

22. Evolución de sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* – *Brachiaria brizantha* y *Penisetum purpureum* en predios de pequeños productores en el NE de Misiones, Argentina

Colcombet, L.; Pachas, N.; Carvalho, A.

INTA, EEA Montecarlo. Av. del Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Icolcombet@montecarlo.inta.gov.ar

Resumen

Entre 2001 y 2003, se instalaron parcelas de experimentación adaptativa silvopastoriles en predios de pequeños productores de la provincia de Misiones. Consistieron en tres densidades de *Pinus elliottii* (500, 250 y 125 árb.ha⁻¹) implantadas en 1996 y 1998, combinadas con *Brachiaria brizantha* y *Penisetum purpureum*. Estas fueron pastoreadas en forma rotativa por el ganado mayor del que disponía el pequeño productor. Los resultados preliminares de la experiencia recogida a septiembre 2008 indican que: a) Los crecimientos del *Penisetum* fueron apenas suficientes para proveer 1 a 2 pastoreos al año. b) Que para mantener el Sistema Silvopastoril (SSP) satisfactoriamente con *Brachiaria brizantha* fue preciso lograr el 50% o más de incidencia de luz fotosintéticamente activa sobre el estrato herbáceo. Esto se logró, hasta los 12 años de edad, en aquellas parcelas donde, si se redujo la densidad hasta 250 árb.ha⁻¹ a la edad de 3 – 5 años, estimándose que podría mantenerse hasta los 15 años de edad con densidades iniciales de 125 árb.ha⁻¹. Debería ser posible considerar aclareos comerciales viables de las densidades 250 y 125 árb.ha⁻¹ a los 12 y posiblemente bajar a 75 árb.ha⁻¹ a los 15 años de edad. Estos regímenes intensivos de aclareos y poda hasta los 7 m de altura, implican sacrificios volumétricos de madera del orden del 40% y 70% respecto de la densidad 500 árb.ha⁻¹, que se compensaron con incrementos diamétricos superiores en las densidades 125 y 250 árb.ha⁻¹.

Palabras clave: Interacciones, raleo, poda, productividad

Evolution of Silvopastoral systems of *Pinus elliottii* – *Brachiaraiia brizantha* and *Penisetum purpureum* on small farms in NE Misiones, Argentina

Abstract

In 2001 and 2003, silvopastoral systems (SSP) adaptative experimental trials plots were installed in farms belonging to smallholder in Misiones province, Argentina. They consisted in three *Pinus elliottii* var *elliottii* densities (500, 250 and 125 stems.ha⁻¹) planted in 1996 and 1997 combined with *Brachiaria brizantha* and *Penisetum purpureum* grasses. Rotation grazing was applied, using the cattle the farmers owned. Preliminary results from the experience followed up until September 2008 indicates that: a) The *Penisetum* sp. grassland is only enough to provide 1 - 2 grazings.yr⁻¹). To maintain satisfactory SSP with *Brachiaria brizantha*, over 50% photosynthetically active radiation (PAR) had to be attained at grass height. This objective was achieved up to 12 years if the density was reduced to 250 stems.ha⁻¹ at age 3 – 5 years and possibly, up to age 15 years starting with 125 stems.ha⁻¹ at age 3 – 5 years. It ought to be feasible to undertake a commercially viable thinning from 250 to 125 stems.ha⁻¹ at age 12 and possibly to 75 stems.ha⁻¹ at age 15 years. These intense thinning regimes and pruning up to 7 m high, implicate sacrificing 40% and 70% in volume compared to the plots with 500 stems.ha⁻¹. This loss of volume is compensated by the higher diameter increments in the 125 y 250 stems.ha⁻¹ plots.

Key words: Interactions, thinning, pruning, productivity

Introducción

En 1999, extensionistas e investigadores realizaron un taller cuyo objeto fue identificar y priorizar temas de experimentación para apoyar al componente de extensión/desarrollo rural en predios de pequeños productores incluidos en el “Proyecto Forestal de Desarrollo” (PFD), que disponía de financiamiento de la SAGPyA y del BIRF. La principal necesidad identificada fue la implementación de sistemas silvopastoriles bajo plantaciones forestales. En 2001, se pone en marcha un proyecto de experimentación adaptativa (PEA) silvopastoril en predios de pequeños productores de la provincia de Misiones. El proyecto tiene por objeto validar la propuesta de implementar sistemas sil-

vopastoriles bajo plantaciones de *Pinus elliottii* var. *elliottii* combinados con *Brachiaria brizantha* y *Penisetum purpureum*, pastoreados en forma alternativa con el ganado disponible por parte de los pequeños propietarios en los cuáles se implementa el PEA.

