran la estructura del bosque por su efecto directo sobre la regeneración, la calidad del suelo y el funcionamiento del ecosistema. En el otro extremo, se han difundido notablemente prácticas de alta intensidad en remoción de biomasa leñosa, como el "desmonte selectivo", con siembra de especies forrajeras megatérmicas como Gatton panic (*Panicum maximum cv. Gatton*) en el Chaco semiárido y Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) en el Chaco árido, con el fin de incrementar la producción fundamentalmente de carne bovina. Este tipo de uso altera significativamente la estructura del bosque, por dejar en pie árboles de las clases de tamaño mayores, no tiene en cuenta la reposición del estrato arbóreo ni la biodiversidad del ecosistema y se suman prácticas

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS SILVOPASTORILES DESARROLLÁNDOSE EN EL BOSQUE NATIVO DE ARGENTINA.

Región	Superficie total de bosque nativo (ha)	Superficie de bosque nativo bajo uso silvopastoril (ha)	Principal especie forestales y silvicultura más usual	Tipo principal de pastura o pastizal usada	Tipo de animal y carga usual	Principal motivo por que se usan los SSP	Porcentaje estimado de lo investigado que se aplica en el campo	Principal limitante para el desarrollo de los SSP
Región Patagónica <sup>1</sup>	751.640	526.100	<i>Nothofagus antarctica</i> (ñire), intensidad de raleos varía de 40 a 70% de remoción de cobertura de copas según calidad de sitio (régimen de precipitaciones).	Pastizal natural de <i>Festuca</i> sp., <i>Poa</i> sp., <i>Deschampsia</i> sp., <i>Carex</i> sp. Con especies naturalizadas como <i>Holcus lanatus</i> , <i>Dactylis glomerata</i> y <i>Trifolium repens</i> .	Principalmente ganado bovino (Hereford) y producción mixta (bovino+ovino Corriedale) con una carga promedio de 0,62 equivalentes ovinos/ha	Los bosques de ñire proveen de protección de los vientos, en época de parición y/o forraje de calidad	Se estima una adopción actual del 20%.	Falta de Planes de Manejo con carencias en la conectividad para la fauna silvestre, de la continuidad de la regeneración y el cuidado de los recursos hídricos. La seguridad jurídica de la tenencia de la tierra es baja (Chubut). Las condiciones laborales no son óptimas.  Bajo valor de los productos madereros
Región Chaqueña <sup>2</sup>	21.278.396	6.300.000	Bosques mixtos secundarios de algarrobo y quebracho.  Prácticas de rolado de baja intensidad.	Pastizal natural; <i>Cenchrus ciliaris</i> cv. <i>Texas</i> (Buffel grass); <i>Panicum maximum</i> (Gatton panic).	Productores grandes y medianos: cría de bovinos (criollo y cruza de índico). Pequeños productores: mixto, bovino y caprino (cruza de criollo con Nubian).	Servicios ambientales de los árboles para con el ganado Uso múltiple del bosque.	Muy bajo a nivel de medianos y grandes productores. Incipiente en pequeños productores.	Bajo valor de mercado de los productos forestales.  Para pequeños productores: problemas en la tenencia de la tierra, falta de recursos para instalaciones mínimas (alambrados, agua), falta de acceso a información, limitaciones para la gestión.

<sup>1</sup> SAYS (2005); Fertig (2006); Ivancich et al. (2009); Fertig et al. (2009); Peri 2005, 2009a,b; Peri et al. (2009); Ormaechea et al. (2009); Rusch et al. (2009a,b); Sarasola et al. 2008a,b; <sup>2</sup> Carranza y Ledesma (2005); Carranza (2009); Dirección de Bosques – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005); Gomez y Navall (2008); Kunst (2008); Navall (2008).

que le dan mayor intensidad al tratamiento, como repasos de rolados, agroquímicos y fuego. Se estima que alrededor de seis millones de ha tienen algún tipo de uso silvopastoril entre estos extremos. Los SSP de bajo impacto que el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) propone en Santiago del Estero y Córdoba consideran el control secuencial de los arbustos para favorecer la producción forrajera (no los elimina), establece la rotación de áreas habilitadas al pastoreo para favorecer la regeneración forestal, e incorpora una valoración de la diversidad. Además, contemplan una planificación del uso en el tiempo y el espacio que permiten hablar de “sistema silvopastoril”, dándole todo el sentido a este término.

