

# Sistemas silvopastoriles de la Depresión del Salado. Estructura y biomasa de montes de sauce

Laclau P.<sup>1</sup>, Valdés SmukasG<sup>2</sup>. y R. Villaverde<sup>3</sup>

## Resumen

La implementación de sistemas silvopastoriles en la Depresión del Salado favorece el crecimiento de gramíneas tolerantes a niveles moderados de sombreado, mejorando la calidad del pastizal o prolongando su período vegetativo. En momentos críticos de altas temperaturas, la provisión de sombra incrementaría el bienestar del ganado. Hacia el final de los años 1990, en el establecimiento Los Nogales, Chascomús, provincia de Buenos Aires, se implantaron montes densos de sauce negro (*Salix Nigra* cv Alonzo 4) con la finalidad de aprovechar económicamente bajos dulces inundados ocupados por espadaña (*Zizaniopsis bonariensis*) dentro de lotes ganaderos. Estos montes han contribuido a resguardar al ganado en temporadas de sequía y alta temperatura, y a abastecer al ganado de forraje mediante el corte de ramas verdes o el pastoreo directo bajo dosel. Junto con estos beneficios eventuales, el crecimiento de existencias maderables constituye un activo complementario de la ganadería que a la vez podría compensar (al menos parcialmente) las emisiones de metano entérico. En ese marco, el objetivo de este estudio fue caracterizar la estructura, el crecimiento medio y la biomasa aérea de los montes de sauce mediante inventario forestal y análisis destructivo de árboles. El crecimiento medio anual de fuste osciló entre 12 y 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, acumulando en 193 y 521 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de madera en pie en menos de 20 años. El crecimiento medio ponderado en DAP y H para los tres rodales estudiados fue de 1,1 cm.año<sup>-1</sup> y 1,2 m.año<sup>-1</sup> respectivamente. En tanto, la biomasa se incrementó a razón de 5700 a 12200 Kg de materia seca.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, totalizando entre 94,3 y 214,2 tn.ha<sup>-1</sup>. Se discute acerca del estado estructural observado y las condiciones del ambiente, y sobre el potencial beneficio de secuestro de carbono de la forestación respecto del sistema natural. No obstante, se destaca la necesidad de profundizar este tipo de estudios, incluyendo la evaluación de carbono en suelos y en la biomasa subterránea.

**Palabras clave:** bienestar animal, inventario forestal, captura de carbono, bajos, pastizales

## Silvopastoral systems of the Salado Depression. Willow forests structure and biomass

### Abstract

Silvopastoral systems at the Salado Depression promote shade-tolerant grasses enhancing forage quality or extending the vegetative period. In hot summers tree-shade shelter would increase cattle welfare. In the latter 1990's, dense forests of black willow (*Salix Nigra* cv Alonzo 4) were established at Los Nogales ranch, Chascomús, Buenos Aires province, to increase economic productivity of the 'sweet' foodplain patches of *Zizaniopsis bonariensis* included in larger paddocks. The tree plantations have contributed to feed the cattle during droughts and hot periods with green twigs of willows or by direct grazing of the understorey. Along with these eventual benefits, wood growth should complement beef production and could balance enteric methane emissions. In this context the objectives of this study were to assess the structure, mean growth and aerial biomass of black willow stands through forest inventory techniques and destructive analysis of trees. The mean annual growth of the stumpage ranged 12-30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.yr<sup>-1</sup>, cumulating 193-521 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> in less than 20 years. The DBH and height mean growth was 1,1 cm.yr<sup>-1</sup> y 1,2 m.yr<sup>-1</sup> for the assessed tree stands respectively. The biomass growth rate ranged 5700 to 12200 Kg dry matter.yr<sup>-1</sup> totalizing 94,3 to 214,2 tn.ha<sup>-1</sup>. The observed structure and the growth environmental conditions were discussed, also the carbon sequestration potential of the forest with respect to the natural rangeland. Therefore, the need to deepen studies was emphasized, including soils and belowground biomass carbon assessment.