La selección de especies surgió de un segundo taller donde se expusieron y discutieron los datos e informaciones disponibles hasta el momento entre los extensionistas e investigadores del INTA, Centro Regional Misiones sobre sistemas silvopastoriles bajo plantaciones forestales. Los criterios de priorización de especies seleccionadas fueron la seguridad y plasticidad de manejo y comercialización para lograr productos superiores en las condiciones subtropicales con presencia de heladas de la región y sobre los suelos degradados que típicamente disponen los pequeños productores.

Antecedentes

Del 2º taller surgió: a) Que el *Pinus elliottii*, si bien dispone de menores ritmos de crecimiento que los *Pinus taeda* y *Pinus caribaeas*, también dispone de selecciones locales con buena rectitud de fuste en huertos semilleros de la propia institución. b) Que *Brachiaria brizantha*, si bien es una especie forrajera subtropical netamente estival sensible a las heladas invernales, presenta una productividad potencial alta, de 8 tn.ha⁻¹ de materia seca (MS), y mejora su comportamiento bajo ciertos grados de sombreado. c) Que si bien *Penisetum purpureum* es una especie altamente heliófila y podría presentar debilidades en la curva de aprendizaje de manejo por parte de los productores, aún conservaría un potencial de crecimiento aceptable (8 tn.ha⁻¹) bajo algunos grados de sombreado y puede constituir una importante fuente de forraje verde para paliar el prolongado (de abril a octubre) bache de producción invernal de la brachiaria.

Los pequeños productores típicamente acceden con dificultades y bajos precios a los mercados de maderas de pino de diámetros inferiores a 25 cm en punta fina, a excepción de las trozas basales podadas. A su vez: a) Los regímenes de manejo de mediana densidad (800 – 1.250 árb.ha⁻¹) y alta densidad de árboles (más de 1.250 árb.ha⁻¹) disminuyen la habilidad de lograr árboles con DAP's altos a temprana edad (Crechi, 2005) y atentan con la disponibilidad de radiación fotosintéticamente activa (RFA) (Fassola, 2005) en el estrato herbáceo, y b) los productores tienden a atrasar los raleos cuando sus expectativas de precio altos de la madera no se cumplen y c) existe escasez de datos e información local sobre manejos tendientes al "one shute" neozelandés. Por estas dos razones, se decidió implementar el PEA con densidades igual o menores a 500 árb.ha⁻¹ a corta edad.

Las características del ensayo hacen énfasis en los procesos de validación y aprendizaje en las reales condiciones existentes en el entorno. Por ello se replicó el ensayo en 8 predios dentro de la provincia de Misiones, partiendo siempre de plantaciones logradas planificadas a 800 árb.ha⁻¹ con pérdidas inferiores al 15% a los 3 – 5 años de edad. Si bien se logró plantear la experiencia en todos los sitios, la heterogeneidad de micro-sitios y manejos posteriormente aplicados, limitó la posibilidad de alcanzar resultados estadísticos rigurosos.

Materiales y métodos

Cada experiencia se planteó sobre una plantación lograda de *Pinus elliottii* var. *elliottii* con densidades planificadas de 800 árb.ha⁻¹ y pérdidas inferiores al 15% a los 3 y 5 años de edad respectivamente. Cada plantación de 1,2 – 1,5 ha de superficie, fue dividido con alambrado eléctrico en 2 partes iguales, una para cada especie forrajera seleccionada (*Brachiaria brizantha* y *Penisetum purpureum*). En cada mitad de ensayo, se redujo inicialmente las densidades existentes a 500 y 250 árb.ha⁻¹ y, al año siguiente, a 125 árb.ha⁻¹ en aquellos tratamientos donde ello correspondía. Ambas parcelas fueron podados a 2,5 m de altura. Se elevó la podad de la parcela implantada en 1996, a 4,3 m y 6,9 m en 2003 y 2005 respectivamente. Se elevó la poda a 3,8 m en la parcela implantada en 1998 en 2004. Cada tratamiento esta inserto en un rectángulo de superficie variable y número fijo de 15 árboles medibles dispuestos en 3 filas, a los cuales se sumó una fila de bordura. El manejo posterior consistió en podas. La inicial, inmediatamente después del 1er aclareo a 2,5 m en todas las parcelas y tratamientos. Se elevó la altura de poda en aquella parcela plantada en 1996 a 4,3 y 6,9 m en 2003 y 2005 respectivamente. El mismo trabajo fue desarrollado en la parcela plantada en 1998, a 3,8 m de altura en 2003.