El método de control de leñosas arbustivas, es mecánico, siguiendo los criterios que el equipo técnico denominó Rolado de Baja Intensidad (RBI) -Carranza y Ledesma, 2005; Carranza, 2009; Gomez y Navall, 2008; Kunst, 2008; Navall, 2008-. Sin embargo, esta práctica de uso silvopastoril presenta un número bajo de productores que la practican.

Los aspectos positivos que los productores grandes y medianos

perciben en la implementación de los SSP están relacionados a los servicios ambientales que los árboles proveen al ganado, mientras que los pequeños lo visualizan en el uso múltiple del bosque. Los índices de producción de carne en las explotaciones tradicionales son bajos (entre 4 y 12 kg carne/ha/año) con una capacidad de carga equivalente a 10 y/o 20 ha por Unidad Ganadera (UG). Con la implantación de pasturas en SSP estos valores aumentan la capacidad productiva (de 45 a 80 kg carne/ha/año) con cargas de 2 a 7 ha por UG.

#### PRINCIPALES LIMITACIONES EN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS SSP

Las limitantes en la instalación de los SSP varían según las regiones del país, y si se trata de bosque cultivado o nativo. Por ejemplo, la mayor limitante para la instalación de los SSP en Misiones es la compresión del manejo del sistema que es complejo (comparado con un monocultivo, por ejemplo la forestación con fines de aserradero- dinámico y necesita intervenciones continuas desde los primeros años -desde los 2,5 a los 7 y 8 años de edad) para equili-

brar las interacciones entre los componentes con relación luz-estrato forrajero. Para el pequeño productor la mayor dificultad es compatibilizar el momento de la necesidad de dar luz a la pastura con la oportunidad de comercialización de la madera. Además, los pequeños productores presentan limitaciones para insertarse en los mercados de pinos y eucaliptos que son cada vez más concentrados.

En Corrientes la adopción de estos sistemas por productores ganaderos está limitada por la dificultad financiera inicial, teniendo que disponer del capital para la plantación y manejo silvícola hasta que se concrete el pago del crédito acordado. Otra limitante a la difusión de los SSP, aunque en menor medida, es de índole cultural ya que aún no se visualizan completamente los beneficios de la complementariedad del árbol con el ganado.

La limitante en el Delta para aumentar la aplicación de SSP radica principalmente en la disponibilidad de áreas indicadas.

En la provincia de Buenos Aires la superficie de SSP se desconoce aunque se presume que es muy bajo. La principales limitaciones para la aplicación de los sistemas silvopastoriles se debe a que la agricultura y su rentabilidad ocupan la mayor parte de las tierras de buena calidad, la carencia de *know how* forestal y las dificultades de conseguir plantas, contratistas y mano de obra operativa. Sin embargo el potencial es enorme y sería necesario trabajar sobre estas barreras aprovechando el importante conocimiento de ganadería que hay en esta región.

En éste sentido, la Dirección de Bosques y Forestación del Ministerio de Asuntos Agrarios de Buenos Aires plantea el compromiso de incorporar la forestación al actual sistema productivo agrícola-ganadero reinante en la provincia de Buenos Aires, a través de los Sistemas Agroforestales (SAF), como alternativa para mejorar la rentabilidad global de los establecimientos productivos y al mismo tiempo, contribuir con la detención de la degradación del recurso suelo. De hecho, se escogió una zona piloto para la implementación de este programa a la Región de pampa deprimida por sus características económico-productivas y la factibilidad práctica en el corto plazo de la instalación de forestaciones de servicio (cortinas forestales y montes de reparo).

