

## **Sistemas Silvopastoriles en el Delta del Río Paraná: Producción de materia seca y estructura de gramíneas templadas bajo álamos**

### **Silvopastoral systems in the Delta of the Paraná River: Production of dry matter and structure of temperate grasses under poplars**

Autores: Pincemin, J.M., Monlezun, S.J.; Zunino, H.; Cornaglia, P.S.<sup>1</sup> y E. Borodowski<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Cátedra de Forrajicultura. Depto. Producción Animal. <sup>2</sup>Cátedra de Dasonomía, Depto. de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina. cornagli@agro.uba.ar

#### **Resumen**

Los sistemas silvopastoriles son una combinación de árboles, ganado doméstico y forrajeras. La incorporación de árboles genera cambios en la cantidad y calidad de radiación solar que llega al estrato herbáceo, afectando la productividad y la estructura de las gramíneas. En un rodal de 13 años de *Populus deltoides* 'Stoneville 71' con 323 plantas por hectárea se evaluó la producción estacional y anual de forraje y el macollaje de *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Bromus unioloides* y *Lolium multiflorum*. Para el diseño se definieron bloques en función de las posiciones topográficas y la orientación respecto del sol. Se midió cantidad y calidad de luz dentro y fuera del rodal y pre y post foliación de los árboles. Se encontraron diferencias en la calidad y en la cantidad de luz. Estas produjeron cambios en la productividad estacional y en las tasas de macollaje de las forrajeras. Se encontró un comportamiento diferencial de los pastos dentro y fuera del monte lo cual puede determinar un manejo distinto del recurso.

**Palabras Clave:** Sistemas silvopastoriles; calidad de luz; productividad primaria neta aérea; macollaje; gramíneas templadas.

#### **Abstract**

Silvopastoral systems are a combination of trees, domestic cattle and pastures. The incorporation of trees generates changes in the amount and quality of solar radiation that arrives at the herbaceous layer, affecting the productivity and the structure of the grasses. In a afforestation of 13 years of *Populus deltoides* 'Stoneville 71' with 323 plants by hectare the seasonal production of forage and the tillering of *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Bromus unioloides* and *Lolium multiflorum* were evaluated. A design in blocks based on the topographic positions and the direction respect to the sun were defined. Intensity and quality of light were measured inside and outside the afforestation during pre and post foliation period of the trees. Differences in the quality and the amount of light were found. These environmental conditions produced changes in the seasonal productivity and the rates of tillering of the grasses. Behavior differential of the grasses inside and outside the afforestation can determine a grazing management different from the pastures.

#### **Introducción**

Los Sistemas Silvopastoriles combinan árboles, ganado doméstico y forrajeras (Von Maydell, 1985). La complementariedad en el uso de los recursos entre el estrato herbáceo y el componente leñoso en este tipo de sistemas es la llave de su éxito y puede verse favorecido mediante la elección de especies forestales y forrajeras que posean una fenología complementaria (Ong and Leakey, 1999; Rouspard *et al.*, 1999). Este desfase temporal podría estar dado por la combinación de especies forrajeras templadas con árboles caducifolios favoreciendo a las especies C<sub>3</sub> debido a que estas expresan su mayor crecimiento desde el otoño hasta primavera tardía, momento en el cual los árboles se encuentran sin hojas y llevando a la dominancia de éstas en el estrato herbáceo (Clavijo *et al.*, 2005).

La luz que atraviesa el canopeo de los álamos experimenta cambios en su intensidad como resultado de la reflectancia, absorbancia y trasmittancia (Fang *et al.*, 1997). Esta variación de intensidad determina cambios en la arquitectura y productividad del estrato herbáceo subyacente. Estas variables están también modificadas por el espectro de radiación determinado por la relación rojo/rojo lejano (Deregibus *et al.* 1985). En estos sistemas, conocer la radiación disponible para las plantas o los niveles de sombra generada por los árboles, así como las respuestas morfológicas, fisiológicas y productivas bajo diferentes

condiciones lumínicas de las especies forrajeras que mejor se adapten a estas condiciones, es importante para diseñar sistemas silvopastoriles. En este contexto, este trabajo evalúa la influencia de la intensidad y calidad de la radiación incidente bajo un canopeo de álamos sobre el comportamiento productivo de gramíneas forrajeras templadas anuales y perennes. Se evaluaron *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Bromus unioloides* y *Lolium multiflorum*, comúnmente incluidas en pasturas templadas, bajo la influencia de un monte forestal de álamos.

