



Prácticas para optimizar el rendimiento de SSP templados: Raleo de árboles y enriquecimiento del estrato herbáceo (con gramíneas forrajeras templadas)

Cornaglia P.S.¹ Clavijo M.P.¹ Gatti M.L.¹ Signorelli A.² Fernández Tschieder E.³

¹Cátedra de Forrajicultura. ²Cátedra de Dasonomía. Facultad de Agronomía. UBA. Av. San Martín 4453 (C1417DSE) Buenos Aires- Argentina. ³ Estación experimental Agropecuaria INTA Delta del Paraná.

cornagli@agro.uba.ar



PIA 10104:

Alternativas de manejo sustentable para la optimización de la producción ganadera y forestal en Sistemas Silvopastoriles de humedales del Delta del Río Paraná

Cornaglia Patricia S¹
Borodowski Esteban D²
Jacobó, Elizabeth¹
Clavijo M.Pilar¹;
Gatti, M. Laura¹ ;
Signorelli Alejandro²
Gaute, Matías
Schrauf Gustavo³
Santiago Javier Monlezun
Battistella, Agustín²

Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina. cornagli@agro.uba.ar

¹Cátedra de Forrajicultura. Depto. Producción Animal.

²Cátedra de Dasonomía, Depto. de Producción Vegetal.

³Cátedra de Genética, Depto. Biología Aplicada y Alimentos.

Estudiantes: Pincemin JM; Zunino H; Sellares Máximo; Rodríguez Damián; Guilligan, M; Pizzio, P; Cabo, F.; Lado, L.; Deguiz, Santiago

Otras instituciones: INTA Delta: Fernández Ezequiel; García Manuel; Ceballos Darío
Edgardo Casaubon; Mauro Fernández
GEA San Luis: Esteban Jobággy



Objetivo General

Examinar alternativas de manejo de los componentes del SSP (silvícola, forrajero y pastoril) que permitan lograr una combinación complementaria y sustentable de los mismos.

Nuestras líneas de investigación:

- * La definición de la densidad del rodal que garantice el máximo crecimiento en diámetro de los individuos,
- * La máxima productividad y diversidad del estrato herbáceo logable bajo ese dosel arbóreo, valorando las especies nativas de valor forrajero presentes y considerando la posibilidad de enriquecer las comunidades herbáceas mediante la incorporación de especies forrajeras exóticas tolerantes al sombreado, y
- * La utilización adecuada bajo pastoreo, asumiendo que el manejo del pastoreo en estos sistemas bajo árboles debería ser diferente del tradicionalmente empleado a cielo abierto.









La productividad herbácea es reducida debajo de árboles deciduos como consecuencia del sombreado, el régimen de temperaturas y la acumulación de hojas senescentes que caen durante el otoño tardío.

malezas





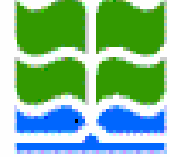




- ✓ Cobertura total vegetal era muy escasa, <math><20\%</math>
- ✓ Cobertura de forrajeras, <math><15\%</math>







Alternativas:

Componente arbóreo: densidad de plantación o practica silvícola, raleo (producto intermedio)

Componente herbáceo: enriquecer el tapiz natural con especies perennes a reemplazar con cultivos anuales (Considerando la fragilidad del sistema y valorando la potencialidad productiva de las especies de valor forrajero existentes).

El enriquecimiento o agregado de forrajeras puede cumplir con objetivos varios que en general se pueden asociar a **un servicio ecosistémico deteriorado**, como ser:

la protección contra la erosión (cultivos de cobertura); la incorporación de materia orgánica; la retención y circulación de nutrientes; la incorporación de N vía fijación atmosférica (con leguminosas); la descompactación del suelo;

y bajo plantaciones de salicáceas: el consumo de agua para disminuir las napas durante el período de reposo de los árboles; la reducción de malezas por competencia.

Recientemente aparece el concepto de “**cultivos de servicios**” aplicado a la agricultura (Piñeiro et al 2014).

La clave del éxito de estos cultivos de servicios sería la utilización de la energía no interceptada por el estrato herbáceo subyacente y su canalización hacia la provisión de servicios ecosistémicos.



Objetivos

Evaluar los efectos de diferentes intensidades de raleo de álamos sobre el crecimiento del rodal y la productividad forrajera de tapices herbáceos nativos establecidos y enriquecidos con especies perennes en el sotobosque.



Metodología

Sitio de estudio: plantación comercial de álamos (*Populus deltoides*, clon “Australia” 129/60) de 12 años de edad.

Diseño en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones.

Tratamientos de raleo: Testigo (T): densidad original (400pl/ha), 30% de raleo (280 pl/ha) y 60% de raleo (160 pl/ha), establecidos en otoño de 2007.

2008: Relevamiento condición inicial: cobertura basal por especie, suelo desnudo y broza de álamo (hojas en descomposición) (método de intercepción lineal en transectas fijas de 10 metros).

En cada tratamiento de raleo se establecieron parcelas de 400 m² parcelas apareadas con y sin siembra (al voleo) de gramíneas perennes templadas: *Dactylis glomerata* (10 kgs/ha = 800 semillas viables/m²) y *Festuca arundinacea* (10 kgs/ha = 340 semillas viables/m²), (área sembrada “Sb” y no sembrada “NoSb”).