En el caso de los SSP con pino en la Patagonia, una de las principales limitaciones en su establecimiento es la falta de promoción de estos sistemas. En la actualidad, la actividad forestal se promocionó con el único objetivo de producción de madera. A esto se le suma que el sector ganadero preponderante en la región no visualiza a la actividad forestal como rentable. Para la región del Chaco las limitaciones de la implementación de un SSP integral para los grandes productores se centran en el bajo valor de mercado de los productos forestales y en la falta de consideración de la planificación de uso forestal. En cambio para los pequeños productores las limitaciones son los problemas en la tenencia de la tierra, la falta de recursos para instalaciones de infraestructura mínimas (alambrados, agua) falta de acceso a información, maquinarias y limitaciones para la gestión.

En el bosque nativo de ñire de la Patagonia, las principales limitantes para la implementación integral de SSP radica

principalmente en la falta de planes de manejo que incluya en su formulaciones ajustes de carga animal, mantenimiento de los bienes y servicios del bosque nativo (biodiversidad, calidad de agua, conectividad para la fauna silvestre) y continuidad del estrato arbóreo, entre otros, en un marco situacional donde la cría y el engorde del ganado vacuno en estos ecosistemas irá en aumento.

A esto se le suma que en algunas áreas no existe seguridad jurídica de la tenencia de la tierra y que es bajo el valor de los productos madereros proveniente de los raleos (principalmente el uso es leña, postes y varas). Por esto, resultan prioritarias las acciones relacionadas con políticas forestales y planeamiento de uso del bosque de ñire y la administración y utilización del recurso. En el contexto de mejoras de planes de manejo para los SSP en bosque nativo -a nivel predial y regional- existe la perspectiva cierta que las Direcciones de Bosques de las provincias cuenten con pautas de manejo en el marco del Plan de Manejo Sostenible - Modalidad Silvopastoril dentro de la Ley Nacional de N° 26.331 sobre Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, donde se podrá tener objetivos ganaderos y madereros o solamente ganaderos pero contemplando la persistencia del bosque y tendiendo a aumentar el valor agregado de la madera, en el que las intervenciones permitidas son lo suficientemente moderadas para que el bosque siga manteniendo los atributos de conservación de la categoría II (Amarilla) o las recupere durante el transcurso del plan.



Sistema silvopastoril en bosques de ñire en Patagonia (Tierra del Fuego) con ganado vacuno.

#### CONOCIMIENTO ALCANZADO EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL PAÍS Y COMPONENTES DEL SISTEMA

Basado en el contexto de situación de los principales SSP que se desarrollan en el país presentado previamente, resulta importante analizar en que aspectos de estos sistemas productivos las instituciones como el INTA, las Universidades, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), los gobiernos provinciales y otras instituciones Nacionales están generando información como soporte al conocimiento y apoyo técnico a la implementación y manejo de los SSP. Para esto se efectuó un análisis de lo publicado en el país durante los últimos 15 años. Se relevaron 214 trabajos publicados en relación a los SSP en Argentina. El primer análisis determinó que el 56% de los trabajos presentan información sobre SSP en bosque nativo y el restante 44% corresponde a SSP con plantaciones usando especies forestales introducidas.

Analizando la información generada en cada región del país, queda en evidencia que el mayor conocimiento de los SSP se ha

desarrollado en la Patagonia (30%), en la Mesopotamia (24%) y en el Parque Chaqueño (28%). Si bien existen pocos antecedentes publicados (< 6%) en los usos de los SSP (o ganadería en bosque sin manejo) en bosque nativo correspondiente a la región Monte (principalmente en el sur de Salta, centro de Catamarca, La Rioja y San Juan, centro-este de Mendoza) la región Espinal (centro-sur de Corrientes, norte y centro de Entre Ríos, centro de Santa Fe, este, centro y sur de San Luis, este y centro de La Pampa) y la selva Tucumano Boliviana o Yungas (franja discontinua en Jujuy, Salta, Catamarca y Tucumán- existen evidencias del uso ganadero de estos ecosistemas).