**Key words:** animal welfare, forest inventory, carbon capture, lowlands, rangelands

<sup>1</sup>INTA AE Tandil, Rodríguez 370, (7000) Tandil, Arg., laclau.pablo@inta.gob.ar; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias (UNMP), tesista de graduación, <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP), Cátedra de Sanidad Forestal

## Introducción

La forestación en suelos bajos de la Depresión del Salado reconoce escasos antecedentes (Achinelli, 2006; Jobbágy, 2006; Cerrillo et al., 2014a, 2014b; Laclau et al. 2014a; Galetti et al., 2014). Esta gran región -que ocupa aproximadamente una quinta parte de la provincia de Buenos Aires-, posee un relieve plano a plano-cóncavo sólo interrumpido por albardones, lomas de acumulación eólica y numerosas lagunas (Rodríguez y Jacobo, 2012). Predominan los suelos halomórficos e hidrohalmórficos, con inclusiones de otros más desarrollados y sin estas limitantes en áreas altas y bien drenadas (Taboada et al., 2009). En suelos formados a partir de cordones de conchilla, crecen montes nativos de tala (*Celtis tala*) y otras leñosas asociadas. En estas áreas de relieve positivo se localizan los asentamientos humanos y los montes implantados con destino ornamental o para resguardo de personas o del ganado (Laclau et al., 2014b). En los pastizales espontáneos de sitios bajos, el uso ganadero se ve limitado durante varios meses al año, sea por el anegamiento invierno-primaveral, la sequía estival o por el consecuente incremento de salinidad de las aguas de bebida. Los pastos de ciclo otoño-invierno-primaveral (OIP) como el trébol blanco (*Trifolium repens*), el ryegrass anual (*Lolium multiflorum*), etc., constituyen la oferta forrajera de lomas y bajos drenados, mientras que en los bajos se encuentra el arracillo (*Leersia hexandra*), el pasto miel (*Paspalum dilatatum*) y otras especies (Rodríguez y Jacobo, 2012, Batista et al. 2005). La implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) fa-

vorece el crecimiento de gramíneas tolerantes a niveles moderados de sombreado, -comúnmente de ciclo OIP-, con el consiguiente mejoramiento de la cantidad y calidad del pasto o la prolongación del período vegetativo (Casal y Jankovic, 2015; Laclau et al., 2014b; Suárez, 2005). También se espera que la provisión de sombra incremente el bienestar animal en momentos de calor extremo, aun cuando en zonas templadas no alcanzaría los niveles críticos de otras regiones (Cony et al., 2004).

Con la finalidad de aprovechar económicamente bajos dulces inundados ocupados por espadaña (*Zizaniopsis bonariensis*) dentro de lotes bajo uso ganadero, a fines de los años 1990 se implantaron montes densos de sauce negro (*Salix nigra* cv Alonzo 4) en el establecimiento Los Nogales, Chascomús, provincia de Buenos Aires. Estos montes han contribuido a resguardar al ganado en temporadas de sequía y alta temperatura, y a abastecer al ganado de forraje, mediante el corte de ramas verdes o el pastoreo bajo dosel. Junto con estos beneficios eventuales, el crecimiento de existencias maderables constituye un activo complementario de la ganadería de cada lote, que a la vez podría compensar (al menos parcialmente) las emisiones de metano entérico del ganado. En ese marco, el objetivo de este estudio fue caracterizar la estructura, el crecimiento medio y la biomasa aérea de los montes de sauce instalados sobre espadañas (bajos dulces y anegables) mediante técnicas de inventario forestal (Prodan et al., 1997) y análisis destructivo de árboles.