## Materiales y Métodos

### Sitio de estudio:

El ensayo se realizó en un establecimiento ubicado sobre el río Carabelas de la Segunda Sección de Islas del Delta del Paraná partido de San Fernando, Provincia de Buenos Aires, Argentina (Latitud Sur 34° 06' 24"; Longitud Oeste 58° 47' 04"). Las especies forrajeras evaluadas se sembraron debajo de una plantación comercial de 13 años de *Populus deltoides* 'Stoneville 71' plantada inicialmente a 5 m x 3 m (densidad original de 666 plantas/ha) que recibió dos raleos selectivos por lo bajo, uno a los 9 años y otro a los 12 años. Al momento del ensayo se encontraba con 323 plantas/ha y con un Índice de Densidad del Rodal de Reineke (IDR) de 432 (Reineke, 1933). Para el mantenimiento de las plantaciones se efectuaron periódicamente podas de conducción y control de malezas.

### Tratamientos y diseño experimental:

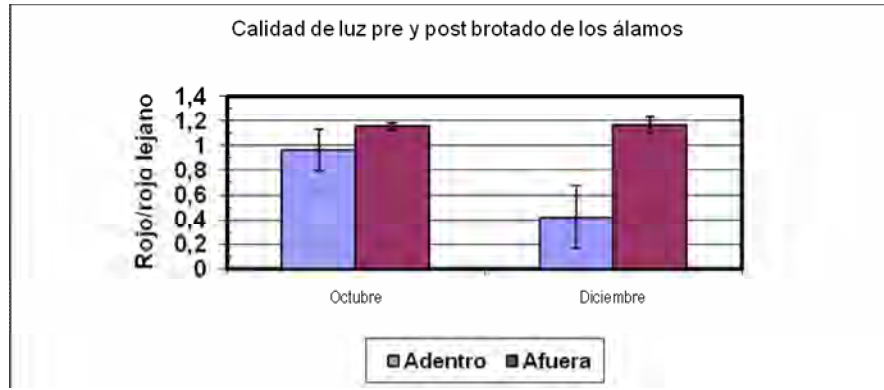
El diseño del ensayo consistió en bloques completos aleatorizados de manera de controlar la heterogeneidad del terreno. Los mismos se ubicaron en función de las distintas posiciones topográficas, bajo y albardón, y los puntos cardinales. Cada bloque tiene tres repeticiones, ubicadas en sentido este-oeste. Se sembraron a su vez parcelas a campo abierto como testigo. Se evaluaron las siguientes especies: *Festuca arundinacea* (festuca), *Dactylis glomerata* (pasto ovillo), *Bromus unioloides* (cebadilla) y *Lolium multiflorum* (rye grass anual). La siembra se realizó manualmente en otoño en líneas espaciadas a 15 cm con una densidad de 500 semillas viables/m<sup>2</sup>.

### Recolección y análisis de datos:

La evaluación de la producción de materia seca se realizó mediante cortes mensuales con marco a fin de obtener el porcentaje de materia seca y el número de macollos. Las muestras se secaron en estufa a 65 °C hasta constancia de peso y se pesaron en balanza de precisión. El número de macollos se determinó por conteo de las muestras. Se determinó la evolución estacional por especie y ubicación topográfica de ambos parámetros. Dentro y fuera del monte se midieron las siguientes variables ambientales: Temperatura del suelo y del aire, intensidad y calidad de la radiación incidente. Los datos se analizaron mediante ANVA y las comparaciones entre las medias de cada tratamiento dentro de cada especie se realizaron con Test de Tukey (P < 0.05).

## Resultados y Discusión

Durante el período en que el monte carecía de hojas (desde fines de mayo hasta mediados de octubre) la radiación incidente sobre el estrato herbáceo subyacente fue hasta un 50 % menor que fuera del monte. En tanto que en el verano, con pleno follaje del rodal, sólo alcanzaba el 7 %. La calidad de luz expresada como la relación rojo/rojo lejano también varió estacionalmente, la comparación entre adentro y afuera del monte pre y post brotación de los álamos no mostró diferencias significativas en octubre con el bosque sin hojas (P > 0.05; Figura 1). Mientras que en diciembre con el follaje expandido, la proporción de rojo disminuyó notablemente, encontrando una amplia variabilidad ínter espacial (P < 0.05). Estas observaciones reafirman la factibilidad de lograr el uso complementario de los recursos entre especies forrajeras herbáceas de crecimiento invernal y el componente arbóreo (Ong and Leakey, 1999; Rounsard *et al.*, 1999; Clavijo *et al.*, 2005).