Es evidente que existe un bache de información en estos ecosistemas relacionado con un uso ganadero o silvopastoril mucho más aún teniendo en cuenta las particularidades de estos ecosistemas nativos y sus superficies. Por ejemplo, mientras que para la región del Espinal con una superficie de 2.488.000 ha -bosque xerófilo con predominancia del género *Prosopis* y otras especies de origen chaqueño y donde se destaca los bosques de caldén- y la región del Monte con una superficie de 42.995.400 ha de zonas áridas y semiáridas con formaciones de jarillales (*Larrea* sp. alternando con algarrobales (*Prosopis* sp.) se registró el 5% de antecedentes publicados, para el bosque nativo de ñire en la Patagonia la información generada representó aproximadamente el 22% del país con sólo 751.640 ha.

La Región Pampeana conjuga una serie de características muy favorables para la realización de inversiones forestales bajo uso silvopastoril en su territorio (buenas aptitudes ecológicas para la implantación de forestaciones, existencia de una amplia red de infraestructura y servicios, cercanía a los principales centros de consumo y de transformación de la madera) aún así la aplicación de estos sistemas no ha sido implementada a gran escala, lo cual se vislumbra en la baja generación de conocimiento, 4% de los trabajos publicados en el país.

Se deduce entonces, que el conocimiento generado en los SSP depende de varios factores como el establecimiento espacial en los territorios de las instituciones que investigan o se dedican al desarrollo y la tracción que ejercen las industrias o sectores productivos (como el caso de Misiones con la industria de aserrado) demandando información.

Al considerar la distribución porcentual de los trabajos relacionados a los diferentes componentes de los SSP desarrollados en Argentina, se deduce que la mayor información fue generada en componente del pastizal o pastura (35%). El conocimiento generado en lo que respecta a la producción y manejo del componente arbóreo (24%) representó casi el doble que el componente animal (14%). Sin embargo, en la mayoría de los SSP del país la producción del componente animal representa el ingreso anual de estos sistemas productivos. Esto resalta la falta de información relacionada a la producción animal y al manejo ganadero en los SSP. También se desprende una falencia en el conocimiento respecto a los servicios ambientales de los SSP, principalmente en los que se vienen desarrollando en bosque nativo.

Sólo el 8% de los trabajos publicados en el país brindan información respecto a servicios ambientales como la conservación de la biodiversidad, la capacidad de fijación de carbono la función protectora de suelos y cuencas hidrográficas (incluyendo aspectos de la calidad de agua, paisaje, etc). En la misma dirección, se deduce que la información generada relacionada a los aspectos sociales, como la generación de empleo, condiciones laborales y tenencia de tierras. Y los aspectos económicos, de rentabilidad, valor agregado

de los productos y del mercado) de los SSP es escasa.