Las pasturas fueron implantadas en 2001-2002, luego de haber efectuado el primer aclareo a 500 y 250 árb.ha⁻¹. Se manejó el forraje simulando un pastoreo rotativo, ingresando una carga instantánea de ganado de aproximadamente 1.500 kg.ha⁻¹) cuando la altura del pasto lo permitía y

sacándolos cuando el material remanente en pie lo aconsejaba. Los primeros pastoreos fueron suaves, "de implantación" a partir de los 3 meses de edad. Los pastoreos posteriores, "comerciales", se implementaron a partir de los 18 meses de edad, una vez que se hubieron establecido en forma sustentable.

Las componentes medidas fueron: a) de los árboles, diámetro a la altura de pecho (DAP), altura total (H_T) y a la base de la copa (H_{BCV}); b) del forraje, para la brachiaria materia verde (MV) y materia seca (MS) anual, mediante 3 jaulas de 0,25 m² e cada tratamiento y, c) a partir de 2006, la medición de radiación fotosintéticamente activa (RFA) empleando un septómetro Decagon. Se observó también: a) el estado de los animales a través de la condición corporal (Sanpedro, 2003) y, b) a través de observaciones dentro de un anillo de 0,25 m² lanzado, al azar, 10 veces en cada uno de los tratamientos, de la posición de las hojas y tallos, el grado de enmalezamiento, la corrección del pastoreo (altura de entrada y altura de salida, frecuencia, carga animal).

Resultados y discusión

De los 8 ensayos implantados, se establecieron correctamente 6. Por diversas causas relacionadas al manejo, se siguen obteniendo medias y desvíos estándares de 2 ensayos.

Las parcelas plantadas en 1996 y 1998 registran los resultados consignados en las tablas 1 y 2 respectivamente. En los tratamientos con *Brachiaria brizantha*, se lee una diferencia de crecimiento diamétrico, en las parcelas 96 y 98 de 1 y 3 cm respectivamente, para el conjunto de las densidades 250 – 125 árb.ha⁻¹ comparada a la densidad 500 árb.ha⁻¹. El incremento de las áreas basimétricas G, es llamativamente homogéneo en todos los tratamientos de la parcela 1996 (110% - 136%) y poco homogéneo en la parcela 1998 (140% - 225%). En este último, hay indicios de mayores incrementos en los tratamientos *Brachiaria brizantha* – *Pinus elliottii* 250 y 125 árb.ha⁻¹ y *Penisetum purpureum* – *Pinus* 125 árb.ha⁻¹. El bajo crecimiento (140%) registrado en el DAP y G del tratamiento *Penisetum purpureum* – *Pinus elliottii* 250 árb.ha⁻¹ probablemente se deba a la combinación de efectos de la baja profundidad efectiva del micrositio combinada con la alta competencia que ofrece un forraje con capacidad de crecer hasta los 4 – 5 m de altura. Debe subrayarse, sin embargo, que estos resultados son preliminares ya que no ha sido posible realizar un análisis estadístico riguroso para probar las diferencias.

Tabla 1. Resultados del diámetro a la altura de pecho (DAP) promedio con su correspondiente desvío estándar e incremento diamétrico del quinquenio 2003-2008, área basal (G) promedio y su incremento porcentual en el quinquenio 2003 – 2008 respecto al año 2003, volumen promedio en pie en el año 2008 (12 años de edad) e incremento medio anual del quinquenio 2003 – 2008 (Δ anual) y Longitud de copa viva (LCV) a los 12 años de edad con su correspondiente radiación fotosintéticamente activa (RFA) relativo al REF a cielo abierto de la parcela plantada en 1996.