Variables: Cobertura basal (por especie, suelo desnudo y broza de álamo, mediante el método de intercepción lineal). entre marzo de 2009 y mayo de 2011 en cada tratamiento (TS-TNS, 30%S-30%NS, 60%S-60%NS)

Producción de materia seca de especies forrajeras

Distribución vertical de biomasa en estratos (cada 5 cm), de las forrajeras sembradas, en dos fechas (mayo y septiembre)



El efecto de la intensidad de raleo sobre los árboles se analizó a partir del crecimiento en diámetro y volumen de los árboles individuales de las parcelas y de la estimación de Índices de crecimiento (ICA e IPA)

Condiciones ambientales:

- * Temperaturas del aire mínima, media y máxima diarias se calcularon con registros horarios de dataloggers.
- * Radiación transmitida al sotobosque se estimó mediante el procesamiento de fotografías hemisféricas a través del software “GLA” Gap Light Analyzer (Signorelli et al., 2011).
- * Precipitaciones se registraron diariamente mediante pluviómetros.

Análisis de datos: Cobertura basal: ANOVA y Test de Tuckey.

Productividad: Análisis de Medidas Repetidas (ANOVA) y Test de Tuckey. Diferencias entre medias e interacciones con un nivel alfa de 0,05.



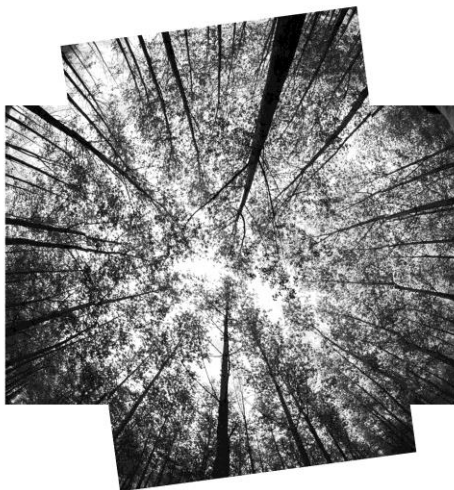
Australiano 129/60

10 años de edad

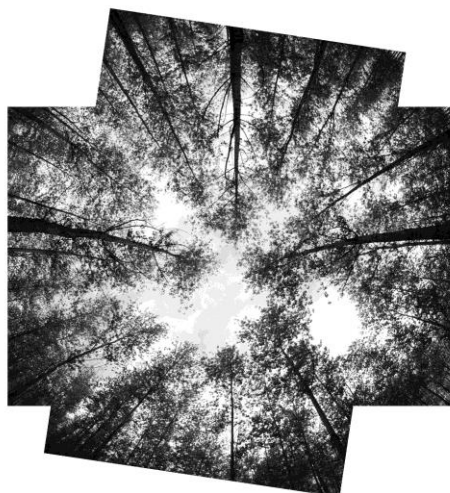
5 m x5 m

Resultados

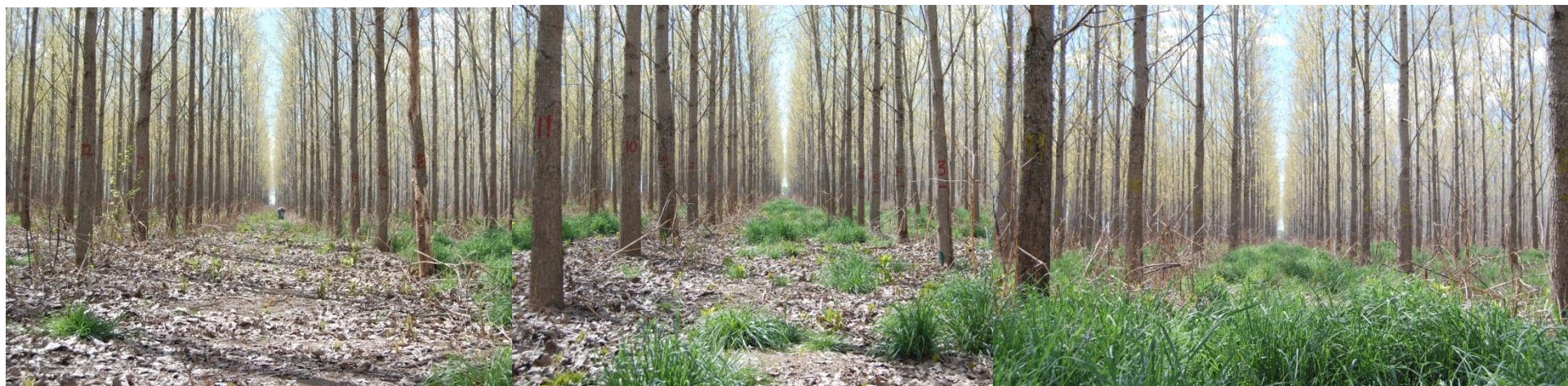
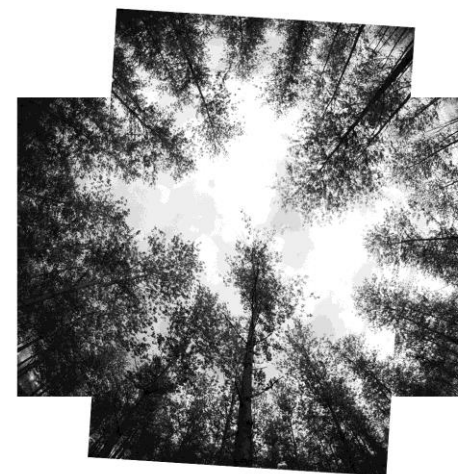
T: 400 pl/ha