## Materiales y Métodos

En enero de 2014 se realizaron estudios *in situ* de 3 montes de sauce negro plantados a fines de los años 1990 en la estancia Los Nogales. Las fechas de implantación y las condiciones iniciales de sitio y plantación fueron informados por la propietaria del establecimiento. A través de análisis visual y digitalización de polígonos sobre imágenes Digital Globe® del software Google Earth Pro® se delimitaron los 3 rodales más antiguos del campo, calculándose la superficie de cada uno de ellos. Se sortearon 7 puntos al azar sobre los mapas de los rodales (3 en los dos rodales más extensos, y uno en el de menor superficie, mencionados en Tabla 1) para establecer parcelas de inventario. Estos puntos, que se localizaron con GPS, definieron el vértice sudeste de parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20x20m), marcadas con estacas y cinta métrica. En ellas se midió el diámetro al pecho (DAP) de todos los árboles vivos presentes con cinta diamétrica, contabilizándose también los árboles muertos o ausentes en las filas, así como la malformación de fustes de árboles vivos. La altura total (H) se estimó con clinómetro y cinta métrica, midiéndose 5 plantas por parcela. Con el total de observaciones (35) se ajustó una función de regresión DAP/H, utilizada para estimar en gabinete la altura de cada árbol de las parcelas. Para estimar el volumen se utilizó un coeficiente de forma calculado en base

a la medición de diámetro (DAP y en punta fina) y longitud de dos árboles caídos. Con estos datos se calculó la frecuencia de plantas por clase de diámetro, la altura media, el DAP medio de cada clase y el volumen de la parcela, expandiéndose estos valores a ha (Tabla 1). El crecimiento medio anual en altura, diámetro y volumétrico se calculó como la relación: altura media/edad del rodal, diámetro medio/edad del rodal, y volumen total/edad del rodal, respectivamente.

En enero de 2015 se regresó al campo, y en función de los valores de DAP previamente observados se seleccionaron tres árboles del interior del rodal, representativos de los DAP medio, superior e inferior (árbol dominante, intermedio y suprimido respectivamente). Estos árboles fueron apeados con motosierra midiéndose el diámetro de segmentos de tronco, el primero de 0 a 30 cm de altura y los restantes en intervalos de un metro, con excepción del segmento apical que excedió esa longitud. Los árboles fueron completamente desramados, contándose el número de ramas por segmentos y eligiéndose una rama de cada segmento representativa de la totalidad (cuyo diámetro basal era aproximadamente la moda del conjunto de ramas presentes). De cada rama modal se separó la fracción de hojas por un lado y de rama con ramillas por otro, y estas fracciones, leñosa y foliar, se pesaron en fresco con

balanza electrónica digital. Este material fue acondicionado en bolsas de papel y cobertura externa de bolsas de polietileno y mantenidas en fresco hasta su procesamiento en laboratorio. Allí se tomaron submuestras de ramas y hojas para secado en estufa (60°C hasta peso constante, durante aproximadamente 120h). Por otra parte, para estimar la densidad de la madera, se extrajeron tarugos con barrenos de Pressler en número de 5 a 7, a distintas alturas de cada árbol apeado. Estos tarugos, de 5 mm de diámetro y longitud variable, también se secaron en estufa, para calcular la densidad básica de la madera (Peso seco/Volumen fresco). Con estos datos se calculó el peso seco del fuste (PSF); ramas (PSR) y hojas (PSH) y el peso seco total aéreo de cada árbol (PSTa), según;

$$\begin{aligned} \text{PSF} &= \sum_{i \rightarrow n} (V_i) \cdot \text{DB} \\ \text{PSR} &= \sum_{i \rightarrow n} (\text{PSR}_i \cdot N_i) \\ \text{PSH} &= \sum_{i \rightarrow n} (\text{PSHR}_i \cdot N_i) \\ \text{PSTa} &= \sum (\text{PSF}, \text{PSR}, \text{PSH}) \end{aligned}$$

Adonde,

$V_i$ : volumen ( $\text{m}^3$ ) del segmento  $i$ , calculado como la semisuma del área de las bases multiplicada por su longitud),

DB: densidad básica de la madera (promedio muestra de tarugos) ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