Tratamiento		DAP (cm)		G (m ²)		Volumen		LCV (km.ha ⁻¹) y RFA relativo al RFA a cielo abierto (%)
Especie Forrajera	Densidad arbórea	2008 (Promedio y ± Desvío Estándar)	Δ 03-08 (cm)	2008 (m ²)	Δ 03-08 (m ²)	2008 (m ³ .ha ⁻¹)	Δ anual (m ³ .ha ⁻¹ .año ⁻¹)	
<i>Brachiaria brizantha</i>	500	25,0 ± 1,8	8,3	23	110%	183	26	4,9 - 28%
	250	26,7 ± 0,5	9,3	14	111%	110	15	2,2 - 42%
	125	26,9 ± 0,6	9,3	7	110%	53	7	1,1 - 54%
<i>Penisetum purpureum</i>	500	25,3 ± 1,1	7,9	25	113%	204	29	4,7 - 26%
	250	26,4 ± 0,6	9,6	14	136%	106	16	2,3 - 39%
	125	27,9 ± 1,5	10,3	7	121%	55	8	1,2 - 57%

Una simulación de crecimiento corrida con el simulador de crecimiento forestal desarrollado por el INTA, EEA Montecarlo y la UNaM, FCF (Crechi, 1998), indica fuertemente que, de no realizar un aclareo al 50% de los árboles presentes al tratamiento de 500 árb.ha⁻¹, su incremento diamétrico se verá fuertemente comprometido, afectando negativamente la habilidad de lograr rollos con diámetros superiores a los 30 cm en punta fina a los 15 años de edad. Sí será posible obtenerlos en aquellos sistemas con densidades de 250 y 125 árb.ha⁻¹.

Tabla 2. Resultados del diámetro a la altura de pecho (DAP) promedio con su correspondiente desvío estándar e incremento diamétrico del quinquenio 2003-2008, área basal (G) promedio y su incremento porcentual en el quinquenio 2003 – 2008 respecto al año 2003, volumen promedio en pie en el año 2008 (12 años de edad) e incremento medio anual del quinquenio 2003 – 2008 (Δ anual) y radiación fotosintéticamente activa (RFA) relativo al RFA a cielo abierto y crecimiento anual de la *brachiaria brizantha* de la parcela plantada en 1996.

Tratamiento		DAP (cm)		G (m ²)		RFA relativo a "cielo abierto" (%) en 2008	Volumen Forraje 2008 (tn MS.ha ⁻¹)
Especie Forrajera	Densidad arbórea	2008 (Promedio y \pm Desvío Estándar)	Δ 03-08 (cm)	2008 (cm)	Δ 03-08 (cm)		
<i>Brachia- ria bri- zan- tha</i>	500	20,1 \pm 1,8	7,3	16,5	168%	12%	1,3
	250	23,4 \pm 0,5	10,5	10,9	240%	21%	2,8
	125	23,6 \pm 0,6	10,1	5,5	204%	59%	4,7
<i>Penise- tum purpu- reum</i>	500	20,7 \pm 1,1	8,1	17,1	187%	15%	
	250	19,6 \pm 0,6	6,9	7,6	140%	24%	
	125	21,8 \pm 1,5	8,9	4,8	225%	56%	

La RFA de las densidades 500 y 250 árb.ha⁻¹ habría sido mayor en la parcela 1996 (26-28% y 42-39% respectivamente) que en la parcela 1998 (12-15% y 21-24% respectivamente). Es posible que ellos hayan sido una respuesta a la elevación de poda de 4,3 a 6,9 m en promedio en la parcela 1996 en 2007 (ver gráfico 1) y a la disminución de la longitud de copa verde (LCV) de los tratamientos (gráfico 1). Si bien el proyecto no provee la cantidad de datos necesarios para ensayar una correlación entre LCV y la proporción de RFA respecto al de cielo abierto que recibe el estrato forrajero del sistema, como se ha hecho con *Pinus taeda* (Fassola, 2005), es posible observar ciertas similitudes: Cuando la longitud de copa verde (LCV) se situó por debajo de 1,25 km.ha⁻¹, la RFA tendió a superar el 50%, con LCV en el rango de 1,5 – 2,25 km.ha⁻¹, la RFA tendió al rango 50% - 30% y con LCV superiores a 2,25 km.ha⁻¹ la RFA para el estrato forrajero no alcanzó el 30%.