30%: 280 pl/ha



60%: 160 pl/ha





Descripción del crecimiento forestal:

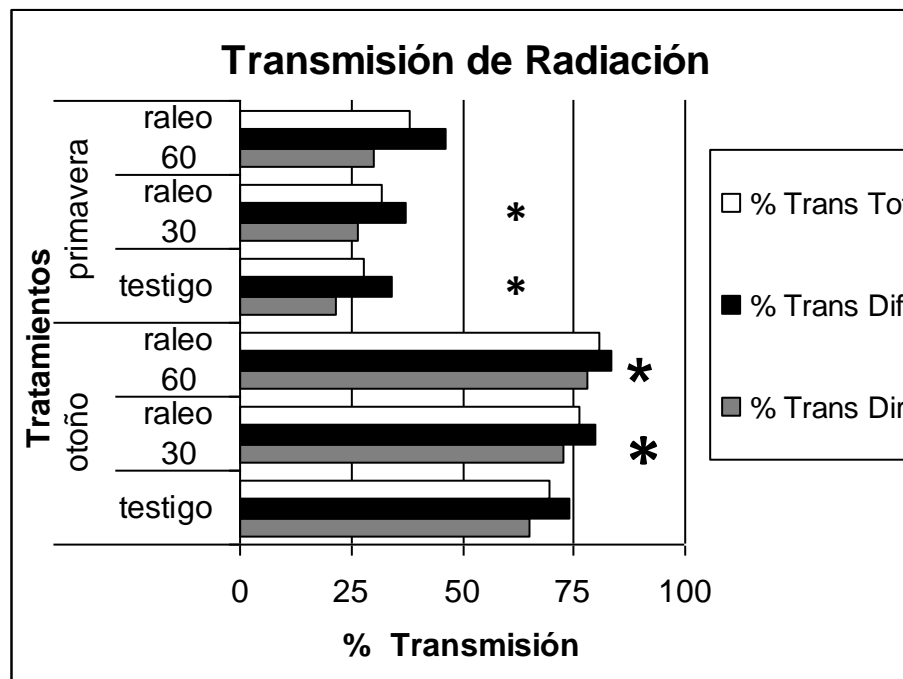
	N° individuos	IPA VOL (m ³ /ha/año)	IPA DAP (cm/año)	Volumen en pie (m ³ /ha)
Testigo	396	27,5 a	1,3 a	247 a
R 30	258	21 ab	1,7 ab	170 b
R 60	151	16 b	2,1 b	120 c

El raleo suave (30%) no se diferenció del tratamiento testigo (tampoco del tratamiento raleo intenso), es esperable un aumento del crecimiento en diámetro sin una pérdida del crecimiento en volumen y volumen acumulado. Así, en un esquema de raleo, sería posible lograr, un balance entre el crecimiento del rodal y el crecimiento individual de los árboles que lo componen y permitir el desarrollo de un estrato herbáceo subyacente que optimice el componente forrajero del sistema silvopastoril.

Fernández Tschieder et al (2011)