$\text{PSR}_i$ : peso seco (g) de la rama modal del segmento  $i$

$\text{PSHR}_i$ : Peso seco (g) de hojas de la rama modal del segmento  $i$

$N_i$ : número de ramas del segmento  $i$

## Resultados y discusión

### Estructura y crecimiento del rodal

La digitalización del perímetro de los rodales arrojó una superficie plantada de 58 ha totales distribuidas en dos lotes ganaderos de 270 y 330 ha. Es decir, casi un 10% de los lotes ganaderos se encontraban forestados y con acceso libre del ganado. En la Tabla 1 se muestran los resultados agregados del inventario forestal y del estudio de biomasa de los tres rodales. Considerando las edades y el volumen total alcanzado, el crecimiento medio de fuste osciló entre 12 y 30  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ . Del total de plantas vivas se destaca una proporción importante de plantas *malformadas/bifurcadas* (entre 15% y 50% de las plantas vivas) y también de plantas *muertas/ausentes*. El crecimiento medio ponderado en DAP y H para los tres rodales fue de 1,1  $\text{cm} \cdot \text{año}^{-1}$  y 1,2  $\text{m} \cdot \text{año}^{-1}$  respectivamente. En la Figura 1 se representa la estructura diamétrica de los tres rodales. Puede observarse la distribución aproximadamente normal en los rodales *Sauce* y *detrás de la Manga*, consistente con la edad, densidad y desarrollo de las plantaciones, y una distribución aplanada en el rodal del *Ensayo*, adonde la densidad de plantación habría sido sustancialmente menor y con alto nivel de fallas (presumiblemente en los primeros años), factores determinantes de un bajo nivel de diferenciación de diámetros por competencia.

Las plantaciones se realizaron con alta densidad inicial (suma de las plantas presentes y muertas/ ausentes, Tabla 1), entre 1300 y 1660 pl/ha, manifestando una relativamente alta supervivencia al momento actual. Cabe señalar que buena parte de los rodales permanece inundado en los meses de invierno

y primavera con una tabla de agua de 50 cm o más, y en los meses de estío la napa permanece en la superficie o muy próxima a ella. Este anegamiento oscilante ha provocado malformaciones por engrosamiento en la base de los fustes y brotación de raíces aéreas, además de promover indirectamente daño a los fustes (cancros longitudinales a 1 m de altura), producidos por acción del ganado y la abundante fauna silvestre (ciervos, coipos, carpinchos).

Debido al crecimiento en condiciones de alta densidad, los árboles son relativamente altos y esbeltos, con una relación altura/ DAP  $\approx 100$  en todas las parcelas. Este valor es indicador de una alta carga de copa en relación al área basal (Cendoya Hernández y Muñoz Sáez, 2002; Coutts, 1983), exponiendo las plantas a vuelco por viento, como se verificó en varios sectores.

El crecimiento observado en el rodal *Sauce*, marcadamente inferior a los otros, fue consistente con las dificultades de arranque en el crecimiento debido a competencia con la espadaña desde el inicio, al revés del rodal *Manga*, adonde inicialmente se habría quemado el pajonal (Sanchez, Susana; com.pers.). En los dos rodales de mayor crecimiento (*detrás de la Manga* y *Ensayo*), se verificaron valores importantes de biomasa y volumen (Tablas 1). No obstante, la conformación de las plantas arrojó escasa aptitud maderable por los bajos diámetros alcanzados y la conformación de los fustes. Considerando que estas características de malformación relacionadas con el sitio y otros factores del también podrían manifestarse en plantaciones similares, la forestación para la

Tabla 1. Estructura de los rodales *Sauce*, *detrás de la Manga* y *Ensayo*: año de plantación, densidad, edad, fallas, malformaciones, DAP, H (calculada por árbol, con la función local  $H=1.9149 \text{ DAP}^{0.7921}$ ;  $r^2=0.50$ ,  $n=35$ ), Coeficiente de forma (CF), Volumen (VOL) y biomasa aérea.

RODAL	Año	Densidad actual	Edad total	DAP	H	Muerto/ Ausente	Malform/ Bifurcado	CF	VOL	BIOM
		pl/ha	años	cm	m	pl/ha	pl/ha		$\text{m}^3/\text{ha}$	tn/ha
SAUCE <sup>1</sup>	1997	1200	16,5	15,4	17	92	229	0,51	193	94,3
d.MANGA <sup>2</sup>	1996	1525	17,5	19,9	20	67	183	0,51	521	214,2
ENSAYO <sup>3</sup>	1999	1050	15,5	20,1	20	250	525	0,51	409	161,1

<sup>1</sup> superficie de 38 ha en un lote ganadero de 270 ha; <sup>2,3</sup> superficie de 13 y 7 ha respectivamente, en un mismo lote ganadero de 330 ha.