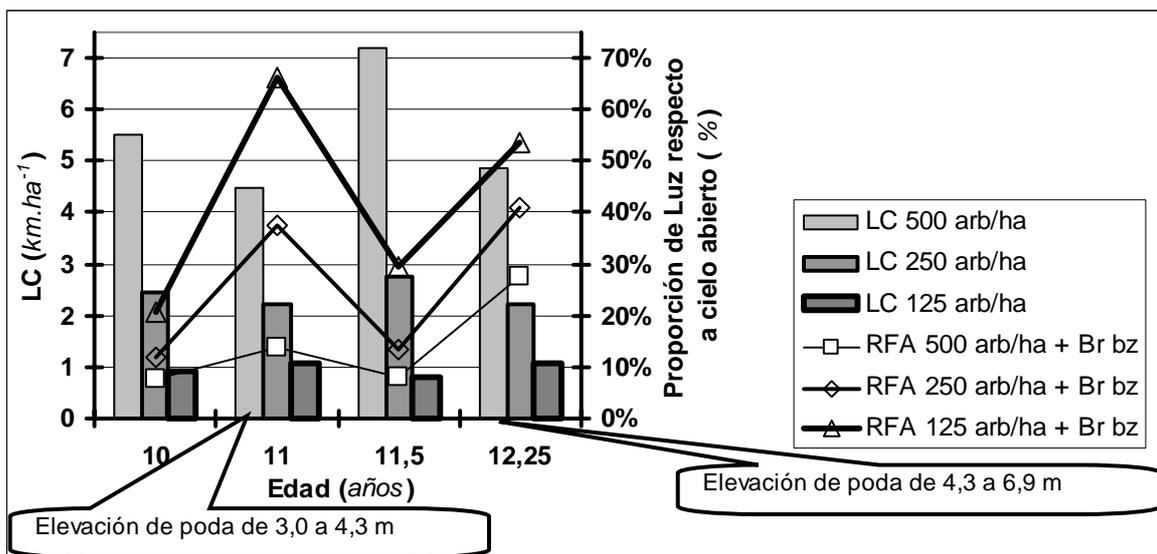


Gráfico 1: Evolución de la longitud de copa verde (LCV) y de la reflexión fotosintéticamente activa (RFA) de la mitad de la parcela 1996 con *Pinus elliotii* de entre 10 y 12,25 años de edad y *Brachiaria brizantha*.

La LCV de las parcelas con 500 árb.ha⁻¹ superaron las 2,25 km.ha⁻¹ y la RFA menor al 30% habría sido insuficiente para mantener una producción forrajera superior a 1/4 parte de aquella lograda bajo dosel de 125 árb.ha⁻¹ con una RFA superior al 50% (tabla 2). De no ralear estas parcelas, el SSP podría tender claramente hacia un sistema forestal en forma inmediata. El SSP con 250

árb.ha⁻¹ se podría mantenerse marginalmente hasta los 20 años de edad. Sólo la parcela SSP con 125 árb.ha⁻¹ se mantendría satisfactoriamente hasta los 15 años de edad y marginalmente entre los 15 y 20 años de edad. Mediciones efectuadas en un SSP de *Pinus elliottii* x *Brachiaria brizantha* que se raleó a los 19 años de edad de 135 a 78 árb.ha⁻¹, mantuvo una situación con RFA 50% hasta los 29 años de edad y con 32 años aún dispone de 43% de RFA (Colcombet et al, 2008). El raleo de 250 árb.ha⁻¹ a 125 árb.ha⁻¹, debería arrojar un volumen de 50 tn.ha⁻¹, de los cuáles el 75% corresponde a rollos oportunamente podados de más de 20 cm de diámetro en punta fina.

Por otro lado, se han realizado observaciones diversas, que no han sido medidas, por lo que se deben tomar como posibles líneas a analizar a futuro. Con respecto de la evolución del componente forrajero bajo los tratamientos donde no fue posible evaluarlo mediante cortes anuales de muestras en jaulas, por ejemplo, se observa que el aspecto de la *Brachiaria brizantha* bajo 125 árb.ha⁻¹ es de un verde más intenso que a cielo abierto, habiendo solo sido afectado levemente por las heladas, especialmente aquellos años con alto más de 3 heladas anuales. La misma especie bajo 250 y 500 árb.ha⁻¹ se muestran erectos, con matas de menor volumen que bajo 125 árb.ha⁻¹. Algo similar ocurre con el *Penisetum purpureum* donde con el transcurrir del tiempo, la masa forrajera tiende a solo soportar un pastoreo invernal o eventualmente dos (fotos 1 y 2). En ninguno de los dos casos, el *Penisetum purpureum* ha sido objeto de ataques de chicharritas, como ha ocurrido tanto en otras parcelas experimentales instaladas por el INTA tanto en campos de terceros (Nelder de Pino híbrido en Pto. Esperanza, Misiones en 2002 y 2003) como propios (Parcela SSP en INTA, EEA Cerro Azul en 2004 y 2005). Si bien los animales utilizados fueron los heterogéneos disponibles, ambos productores han podido lograr resultados satisfactorios: El productor de la parcela 1996, mantiene una yunta de bueyes en condiciones operativas de trabajo y un caballo en 1,2 ha de sistema y el de la parcela 1998, terminar novillos livianos (340 – 360 kg vivos) en alrededor de 1 año y medio después del destete a los 10-12 meses de edad (180-200 kg vivos) con una carga media de 1,4 – 1,5 equivalentes vaca.ha⁻¹.