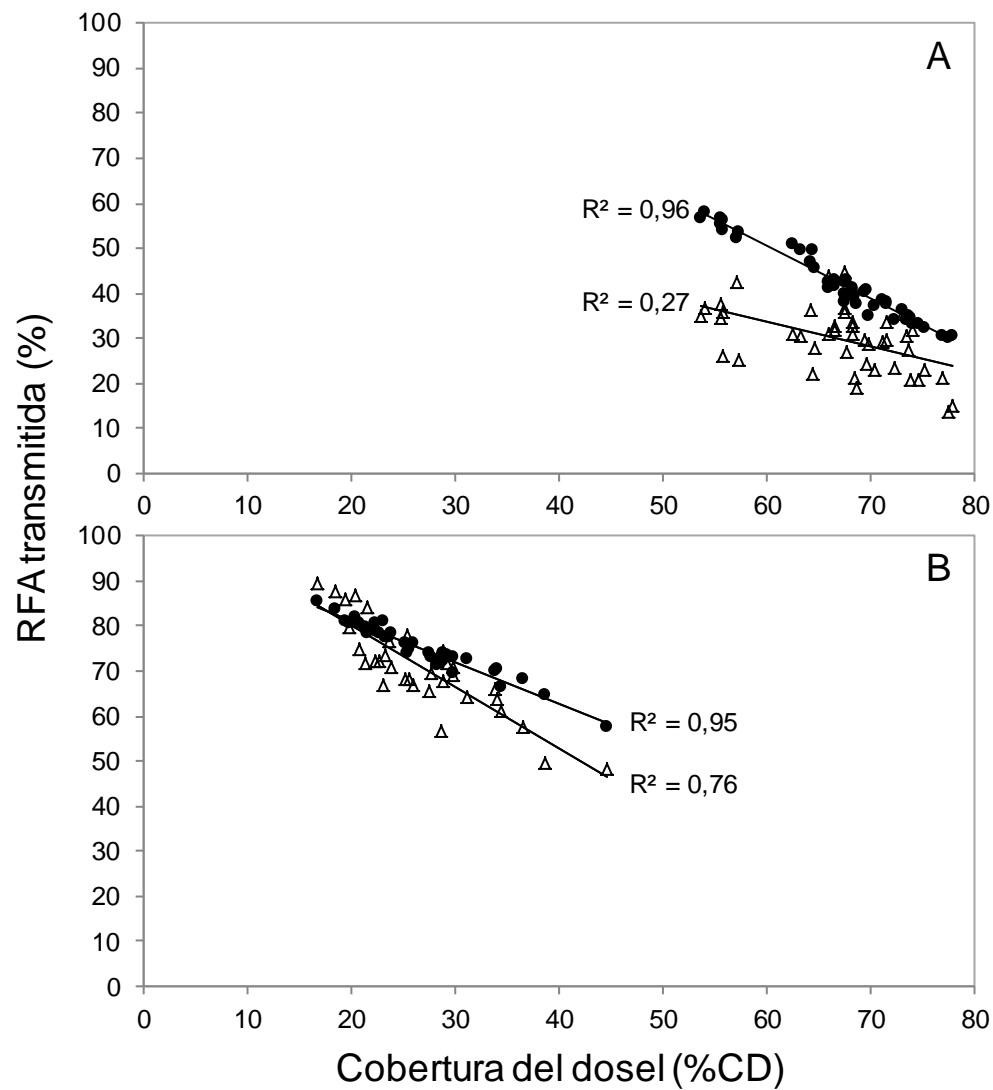


Transmisión de radiación solar total, difusa y directa (en %) en otoño y primavera para los tres tratamientos de intensidad de raleo

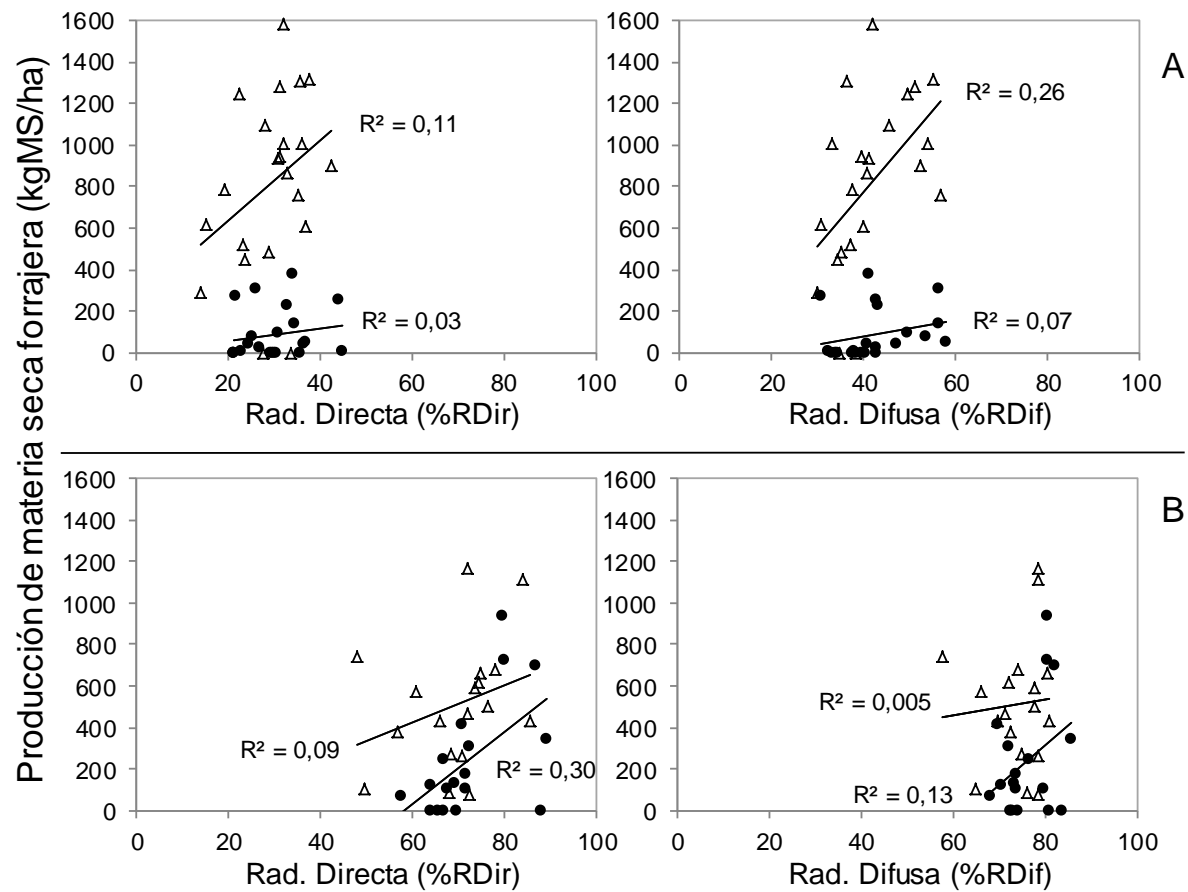


Signorelli et al JS 2011

Se comprobó que la penetración de la luz en el estrato subyacente a un monte de árboles caducifolios (en este caso, álamos) varió con la estación del año y con la densidad de plantación o la intensidad de raleo.