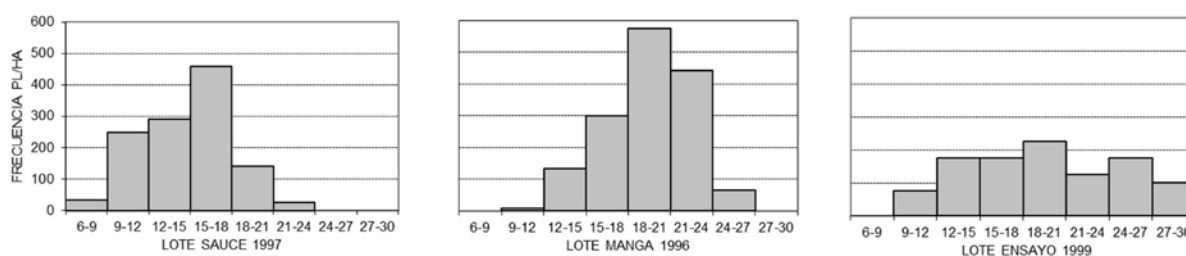


Figura 1. Estructura de los rodales. Frecuencia (pl/ha) por clases de DAP de 3 cm de intervalo (eje horizontal)

producción de bioenergía podría ser una alternativa para los productores (Doffo et al. 2014).

Por otra parte, la cobertura total del terreno y un área basal calculada cercana a  $50 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  en el caso del rodal *detrás de la Manga* señala que los crecimientos volumétricos podrían representar valores cercanos al potencial de estos ambientes de bajo dulce. Estos valores y la presencia de plantas muertas en pie (Tabla 1) sugieren que las plantaciones habrían pasado el umbral de mortalidad por competencia manifestando autorraleo (Daniel et al. 1979). En los árboles vivos, las copas se observan vigorosas y sin decaimiento en la parte apical. La acción de tornados combinado con el escaso soporte que brindan estos suelos también ha volteado plantas (Sánchez, Susana; com.pers.). Con un manejo precautorio de raleos, los árboles podrían crecer más en diámetro y extender sus raíces lateralmente, modificando su centro de gravedad y mejorando su anclaje, lo cual permitiría soportar mayores cargas de viento y a la vez mejorar su calidad maderable.

#### Biomasa individual y del rodal

La biomasa aérea de los árboles apeados fue de 28, 72 y 227 Kg/pl para el árbol dominante, intermedio y suprimido, respectivamente (Tabla 2). La biomasa de fuste dio cuenta del 69%, 73% y 86% del total aéreo, en tanto la biomasa de hojas y ramas disminuyeron su participación con el incremento de diámetro (Figura 2.A). Por otra parte, con los valores de biomasa total aérea se ajustó una función DAP/peso seco

(Figura 2.B). La función exponencial -usual en las relaciones alométricas DAP/peso (Laclau, 2003)-, obtenida con un número mínimo de observaciones ( $n=3$ ) se utilizó como estimador preliminar de la biomasa aérea de los rodales (Tabla 1). La biomasa aérea calculada osciló entre  $94,3$  y  $214,2 \text{ Tn} \cdot \text{ha}^{-1}$ , equivalente a un incremento anual promedio de  $5700$  a  $12200 \text{ Kg}$  de materia seca  $\cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ . Si se considera el pastizal bajo el dosel y la biomasa muerta en pie y la acumulada en el suelo (ramas, hojas, árboles caídos), la producción aérea anual sería aún mayor, reflejando la alta productividad primaria de los sitios plantados.