## LA ESCALA DE ESTUDIO Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Otro punto importante a resaltar es la importancia que tiene la escala espacial y temporal en los estudios que se realizan en los sistemas silvopastoriles ya que los patrones y procesos que se producen en estos sistemas productivos son dependientes de la escala sobre la cual son observados. De la información generada en los últimos 15 años en Argentina, se deduce que la mayoría de los estudios desarrollados se corresponden con una escala espacial de estudio (parcelas, unidades muestrales) menor a 500 m<sup>2</sup> disminuyendo la proporción de trabajos a medida que la escala espacial aumenta (Figura 1). Existe una relación entre la escala espacial y el componente de los SSP bajo estudio. Las escalas espaciales inferiores a 500 m<sup>2</sup> y 1 ha se corresponden principalmente a trabajos relacionados a los componente de pasturas/pastizal (producción de materia seca, calidad, morfología, fisiología, etc) y arbóreo/forestal (crecimiento, volumen, biomasa, etc), mientras escalas superiores a las 20 ha involucran estudios del componente animal, servicios ambientales y estudios a escala predial. El análisis se desprende un dato relevante: el 57% de la información relevada en los SSP del país fue generada a una escala espacial menor a 1 ha. Sin embargo, en muchos casos se extrapolan las conclusiones a escalas mayores (nivel establecimiento productivo). Si bien es debatible el grado de validez de dichas extrapolaciones, es necesario reconocer que la fuente de variación (o error) e inclusive las relaciones estadísticas entre componentes frente al cambio de escala se modifique con las variaciones ambientales. En cierto modo, la escala espacial determina la respuesta de los componentes de un sistema frente a condiciones y recursos ambientales que son heterogéneos en el espacio, condicionando en gran medida el funcionamiento de los organismos a dicha heterogeneidad espacial (Wiens, 1989). Es decir, factores ambientales que resultan altamente heterogéneos a pequeña escala pueden aparecer como homogéneos a escalas superiores. También la escala de estudio ejerce un efecto de tracción sobre las preguntas a responder a través de trabajos de investigación. Por ejemplo, en la Patagonia Sur se determinó durante 2 años la producción de materia seca (MS) y contenido proteico del sotobosque en bosques nativos de ñire bajo uso silvopastoril en un amplio rango de distribución espacial (diferentes estancias en Tierra del Fuego y Santa Cruz), utilizando una escala espacial de estudio en clausuras de 1,8 m<sup>2</sup>. Lo cual nos permitió entender los principales factores ambientales (luz, humedad del suelo, temperatura, etc) que influyeron en la respuesta del pastizal (Peri, 2009b; Bahamonde et al., 2012). Al elevar la escala espacial a nivel de establecimiento (estancias de 30.000 ha con más de 5.000 ha de bosque de ñire bajo pastoreo) fue necesario generar un nuevo conocimiento a través de la creación de un método de evaluación de pastizales (Método Ñirantal Sur -San Jorge) para la estimación de la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal para diferentes condiciones del ñirantal (Peri, 2009 a) el cual incluye nuevas variables como la cantidad de residuos leñosos en el suelo. En forma similar, respecto al componente animal de SSP con ñire, existen antecedentes de ensayos en los cuales se cuantificó la respuesta productiva de ovinos y bovinos (ganancias de peso vivo individual y por unidad de superficie) en diferentes coberturas arbóreas y condiciones de pastizal y se realiza pero en una escala espacial de potreros inferior a 1 ha, lo cual también limitó la escala temporal a menos de 1 mes de evaluación (Peri et al., 2006).

Estudios a escalas superiores (nivel de establecimiento), permitió responder aspectos importantes del sistema productivo como el uso estratégico de ambientes, ajuste de carga global del establecimiento, separación de ambientes, valores más realistas de señalada, manejo del personal, disponibilidad de aguadas, efecto de depredadores, entre otros (Ormaechea et al., 2011). Por último, se analizó la escala temporal de la información relevada sobre los SSP en Argentina. Del mismo se deduce que el 42% de los trabajos corresponde a estudios evaluados durante menos de 1 año, el 36% corresponde a estudios con resultados entre 1 y 2 años, y el restante 22% a trabajos con resultados de más de 2 años. Sin embargo, hay procesos que ocurren en los SSP que requieren de una escala temporal más amplia como es el caso del efecto del ganado sobre una comunidad vegetal, la evaluación del crecimiento del componente arbóreo, los tratamientos silviculturales interactuando con el sotobosque, el efecto del sistema de pastoreo en propiedades físico-químicas de los suelos o sobre la biodiversidad de un ecosistema, etc.