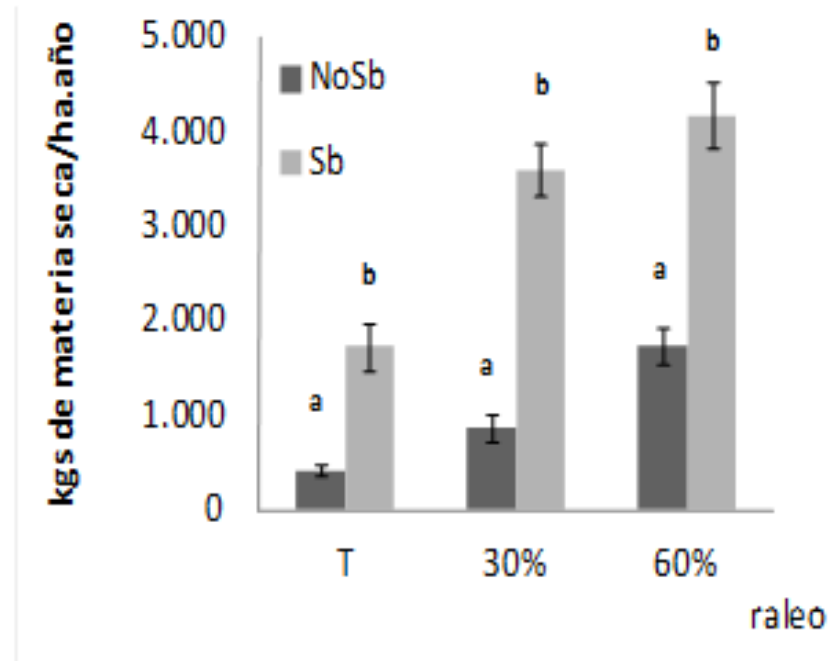
Relación entre el porcentaje de radiación directa (Δ) y difusa (\bullet) que llega al sotobosque y el porcentaje de cobertura del dosel arbóreo (%CD) para primavera (A) y otoño (B).



Evolución de la producción de materia seca forrajera estimada en kg por hectárea de las parcelas implantadas (Δ) y de las parcelas naturales (●) en función del porcentaje de transmisión de la radiación directa (%RDir) y difusa (%RDif) para primavera (A) y otoño (B).



Producción de materia seca



Producción de materia seca de especies forrajeras (Kg/ ha.año) (septiembre 2009-septiembre 2010), de los distintos tratamientos de raleo (T: testigo, 30% de raleo; 60% de raleo). Las barras verticales indican el desvío estándar, y las letras diferencias significativas entre los tratamientos sembrados (Sb) y no sembrados (NoSb).

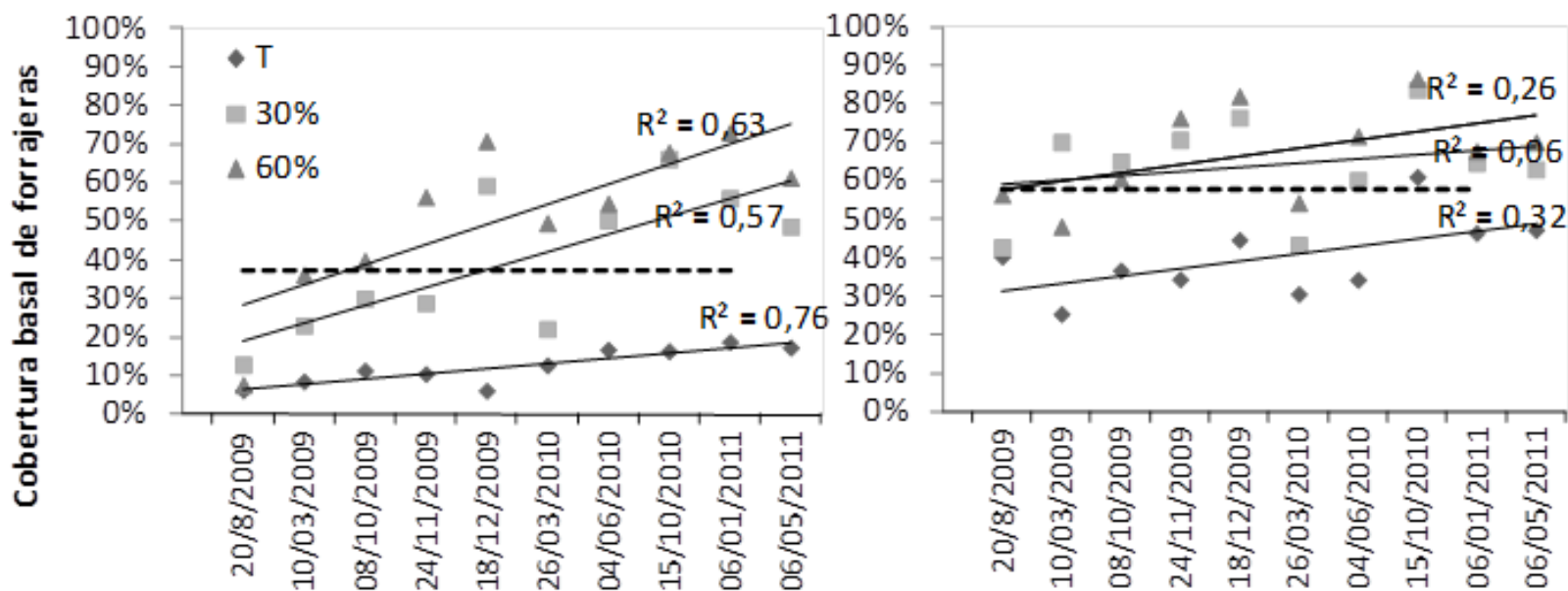
El raleo y la incorporación de semillas mejoraron sinérgicamente la composición, producción y estabilidad forrajera del sotobosque:

Raleo: 30% duplicó la producción del testigo, 60% triplicó ($p < 0,001$).

Siembra: ($p < 0,001$) testigo y 30% de raleo la producción de materia seca en Sb fue 76% superior a la de NoSb, 60% de raleo Sb superó NoSb en un 58%.



Cobertura basal herbácea



Evolución de la cobertura basal de especies forrajeras: tratamientos a) no sembrados y b) sembrados, (T: testigo, 30% de raleo y 60% de raleo). Línea punteada: cobertura promedio de todo el período de todos los tratamientos de raleo.

Cobertura basal: tratamientos raleados, mayor que testigo ($p < 0.001$), 30% y 60% ($p = 0,054$).

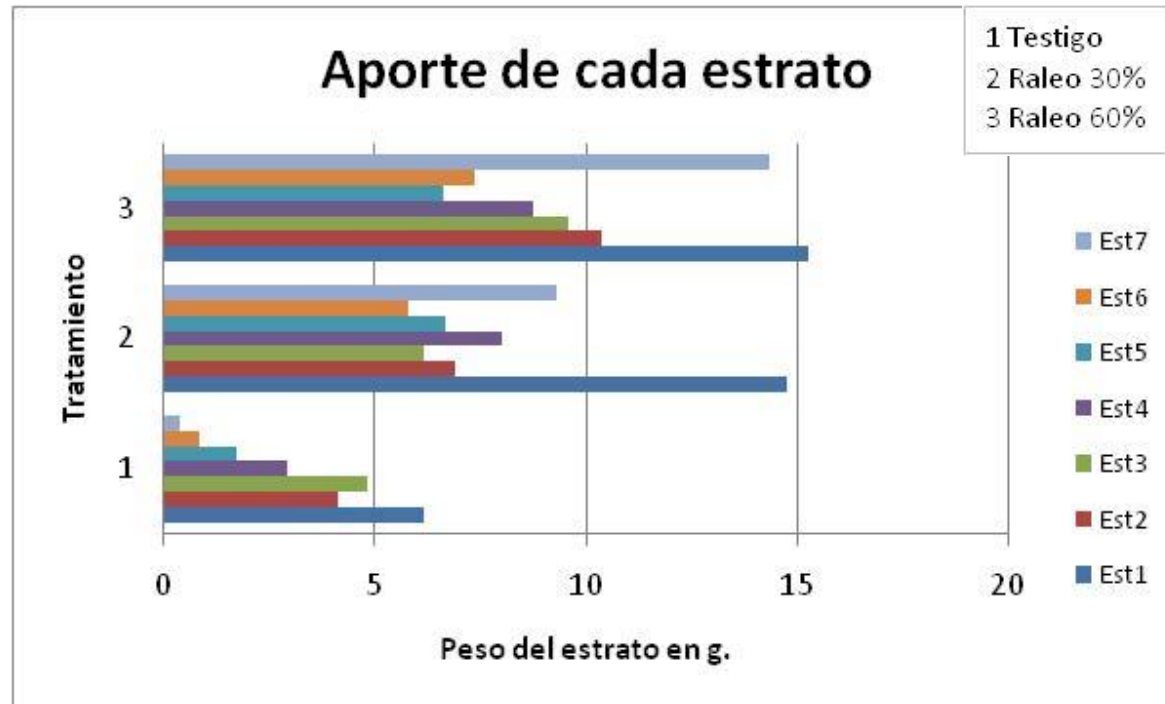
Promedio tratamientos NoSb: cobertura basal total de 37% y Sb de 58% ($p < 0.001$).

NoSb: tendencia positiva de la cobertura basal de forrajeras de acuerdo a la intensidad de raleo, Sb: la cobertura basal se mantuvo un 50% por encima de la situación original desde el inicio del experimento. Esto aseguraría la estabilidad productiva y reduciría la susceptibilidad a las invasiones de malezas.





Distribución vertical de la biomasa



Distribución vertical de biomasa de pasto ovillo, corte en estratos



Implicancias:

El aumento de la actividad silvopastoril en plantaciones forestales de Salicáceas en la región del Delta del Río Paraná requiere el planteo de una **cadena forrajera** que permita un uso ganadero sustentable de estos sistemas, optimizando la producción ganadera y forestal:

El diseño de la **arquitectura del dosel** resulta de suma importancia para planificar el aprovechamiento maderero y la actividad ganadera.

Las **técnicas de manejo del sotobosque recomendadas** para aumentar la productividad y mantener una mayor cobertura con vegetación herbácea nativa y/o la siembra de forrajeras tolerantes al sombreado, pueden evitar la erosión de los suelos que por su naturaleza y origen son frágiles.