La captura de carbono de una forestación representa -en términos de masa de  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{CO}_2 \text{eq}$ )-, aproximadamente el doble de su biomasa (Sedjo, 1999; Ley y Sedjo 1995). Para el caso de estudio, en menos de 20 años tres rodales habrían acumulado unas  $15000 \text{ tn}$  de  $\text{CO}_2 \text{eq}$  (el doble de la biomasa de Tabla 1 multiplicado por la superficie de cada rodal). Si se asume un valor del espadañal reemplazado equivalente al máximo crecimiento masal de los sauces ( $12,2 \text{ Tn} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), que se mantiene relativamente constante en el tiempo, el sistema original podría mantener secuestradas unas  $1400 \text{ tn}$  de  $\text{CO}_2 \text{eq}$  en la biomasa aérea, es decir un orden de magnitud menor que la forestación. No obstante, se desconoce el nivel de carbono secuestrado en suelos y en la biomasa subterránea de ambos sistemas, y cómo influye la forestación en las emisiones de metano propias de estos sistemas inundables. El secuestro de carbono podría contribuir a la compensación de metano en-

Tabla 2. Dimensiones y biomasa individual de fuste, ramas y hojas (Kg/pl) de sauce negro

VARIABLE	UNID	ARBOL 1	ARBOL 2	ARBOL 3
<i>Fuste</i>				
Altura total	m	21.6	15.8	9.7
Diámetro (DAP)	cm	25.1	14.9	10.1
Densidad mad.	$\text{Kg}/\text{dm}^3$	418	425	523
Volumen	$\text{m}^3$	0.466	0.124	0.037
<i>Ramas</i>				
Vivas	n°	148	101	94
Muertas	n°	3	11	3
<i>Biomasa</i>				
Ramas	Kg	25	15	6
Hojas	Kg	8	5	3
Fuste	Kg	195	53	19
Total aérea	Kg	227	72	28

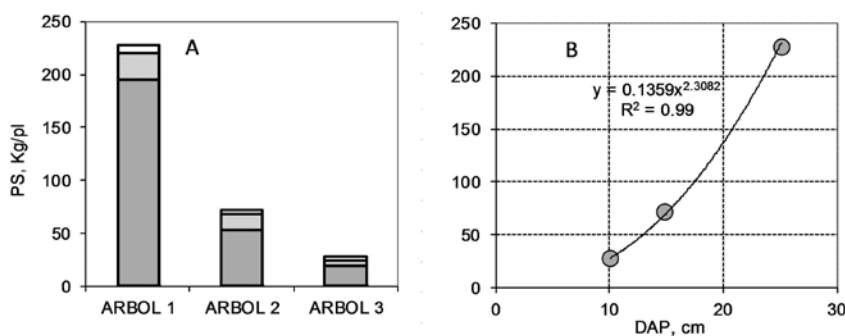


Figura 2. A: Distribución del peso seco aéreo en fuste (barras oscuras), ramas (rayado) y hojas (barras claras). Todos los árboles tienen igual edad y corresponden con un ejemplar dominante (árbol 1), intermedio (2) y suprimido (3). B: Ajuste de la biomasa aérea total en función del DAP.

térico de la ganadería, con impacto ambiental positivo de la implementación de sistemas silvopastoriles en la región (Laclau et al. 2006b). Para ello se deberían profundizar estudios similares al presentado aquí, con mayor detalle e incorporan-

do los sistemas reemplazados (línea base de carbono) y los componentes de carbono capturado en el suelo y en la biomasa subterránea de ambos sistemas (Laclau et al. 2008, Bravo Oviedo et al. 2007).

## Conclusiones

Los rodales de sauce negro implantados en bajos dulces de la Depresión del Salado arrojaron un crecimiento acumulado en biomasa y volumen comparable a los de forestaciones comerciales de otras regiones. Las limitantes del sitio y la acción de la fauna se manifestaron en la presencia de signos en corteza y en plantas malformadas, incluyendo bifurcaciones y engrosamientos basales. La alta densidad de árboles ha conformado una estructura compacta de las plantaciones, con árboles muy esbeltos (alta relación H/DAP), expuestos a riesgo de caída por vientos, tal como se verificó en varios parches de los rodales. La importante acumulación de biomasa produjo autorraleo, observándose árboles muertos en pie como resultado de la competencia. Los altos valores vo-