En síntesis, la escala espacial y temporal de estudio de los SSP determina el rango de posibilidades para detectar patrones o procesos. En general, los estudios a escalas pequeñas son más útiles para evaluar en mayor detalle los mecanismos del sistema, mientras que las escalas mayores nos ofrecen la posibilidad de determinar patrones generales pero que a la vez se relacionan en mayor medida con la escala productiva. Comprender la importancia de establecer con criterio la escala espacio-temporal de los trabajos de investigación en los diferentes SSP que desarrollan en el país nos permitirá una mayor planificación estratégica de los futuros estudios y facilita la interpretación de los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

En los últimos 16 años, la información generada en Argentina respecto a los sistemas silvopastoriles ha aumentado considerablemente. Lo cual brinda herramientas para la instalación y manejo de los SSP, en un marco de uso sustentable (económico, ecológico y social). Para ello es necesario propender a cubrir la falta de conocimiento en las regiones de bosque nativo del Espinal, Monte y las Yungas, como así también en áreas con potencial como la región Pampeana. Los sistemas de pastoreo en los SSP de las diferentes regiones se diferencian por su grado de intensidad, desde sistemas extensivos, caracterizados por largas extensiones de superficie (por ejemplo, en la Patagonia existen grandes cuadros de 2.000 a 5.000 ha) y baja inversión de trabajo y capital, hasta los intensivos donde la incorporación de recursos y tecnologías permite principalmente mejorar la calidad y cantidad de forraje disponible para los animales (por ejemplo, implantación de pasturas en SSP con plantación de pino en Misiones). Estos antecedentes dan la pauta de la falta de información a nivel predial (escala espacial productiva) y en períodos anuales de producción. En este sentido, la escala espacial en general la determinaría con mayor potencia el componente animal. Se deduce del análisis que es conveniente propiciar ensayos o estudios con diseños experimentales simples a largo plazo (escalas temporales mayores), que puedan integrar mediciones de las diferentes disciplinas (producción forestal, ecología, pasturas, componente animal y economía) y que al mismo tiempo, sea presentado ante el productor como un área demostrativa que genere información relacionada a su establecimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Cristina Goldfarb, Nahuel Pachas, Luis Colcombet, Pablo Laclau, Carlos