Asimismo, es fundamental estimar la **capacidad de carga de cada situación particular** y ejercer un control del pastoreo que garantice el uso adecuado y el equilibrio entre los componentes de los SSP de la región.



Muchas gracias!



El desarrollo de Sistemas Silvopastoriles (SSP) en diversas regiones de Argentina se ha incrementado en los últimos años como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola. La integración de los sistemas forestal y ganadero plantean el desafío de lograr un manejo sustentable del uso de la tierra a partir del desarrollo de planes de manejo pertinentes. Sin embargo, en la región del Delta del Río Paraná, no existen antecedentes sobre la aplicación de herramientas de manejo silvícola y pastoril que eviten el deterioro y la reducción de la productividad futura en SSP bajo plantaciones de salicáceas.

NO

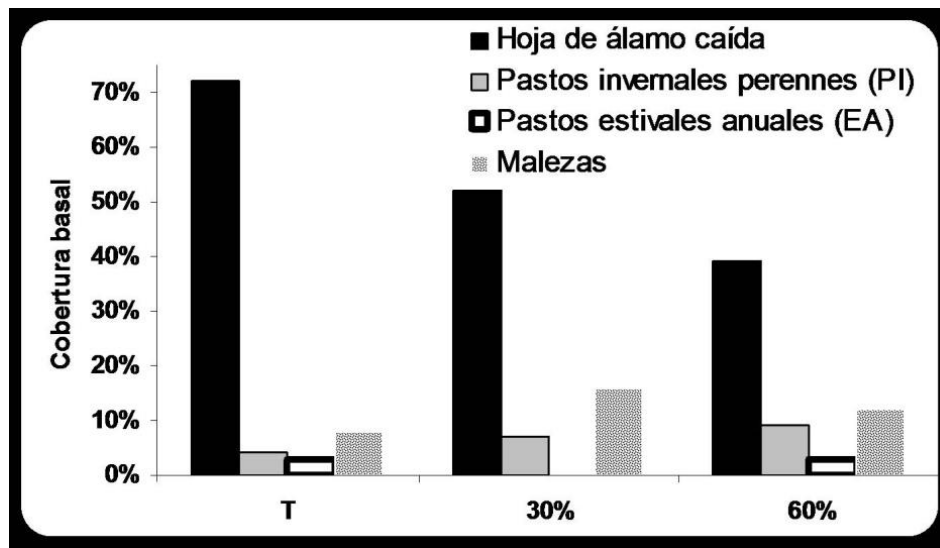
- Las prácticas silviculturales (como raleos y podas), condicionan la calidad y cantidad de productos obtenidos de plantaciones forestales con destino a aserrado y/o debobinado.
- El sombreo generado bajo plantaciones densas, reduce la cobertura herbácea, por ello, la correlación negativa entre la transmisión de luz y el grado de cobertura del dosel implica que, en sistemas silvopastoriles, estas prácticas sean necesarias para mantener niveles de luz en el estrato herbáceo que permitan una producción forrajera acorde con los objetivos de la actividad ganadera.
- Por lo tanto, sería posible incrementar el potencial productivo del componente forrajero de estos sistemas a partir del manejo silvícola y de la introducción de forrajeras exóticas.



Resultados

Cobertura basal herbácea

Situación inicial

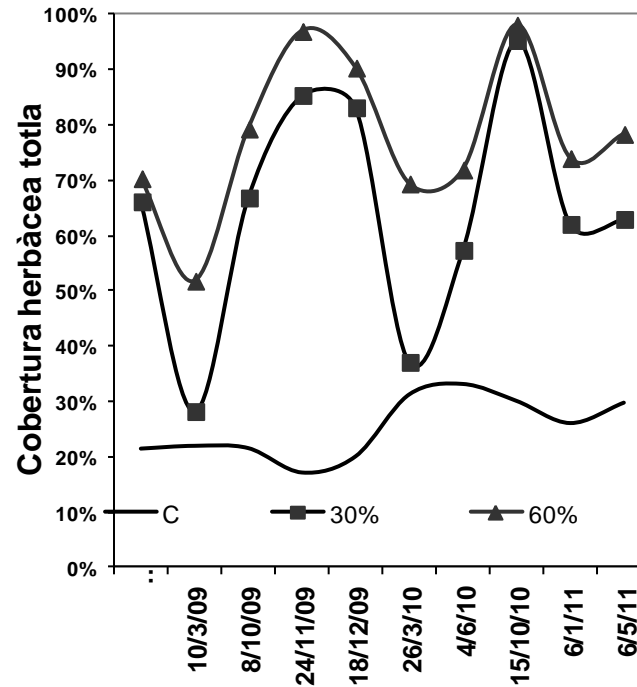


✓ Cobertura total vegetal era muy escasa, <20%

✓ Cobertura de forrajeras, <15%



Dinámica de los sistemas estudiados: No sembrados



* La cobertura herbácea total aumentó con la intensidad del raleo.

* La diversidad de grupos funcionales aumentó en ambos sistemas. Aparecieron gramíneas nativas anuales: Cebadilla y fundamentalmente *Phalaris angusta*, su cob basal alcanzó 40 y 30% en los tratamientos de 30 y 60% de raleo, respectivamente.