Por último, a modo educativo, se ha medido el DAP y RFA y observado la disponibilidad de forraje y suelo desnudo de un rodal de *Pinus elliottii* implantado en 1985 por el mismo productor que implementa la parcela silvopastoril 1996. La parcela nunca fue raleada. En 2006, disponía de 2.050 árb.ha⁻¹ aún vivos, un DAP medio de 17,3 cm, ± 4,8 cm y una RFA del 4%. No había forraje disponible y la proporción de suelo cubierto por acicalas de pino fue del 98% (Colcombet, 2006).

Conclusiones

La información disponible a los 12 años de edad y las proyecciones realizadas, permiten inferir que es posible manejar un SSP *Pinus elliottii* x *Brachiaria brizantha* correctamente con una densidad de 250 árb.ha⁻¹ hasta los 12 años de edad, el mismo SSP con una densidad de 125 árb.ha⁻¹ hasta los 15 años de edad y marginalmente más allá de los 20 años. En el caso de pequeños productores que suelen disponer de dificultades para acceder a los mercados o de parcelas alejadas de plantas industriales, para mantener el SSP hasta los 15 años de edad, se recomienda bajar la densidad de árboles a los 3 – 5 años de edad a no más de 250 árb.ha⁻¹. Con el objeto de mantener el SSP más allá de los 12 años de edad, se deberá sea partir de 125 árb.ha⁻¹ sea efectuar a esa edad un raleo de 250 a 125 árb.ha⁻¹. Este raleo, que debería arrojar un volumen comercial de rollos oportunamente podados de más de 20 cm en punta fina, superior a las 50 tn.ha⁻¹, debería ser comercialmente viable. Mantener el SSP más tiempo requerirá considerar otro raleo del orden de los 75 árb.ha⁻¹.

Agradecimientos

Al Señor, por permitir el desarrollo del proyecto; a la familia, los productores Polidorio Marcolino y José da Silva, el Téc. Jorge Costas, los Ing. Silvana Bessold, Alejandra Carvallo, Virginia González (†), Claudio Meyer, e investigadores Ernesto Crechi, Hugo Fassola y Santiago Lacorte, por la orientación y apoyos brindados.

Bibliografía

- Colcombet, L., Pachas, A. N. A., Crechi, E., Keller, A. 2006. Experiencia adquirida en el establecimiento de parcelas de experimentación adaptativa de sistemas silvopastoriles *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *Brachiaria brizantha* y *Penisetum purpureum* en predios de pequeños productores del departamento Gral. Manuel Belgrano, Misiones 22 pág.
- Crechi, E., Fassola, H. E., Friedl, R. 1998. CD. Manual de descripción técnica del simulador forestal de *Pinus elliottii*, V 1.0. INTA, EEA Montecarlo – UNaM, FCF. Montecarlo, Misiones, Argentina.

- Crechi, E.; Keller, A.; Colcombet, L.; Fassola, H.; Kurtz, V.; Moscovich, F.; Fernández, R.; Friedl, R.; Fahler, J.; Agilar, M.; Ramírez, L. 2005. Jornada Técnica «Raleo en Pinos taeda e híbrido: *Pinus taeda* origen Columbia y *P. elliotii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*». Pto. Esperanza, Misiones, Argentina. 13 pág.
- Fassola, H. E.; Lacorte, S. M.; Pachas, A. N.; Pezzuti, R. (2005) Factores que influncian la producción de biomasa forrajera de *Axonopus jesuíticus* valls, bajo dosel de *Pinus taeda* l. en el nordeste de Corrientes. En RIA 34 (3):21-38. Ediciones INTA, Argentina
- Sampedro, D.; Galli, I.; Vogel, O. 2003. Condición corporal - Una herramienta para planificar el manejo del rodeo de cría. Serie técnica N° 30, INTA, EEA's Mercedes (Corrientes) y Concepción del Uruguay (Entre Ríos).
-