Carranza, Marcelo Navall, Edgardo Casaubón, Gonzalo Caballé, Romina Lasagno, Sebastián Ormaechea, Héctor Bahamonde y Nidia Hansen por la información brindada de los sistemas silvopastoriles de las diferentes regiones del país.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bahamonde, H., Peri, P.L., Álvarez, R., Barneix, A., Moretto, A., Martínez Pastur, G. 2012. Producción y calidad de gramíneas en un gradiente de calidades de sitio y coberturas en bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. en Patagonia. *Ecología Austral* 22: 62-73.
- Caballé G., Dezzotti A., Sbrancia R., Stecher G., Reising C., Bonvissuto G., Fernández M. E., Gyenge J. y Schlichter T. 2009. Estudio de caso: Interacción entre el pastizal natural, la plantación de pino y el ganado caprino en el sistema silvopastoril experimental de Mallín Verde (Neuquén). *Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*, pp. 423-429. Posadas, Misiones.
- Carranza, C.A., Ledesma, M. 2005. Sistemas silvopastoriles en el Chaco Árido. *IDIA XXI Forestales*. Ed INTA. Año V N° 8: 240-246.
- Carranza, C.A. 2009. Sistemas silvopastoriles en bosque nativo del Chaco Argentino. *Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*, pp. 48-58. Posadas, Misiones.
- Casaubón, E., Gonzalez, A. 2008. Silvopastoral systems with poplar in the lower delta of the Paraná river (Argentina). *Actas 23rd Session of the International Poplar Commission (IPC) – Food and Agriculture Organization (FAO)*, Beijing, China.
- Colcombet, L., Pachas, A.N.A., Fassola, H.E. 2010. Pautas de manejo para la incorporación del género *Pinus* a sistemas silvopastoriles en la provincia de Misiones, Argentina. *Actas IV Congreso internacional de Agroforestería*, Panamá.
- Dirección de Bosques – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005) *Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos*. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR, 116 pp.
- Elizondo, M.H. 2008. *Primer Inventario Forestal de la Provincia de Corrientes: Metodología, Trabajo de campo y Resultados*. Consejo Federal de Inversiones (CFI)-Dirección de Recursos Forestales-Ministerio de la Producción Trabajo y Turismo de la provincia de Corrientes, 70 pp.
- Fassola, H.E., Pachas, A.N.A., Lacorte, S.M. 2005a. 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 3º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. Corrientes, Argentina.
- Fassola, H.E., Lacorte, S.M., Pachas, N., Cechi, E., Colcombet, L., Esquivel, J. 2005b. Evaluación del desempeño de dos enfoques para la estimación de la biomasa forrajera anual de un pastizal con predominio de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. bajo el dosel de *Pinus taeda* L. en el NE de Corrientes. *Actas 3º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. Corrientes, Argentina.
- Fernández M. E. 2003. Influencia del componente arbóreo sobre aspectos fisiológicos determinantes de la productividad herbácea en sistemas silvopastoriles de la Patagonia Argentina. Tesis doctoral, Universidad Nacional del Comahue. 240 pp.
- Fernández M. E., Gyenge J. E. and Schlichter T. 2007. Balance of competitive and facilitative effects of exotic trees on a native Patagonian grass. *Plant Ecology*, 188 (1), 67-76.
- Fertig, M., 2006. Producción de carne bajo distintos sistemas de pastoreo en ñirantales del Noroeste del Chubut. *Carpeta Técnica, Ganadería N° 21*, Junio 2006. EEA INTA Esquel.
- Frey, G.E., Fassola, H.E., Pachas, A.N.A., Colcombet, L., Lacorte, S.M., Pérez, O., Renkow, M., Warren, S.T., Cubbage, F.W. 2012. Perceptions of silvopasture systems among adopters in northeast Argentina. *Agricultural Systems*, 105: 21-32.
- Gaute, M., Mari, N., Borodowski, E., Di Bella, C. 2007. Elaboración de un sistema de información geográfica para el monitoreo de polders en el Bajo Delta Bonaerense durante el período 1985-2005. *Teledetección-Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional*. Ed. Martín. ISBN: 978-987-543-126-3.
- Gomez, A., Navall, M. 2008. Efecto del rolado sobre la estructura del bosque. Implicancias para el manejo forestal. En: *RBI. Rolado selectivo*