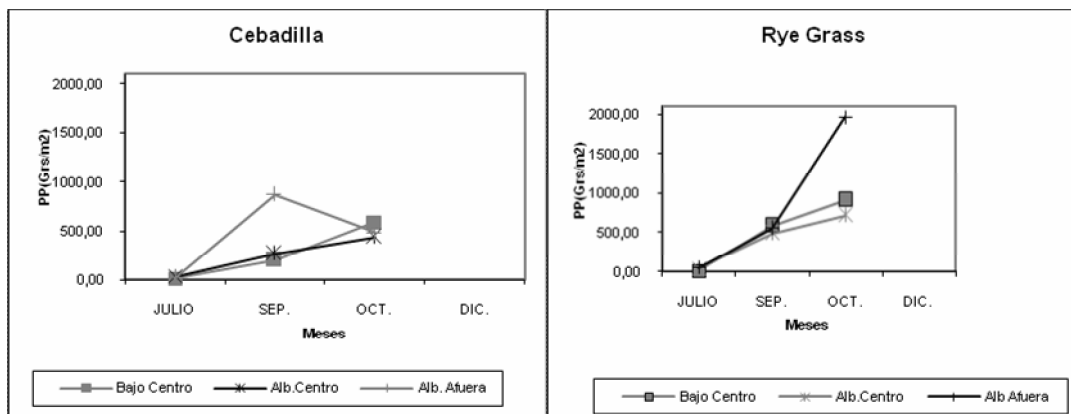


**Figura 1:** Relación rojo/rojo lejano pre (octubre) y post foliación (diciembre) de los álamos dentro y fuera del monte.

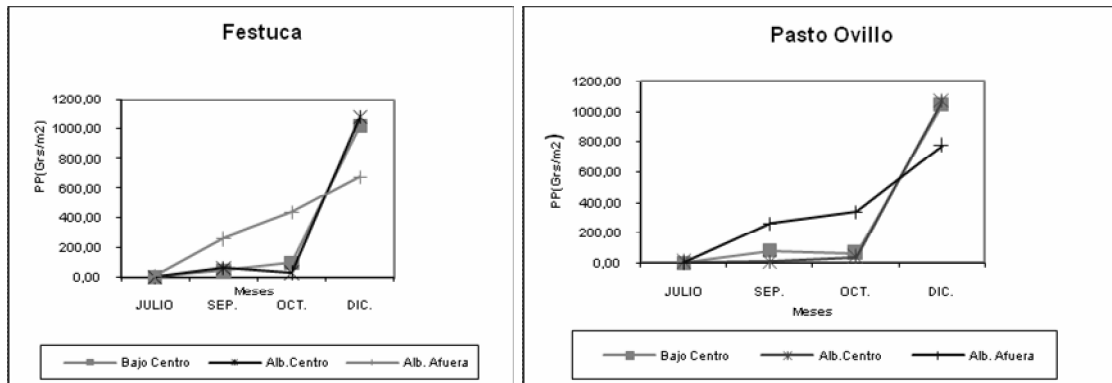
La producción de biomasa obtenida debajo del monte no estuvo asociada con las distintas posiciones topográficas ( $P > 0.05$ ). Las forrajeras evaluadas mostraron diferente respuesta cuando crecieron sombreadas por los árboles (Figuras 2 y 3). Esta respuesta diferencial puede asociarse con las características fisiológicas de cada especie y con las condiciones microambientales generadas por el estrato arbóreo (Fang *et al.*, 1997). Se reconocieron tres grupos de respuestas: las perennes, una anual temprana y una anual tardía. La distinción entre anual temprana y tardía se basa en su ciclo fenológico (Maddaloni y Ferrari, 2001).

Cebadilla representa a aquellas gramíneas anuales de ciclo otoño-invierno-primaveral (OIP) que presentan un crecimiento temprano en la estación e inicia la etapa reproductiva muy precozmente. Esta especie se comportó de modo similar a los tratamientos en campo abierto durante el invierno, mientras que en la primavera vieron sostenida su productividad hasta inicios de verano. Rye Grass anual, especie anual de ciclo OIP, se diferencia de la Cebadilla por presentar un pico de crecimiento tardío en la estación. Se observó que su productividad no difiere en las etapas tempranas de la estación. En cambio, no se detectó un pico marcado de crecimiento que es característico de la especie en estas latitudes hacia fines de la primavera (Figura 2) (Maddaloni y Ferrari, 2001).

Festuca y Pasto ovillo son dos gramíneas perennes de ciclo OIP de muy baja velocidad de implantación. El sombreado redujo sensiblemente la producción de biomasa durante la primavera ( $P < 0.05$ ). En contrapartida, ésta se incrementó marcadamente hacia principios de verano (Figura 3). Las especies con metabolismo  $C_3$  sostienen altas tasas de crecimiento aún con reducciones importantes en la radiación interceptada (Fang *et al.*, 1997), esta situación sería favorecida por la disminución de la temperatura de verano en el estrato subyacente al monte (Ong and Leakey, 1999; Roupsard *et al.*, 1999).



**Figura 2:** Producción de biomasa de Cebadilla y Rye Grass Anual en diferentes posiciones topográficas (albardón y bajo) dentro y fuera del monte.