lumétricos y de ocupación del suelo (área basal) asociados a la mortalidad en el rodal *detrás de la Manga*, sugiere la aproximación al límite de la productividad forestal del sitio para la especie. El raleo moderado de las plantaciones permitiría mejorar la estabilidad de los árboles al incrementar el anclaje radicular y los diámetros. La evaluación practicada da cuenta del potencial de captura de carbono atmosférico de estas forestaciones, que pueden contribuir al balance de las emisiones ganaderas, para lo cual es necesario profundizar investigaciones sobre secuestro de carbono de los espadañales reemplazados y de otros compartimientos de las forestaciones no evaluados aquí, como el suelo y la biomasa radicular.

## Agradecimientos

Este artículo se realizó en el marco de los Proyectos (1) *Módulo Silvopastoril en Tierras de Uso Ganadero de la Cuenca del Salado*, (UCAR/INTA); (2) *Tecnologías y Capacidades para el Manejo de Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles con Bosques Implantados*, (INTA PNFOR 1104075), (3) *Determinación de índices de calidad para suelos bajo uso agrícola y silvopastoril*, (UNMDP AGR 428/13''), y con apoyo de las Delegaciones Técnicas Regionales de Buenos Aires Norte y Buenos Aires Sur de la Dirección de Producción Forestal (MAGyP). Los autores agradecen a Susana Sánchez (estancia Los Nogales), a Teresa Cerrillo (INTA EEA Delta del Paraná), y a los técnicos de los proyectos mencionados que participaron en el levantamiento de datos a campo.

## Bibliografía

- Achinelli, F.G., 2006. Silvicultura de álamos y sauces en la Pampa húmeda. Disertación. Actas de las Jornadas de Salicáceas 2006/ Primer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Buenos Aires, 28-30 de septiembre de 2006: 21-36
- Batista, WB; Taboada, MA; Lavado, RS; Perelman, SB, y R.J.C. León, 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En: Oesterheld, M.; Aguiar, M.R.; Ghersa, C.M.; Paruelo, J.M., editores. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires: 113-129