* En estudio (Ecofisiología de la germinación y contenido de alcaloides).

Asimismo, durante 3 años se relevó periódicamente cobertura basal por especies, suelo desnudo y broza de álamo, y se estimó producción de materia seca. El raleo y la incorporación de semillas mejoraron sinérgicamente la composición, producción y estabilidad forrajera del sotobosque: La producción acumulada de materia seca de las especies forrajeras introducidas difirió significativamente entre los distintos niveles de raleo. El tratamiento con 30% de raleo duplicó la producción del testigo ($p < 0,001$), mientras que el tratamiento con 60% de raleo la triplicó ($p < 0,001$). En los tratamientos con incorporación de semilla los cambios florísticos, que potenciaron la producción de forraje, fueron más abruptos y la situación lograda inicialmente se mantuvo relativamente estable en el tiempo. La cobertura basal de forrajeras lograda luego de la siembra (55%), no sólo duplicó la cobertura de los tratamientos no sembrados, sino que además se mantuvo estable con el tiempo. En particular, pasto ovillo mostró mejor adaptación que festuca alta a las condiciones del sotobosque, resultando una especie más interesante para el sistema bajo estudio, demostrando la mayor tolerancia al sombreado señalada por varios autores.

Dentro de los tratamientos no sembrados se observó una evolución positiva de la cobertura de forrajeras en los tratamientos raleados (30% y 60%), dado principalmente por el establecimiento de gramíneas anuales invernales, cuya cobertura basal de *Phalaris angusta* en los tratamientos 30% y 60% de raleo fue de 40% y 30% respectivamente. La escasez de cobertura de este grupo de especies al inicio del experimento podría deberse a condiciones ambientales (sequía) que dificultaron su establecimiento. Esto sugeriría que cuando el principal componente herbáceo son especies anuales, las cuales dependen de las condiciones ambientales para restablecerse cada año, la inestabilidad productiva así como la susceptibilidad a las invasiones de malezas serían mayores.

En resumen, encontramos que el control de la apertura del canopy arbóreo a través de la práctica silvícola de raleo y la incorporación de gramíneas forrajeras templadas mejoraron sinérgicamente la composición, producción y estabilidad forrajera del sotobosque.

Se comprobó que la penetración de la luz en el estrato subyacente a un monte de árboles caducifolios (en este caso, álamos) varió con la estación del año y con la densidad de plantación o la intensidad de raleo. Los resultados obtenidos muestran que en otoño, cuando la cobertura está determinada por las ramas y no por el follaje, los tratamientos raleados son más parecidos entre sí en relación a la transmisión de luz hacia el suelo y presentan diferencias significativas con el testigo (no raleado), mientras que en primavera cuando la cobertura está determinada por el follaje, el testigo y el tratamiento de raleo de 30 % del AB presentan IAF y porcentaje de transmisión de luz hacia el suelo similar, mientras que el tratamiento del 60 % del AB presenta menor IAF y mayor porcentaje de transmisión de luz que los anteriores. En este momento del año el rodal se encuentra en plena expansión foliar y la transmisión de la radiación solar desde la copa hacia el suelo dependería del tamaño, posición e inclinación de las hojas.



Discusión

Producción de materia seca:

Tapiz natural: fue mayor bajo plantaciones raleadas, se asocia con las condiciones de radiación y temperatura imperantes durante el período sin hojas (mayor potencial de producción forrajero).

Tratamientos sembrados esto se potenciaría por el mayor potencial de producción de las especies introducidas respecto de las nativas.

Cobertura basal:

Tratamientos no sembrados: evolución positiva de la cobertura total de forrajeras asociada al raleo (30% y 60%) (la menor caída de hojas de álamo durante el establecimiento de las anuales invernales (Clavijo et al., 2010), mayor disponibilidad de radiación para su posterior crecimiento y para las anuales estivales (Peri et al., 2007). Sin embargo, la presencia de este grupo de especies dependería de las condiciones ambientales (agua) durante el establecimiento (Douglas et al., 1993). Esto último sugeriría que cuando el principal componente herbáceo son especies anuales, la inestabilidad productiva así como la susceptibilidad a las invasiones de malezas son mayores.

Tratamientos sembrados: los cambios florísticos fueron más abruptos y se mantuvieron relativamente estables en el tiempo. La cobertura basal de forrajeras duplicó la cobertura de los tratamientos no sembrados y las especies incorporadas se volvieron dominantes desplazando al pastizal natural. Pasto ovillo mostró mejor adaptación que festuca a las condiciones del sotobosque, resaltando su importancia para el sistema bajo estudio. Su mayor tolerancia al sombreado fue señalada por varios autores (Lin et al., 1999; Belesky et al., 2006; Peri et al., 2007).

Estratificación vertical del forraje producido:

El raleo incrementó la biomasa producida y la llegada de luz promovió el crecimiento de las plantas (macollaje y tamaño). En evaluación dos fechas de corte y calidad del forraje.

Producción forestal:

El raleo promovió el crecimiento individual de los álamos en diámetro y volumen. El rendimiento del rodal es menor. Se analiza la determinación de umbrales de raleo. El tratamiento de 30% se distingue del testigo no raleado y es semejante del tratamiento de 60%.

Es evalúa el rendimiento del sistema