**Figura 3 :** Producción de biomasa de Festuca y pasto ovillo en diferentes posiciones topográficas (albardón y bajo) dentro y fuera del monte.

La producción de macollos también mostró alteraciones ante la presencia del canopeo arbóreo (Tabla 1). Bajo estas condiciones el macollaje fue severamente reducido ( $P < 0.05$ ) y no se encontraron diferencias entre las diferentes posiciones topográficas. Los cambios producidos en el espectro de radiación determinan una relación rojo/rojo lejano baja que reduce la tasa de macollaje y la productividad del estrato herbáceo subyacente (Deregibus *et al.* 1985). La densidad de macollos fue similar mostrando diferencias sólo en la estacionalidad. En los tratamientos a cielo abierto el macollaje se produjo anticipadamente en todas las especies, excepto en cebadilla. Esta especie macolló más temprano y de manera más estable bajo el rodal contraponiéndose con la marcada estacionalidad de la posición afuera (Tabla 1). Esta especie posee una muy alta tasa de crecimiento inicial y es altamente competitiva durante la implantación, característica que le permite establecerse aún bajo cobertura vegetal (Maddaloni y Ferrari, 2001).

Rye Grass anual y las gramíneas perennes se comportaron de manera similar. Las parcelas bajo el rodal se caracterizaron por una menor cantidad de macollos, cantidad más estable a lo largo del período y un incremento tardío de la tasa de aparición de macollos. Las condiciones microambientales bajo cobertura de árboles permitieron el establecimiento de las especies forrajeras probadas aunque modificaron su comportamiento productivo (Ong and Leakey, 1999; Rouspard *et al.*, 1999).

**Tabla 1:** Macollos por metro lineal en diferentes meses para las especies forrajeras evaluadas cultivadas dentro y fuera del monte de álamos

		Julio	Setiembre	Octubre	Diciembre
Adentro	Rye grass	44	94	94	180
	Cebadilla	43	98	112	83
	P. ovillo	39	43	45	48
	Festuca	26	12	22	44
Afuera	Rye grass	0	183	343	432
	Cebadilla	0	35	203	85
	P. ovillo	0	60	NA	NA
	Festuca	0	55	111	282

### Conclusiones

La diferente calidad y la cantidad de la luz que perciben las especies forrajeras dentro y fuera del monte forestal determinan la variabilidad en la estructura y productividad de las especies evaluadas, por lo tanto, estos resultados indicarían que no serían directamente aplicables en sistemas silvopastoriles los principios de manejo de estas especies en condiciones naturales sin árboles.

Este trabajo debería complementarse con estudios sobre funcionamiento de especies interactuando no sólo con el ambiente sino con otros individuos, y por último, con animales bajo condiciones de pastoreo. Si bien la producción de rye grass anual fue restringida, se ha encontrado que la superposición de las curvas de productividad de las especies anuales y perennes logró una producción mucho más estable en el

año alargando la estación de crecimiento. Esto estaría asociado al sombreado que atenúa las condiciones extremas del verano, prolongando las condiciones templadas de la primavera. Es preciso investigar el efecto del distanciamiento entre árboles que optimice la producción forestal y de forraje, aspectos fundamentales para el diseño de sistemas silvopastoriles.

### **Literatura citada**

Clavijo M.P., Nordenstahl M., Gundel P. E. y E.G. Jobbagy . 2005. Poplar Afforestation Effects on Grasslands Structure and Composition in the Flooding Pampas. *Rangeland Ecol Manage.* 58: 474-479.

Deregibus V.A., Sanchez R.A., Casal J.J. and M.J. Trlica. 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *Journal of Applied Ecology* 22: 199-206.

Fang S.Z., Lu S.X., Xu X.Z. and X. Yu. 1997. A case study on agroforestry management systems: effects of new poplar-crop interplanting patterns on biomass productivity, crop quality and economic benefits. *Forest and Tree Resources. Proceedings of the XI World Forestry Congress, Antalya*, pp. 71-78.

Ong C.K., and R.R. B. Leakey. 1999. Why tree-crop interactions in agroforestry appear at odds with tree-grass interactions in tropical savannas. *Agroforestry Systems* 45:109-129.

Maddaloni J. Y L. Ferrari. 2001. Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. Ed. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Reineke L. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forest. *Journal Agricultural Research* 46: 627-638.

Roupsard O., Ferhi A., Granier A., Pallo F., Depommier D., Mallet B., Joly H.I. and E. Dreyer. 1999. Reverse phenology and dry season water uptake by *Faidherbia Albida* (Det). A. Chev. in an agroforestry parkland of Sudanese West Africa. *Functional Ecology* 13:460-472.

Von Maydell H.J. 1985. The contribution of agroforestry to world forestry development. *Agroforestry Systems* 3:83-90.