- Bravo Oviedo, F.; Delgado, J.A., Gallardo Lancho, J.F., Bravo Oviedo, J.A.; Ruiz-Peinado, R.; Merino, A.; Montero, G.; Cámara Gómez, A.; Navarro, R.; Ordóñez C., y E. Canga Libano, 2007. Métodos para cuantificar la fijación de CO<sub>2</sub> en los sistemas forestales. En: Bravo Oviedo, coord., El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático, ISBN 978-84-611-6599-5: 65-112
- Casal, A. y V.V. Jankovic, 2015. Efecto del sombreado en producción y estacionalidad de un pastizal en Cuenca del Salado. Actas VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales/ III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Iguazú, Misiones, Arg. 7-9 de Mayo, 2015, 7 pgs.
- Cendoya Hernández, P., y F. Muñoz Sáez 2002. Modelamiento del efecto del viento sobre árboles jóvenes de *Pinus radiata* D. Don. Bosque, Vol. 23 N° 2: 51-56
- Cerrillo, T.; Russo, F.; Morales, D., y F.Achinelli, 2014a. Evaluación preliminar de sauces (*Salix* spp.) experimentales en sitios bajos próximos al Río Arrecifes, Baradero, Provincia de Buenos Aires. Actas de las Jornadas de Salicáceas 2014/ IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. La Plata, 28-31 de marzo de 2014: 8 pgs
- Cerrillo, T., Villaverde, R., Avogadro, E., Salleses, L., Pathauer, P., Álvarez, J.A. y J. Diez., 2014b. Respuesta a temprana edad de nuevos genotipos de *Salix* spp ante estrés abiótico en un “bajo dulce” de Chascomus, provincia de Buenos Aires. Acta de las Jornadas de Salicáceas 2014/ IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina, 8 pgs
- Cony, P.; Casagrande, G.A., y G.T. Vergara, 2004. Cuantificación de un índice de estrés calórico para vacas lecheras en Anguil, provincia de La Pampa (Argentina). Rev.Fac. Agronomía, UNLPam, ISSN 0326-6184, Vol. 15 N°1/2: 9-15
- Coutts, M. P., 1983. Root architecture and tree stability. *Plant and Soil* 71: 171-188.
- Daniel, T. W., Helms, J.A., y F. S. Baker 1979. Principles of Silviculture. Second Edition. McGraw-Hill, New York. ISBN 0-07-015297-7 521 pags
- Doffo, G.; Rodríguez, M. E.; Morales, D.; Russo F.; Etchevers, P.; Achinelli, F.; Cerrillo, T. y Luquez V., 2014. Utilización de *Salix* spp. en la producción de biomasa para energía: rendimiento de biomasa al primer año. Acta de las Jornadas de Salicáceas 2014/ IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. 6 pgs.
- Galetti, M.; Esparrach, C.; Fernandez Grecco, R.; Clemente, G. y V.Dell'Arciprete, 2014. Clones de Sauces en suelos de bajos dulces de la depresión del Salado (partido de Dolores, provincia de Buenos Aires, Argentina). Jornadas de Salicáceas 2014/ IV Congreso Internacional de Salicáceas en la Argentina. La Plata, 28-31 de marzo de 2014
- Jobbágy, E.; Vasallo, M.; Farley, K. A.; Piñeiro, G; Garbulsky, M. F.; Nosetto, M.; Jackson, R.B. y J.M. Paruelo. 2006. Forestaciones en pastizales: hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia* (2006) Vol. X, N° 2: 109-124.
- Laclau, P.; Gyenge, J.; Fernández, M.E.; Domínguez Daguer, D.; Villaverde, R.; Lorea, L. y A. Quiñones, 2014a. Supervivencia inicial de clones de sauce en suelos hidrohalmórficos de la Depresión Del Salado. Actas de las Jornadas de Salicáceas 2014/ Cuarto Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. La Plata, 28-31 de marzo de 2014: 7 pgs
- Laclau, P.; Gyenge, J.; Fernández, M.E.; DomínguezDaguer, D.; Lorea, L. Villaverde, R., y A. Quiñones, 2014b. Perspectivas para la forestación con sauces y álamos en la pampa deprimida. Disertación. Actas de las Jornadas de Salicáceas 2014/ Cuarto Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. La Plata, 28-31 de marzo de 2014: 23 pgs
- Laclau, P.; Andenmatten, E.; Letourneau, F.J., y G. Loguercio, 2008. Carbon Sequestration of Ponderosa Pine Plantations in Northwestern Patagonia. En: Bravo, F.; Le May, V.; Jandl, R. y K. von Gadow, eds.: *Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change*. Springer, ISBN 978-1-4020-8342-6, Vol 17: 247-267
- Laclau, P., 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. *Forest Ecology and Management* 180: 317-333
- Ley, E., y R.Sedjo, 1995. Carbon Sequestration and Tree Plantations: A Case Study in Argentina. Forth coming: *Environmental and Resource Economics* 5(10): 9-99
- Prodan, M.; Peters, R.; Cox, F.; y P.Real, 1997. *Mensura Forestal*. IICA- BMZ/GTZ. San José de Costa Rica, 561 pgs
- Rodríguez, A.M., y E. Jacobo, 2012. Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la pampa deprimida: buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal: kit de extensión para las pampas y campos. Coordinado por F.O. Miñarro y P.Preliasco. 1a ed., Buenos Aires, Fund. Vida Silvestre Argentina; Aves Argentinas, ISBN 978-950-9427-23-5, 104 pgs.
- Sedjo, R.A., 1999. Potential for Carbon Forest Plantations in Marginal Timber Forests: The Case of Patagonia, Argentina. *Resources for the Future*, discussion Paper 99-27: 19 pgs
- Suárez, R., 2005. Sistemas Silvopastoriles en la pradera pampeana. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes 2005: 2-7.
- Taboada, M.A.; Damiano, F. y R.S. Lavado, 2009. Inundaciones en la Región Pampeana. Consecuencias sobre los suelos. Instituto de Suelos, CIRN, INTA; Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía UBA e IByF-CONICET.