- de Baja Intensidad. Editores: C Kunst, R Ledesma y M Navall. INTA EEA Santiago del Estero. Ed . INTA, pp. 118-125.
- Goldfarb, M.C., Lacorte, S.M., Esquivel, J., Aparicio, J.L., Giménez, L.I., Núñez, F., Quirós, O.G. 2009. Producción forrajera en un sistema silvopastoril con diferentes esquemas de de plantación. I. *Brachiaria brizantha* cv Marandú. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 346-350. Posadas, Misiones.
- Goldfarb, M.C., Esquivel, J. 2010. Caracterización de los componentes forrajeros, arbóreos y ganaderos, en modelos silvopastoriles difundidos en la Mesopotamia Argentina. Actas IV Congreso internacional de Agroforestería, Panamá.
- Ivancich H., Soler Esteban R., Martínez Pastur G., Peri P.L., Bahamonde H. (2009). Índice de densidad de rodal aplicado al manejo silvopastoril en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 245-250. Posadas, Misiones.
- Kunst, C. 2008. Implementación de rolados. Aspectos generales: rolados selectivos de baja intensidad. En: RBI. Rolado selectivo de Baja Intensidad. Editores: C Kunst, R Ledesma y M Navall. INTA EEA Santiago del Estero. Ed . INTA, pp. 8-16.
- MAGyP. 2011. Mapa de plantaciones forestales del Delta. Sistema de Información Geográfica e Inventario Forestal. Dirección de Producción Forestal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación (MAGyP).
- Lacorte, S.M., Esquivel, J.I. 2009. Sistemas silvopastoriles en la Mesopotamia Argentina: Reseña del conocimiento, desarrollo y grado de adopción. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 70-82, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Navall, M. 2008. Rolados y manejo forestal. En: RBI. Rolado selectivo de Baja Intensidad. Editores: C Kunst, R Ledesma y M Navall. INTA EEA Santiago del Estero. Ed . INTA, pp. 72-85.
- Ormaechea S., Peri P.L., Molina R., Mayo J.P. (2009). Situación y manejo actual del sector ganadero en establecimientos con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 385-393. Posadas, Misiones.
- Ormaechea, S., Peri P.L., Anchorena, J., Cipriotti, P. 2010. (2011) A comparison of two types of sheep grazing management in a forest-grass steppe ecotone in southern Patagonia. Actas IX International Rangeland Congress, pp. 661. Rosario, Santa Fé.
- Pachas, A.N.A., Colcombet, L., Correa, M., Henning, H.H. 2008. Producción forrajera de *Axonopus catarinensis* Valls bajo diferentes densidades de *Eucalyptus grandis* en sistemas silvopastoriles. Actas 13 Jornadas Técnicas, Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones.
- Pachas A.N.A., Goldfarb M.C., Pinazo M.A. 2009. Caracterización de la radiación fotosintéticamente activa disponible en el sotobosque de plantaciones de "Pino híbrido" con diseño de callejones. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 205-212, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Pachas, A.N.A. 2010. *Axonopus catarinensis* y *Arachis pintoi*. Alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de la provincia de Misiones, Argentina. Tesis de Magister de la Universidad de Buenos Aires (UBA), Area Recursos Naturales, 145 pp.
- Peri, P.L., 2005. Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. IDIA XXI Forestal. Año V. N ° 8 pp. 255-259.
- Peri P.L. 2012. Implementación, manejo y producción en SSP: enfoque de escalas en la aplicación del conocimiento aplicado. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 8-21, Ediciones INTA. Santiago del Estero, 9 al 11 de Mayo 2012.
- Peri, P.L., Sturzenbaum, M.V., Rivera, E.H., Milicevic, F., 2006. Respuesta de bovinos en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur, Argentina. Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Pecuaria Sostenible, 7 pp., Varadero, Cuba.
- Peri P.L. (2009a). Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 335-342, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Peri P.L. (2009b). Sistemas silvopastoriles en Patagonia: revisión del conocimiento actual. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 10-26. Posadas, Misiones.
- Peri P.L., Hansen N., Rusch V., Tejera L., Monelos L., Fertig M., Bahamonde H., Sarasola M. (2009). Pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en la Patagonia. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 151-164. Posadas, Misiones.
- Rusch, V., Sarasola, M., Hansen, N., Roveta, R., 2009 a. Criterios e Indicadores como método para guiar la Sustentabilidad. a-Principios generales, y Criterios e Indicadores ambientales en sistemas silvopastoriles con ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 109-164. Posadas, Misiones.
- Rusch, V., Sarasola, M., Hansen, N., Roseta, R., 2009 b. Criterios e Indicadores como método para guiar la Sustentabilidad. b-Aspectos productivos y socioeconómicos en sistemas silvopastoriles con ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 368-379, Posadas, Misiones.
- Sarasola, M., López, D., Gaitán, J., Siffredi, G., 2008 a. Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques de ñire en la cuenca del río Foyel. Actas de la Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – EcoNothofagus 2008, pp. 156-164. Esquel, Chubut.
- Sarasola, M., Fernández, M.E., Gyenge, J., Peyrou, C., 2008 b. Respuesta de los ñires al raleo en la cuenca del río Foyel. Actas de la Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – EcoNothofagus 2008, pp. 47. Esquel, Chubut.
- SIFIP. 2010. Sistema de Información Foresto-Industrial Provincial-Misiones. <http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/index.php>.
- Wiens, J.A. 1989. Spatial Scaling in Ecology. Functional Ecology, 3(4): 385-397.