

RALEO TRADICIONAL EN EL DELTA DEL PARANÁ: IMPLICANCIAS EN OCHO CLONES DE ÁLAMO

Esteban Borodowski^{1,2}, Silvia Cortizo^{1,3,4}, Vanesa Mema^{1,2,3} y Lucas Landi¹

1. Proyecto Forestal de Desarrollo, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.

2. Cátedra de Dasonomía, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

3. EEA Delta del Paraná – INTA.

4. Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

borodows@mail.retina.ar, scortizo@correo.inta.gov.ar, landi@agro.uba.ar, vmema@agro.uba.ar.

Resumen

El raleo de las plantaciones forestales es una de las prácticas silviculturales más subjetivas de la Argentina. La determinación del momento (edad) de raleo y la intensidad (cantidad de plantas a ralear) se realiza frecuentemente por el “buen ojo” del productor y/o por recetas de situaciones conocidas, muchas veces completamente distintas a las que hay que definir. El raleo tiene gran importancia, pues su objetivo es maximizar el crecimiento en volumen de los mejores árboles y aquellos que se cosecharán en la corta final, sin perder crecimiento por competencia con otros árboles, y a la vez, reduciendo al mínimo el espacio sin aprovechar dentro del rodal. En este trabajo se evaluó un raleo tradicional de la región del Delta del Paraná (a edades superiores a 6-7 años y de un 30 % de plantas) y sus implicancias en distintos clones de álamo. En un ensayo clonal instalado en un terreno protegido contra inundaciones de la Segunda Sección de Islas del Delta del Paraná que cuenta con ocho clones de álamos (P. deltoides clones 239/68, Australiano 129/60, Stoneville 67 (Mississippi slim), I 72/51 (Onda), IC 562/47 (R 9), IC 564/17 (R 15), IC 582/4 (R 24) y P. x euroamericana clon IC 568/1 (R 22) a un distanciamiento original de 4 m x 4 m se realizó un raleo selectivo por lo bajo de aproximadamente un 30 % de las plantas a los ocho años de edad. En el mismo se determinó para cada clon, los incrementos medios y corrientes en diámetro, altura y volumen, el volumen raleado, el volumen posraleo, así como cambios en el diámetro y la altura promedio de los rodales producto del raleo.

El volumen de madera preraleo varió entre 1,72 y 3,49 m³ por parcela con un promedio de 2,67 m³ por parcela. El volumen de madera por raleo fue de 0,328 m³ por parcela para el clon de menor producción y de 0,871 m³ por parcela para el de mayor rendimiento con diferencias significativas entre los clones. En este trabajo se discute momento (edad) y cantidad de plantas raleadas por el raleo tradicional con respecto a incrementos medios y corrientes en diámetro y área basal y a un estimador de la competencia dentro de las plantaciones forestales como el Índice de Densidad del Rodal (Reineke, 1933).

Palabras claves: *Populus spp.*, raleo, volumen, Índice de Densidad del Rodal, Delta del Paraná.

Introducción

El sistema de producción predominante en el Delta del Paraná es la forestación con Salicáceas (álamos y sauces), siendo la actividad económica más importante a nivel regional (Borodowski y Suárez, 2005). Los sauces tienen como principal mercado la trituración para la obtención de tableros de partículas o de celulosa utilizada en la elaboración de papel para diarios. Los álamos, además de estos destinos, se comercializan para el aserrado y debobinado (Borodowski *et al.*, 2005). Estos dos últimos mercados poseen mayor valor económico y requieren un minucioso manejo de las plantaciones dado que el tamaño y el crecimiento individual de los árboles adquiere mayor relevancia. Para lograrlo es necesario realizar podas y raleos.

El raleo de las plantaciones forestales es una de las prácticas silviculturales más subjetivas de la Argentina. La determinación del momento (edad) y la intensidad (cantidad de plantas a ralear) del raleo se realiza frecuentemente por el “buen ojo” del productor y/o por recetas de situaciones conocidas, muchas veces completamente distintas a las que hay que definir. El raleo tiene gran importancia, pues permite maximizar el crecimiento en volumen de los mejores árboles que son los que se cosecharán en la corta final, sin perder crecimiento por competencia con otros árboles y reduciendo al mínimo el espacio sin aprovechar dentro del rodal (Borodowski y Suárez, 1999).

La práctica del raleo en el Delta del Paraná adquirió importancia en los últimos años, principalmente para el cultivo de álamos. Sin embargo, las diferentes distancias de plantación utilizadas, la diversidad de clones existentes y de sitios en donde se desarrollan las plantaciones, entre otros factores, hacen a que no exista un procedimiento único para definir un raleo. Por otro lado, la necesidad de obtener un producto comercializable hace que, por lo general, los raleos en el Delta se realicen cuando los rodales se encuentran en estados de competencia intraespecífica marcada. Finalmente, la falta de una metodología sencilla aplicable directamente en el campo, dificultan al productor la definición del número de árboles a ralear. Esto trae como consecuencia que se tome como norma el eliminar un porcentaje de los árboles más chicos o de peor forma, frecuentemente un 30 % de las plantas en el primer raleo. Este procedimiento surge de los buenos resultados logrados en algunas plantaciones forestales de álamos (Suárez, 1978).

En este trabajo se evaluó el resultado de un raleo tradicional de la región del Delta del Paraná, realizado en un ensayo de ocho clones de álamo a los 8 años de edad, en donde se eliminó el 30 % de plantas. Además, se discute momento (edad) y cantidad de plantas raleadas por el raleo tradicional con respecto a incrementos medios y corrientes en diámetro y área basal, y a un estimador de la competencia en plantaciones forestales como el Índice de Densidad del Rodal (Reineke, 1933).

Materiales y Métodos

En el año 1997 se instaló un ensayo en el establecimiento Don Pedro ubicado sobre una margen del río Carabelas de la Segunda Sección de Islas del Delta del Paraná, en un terreno protegido contra inundaciones por un dique total. Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con cinco repeticiones de nueve plantas por parcela, distanciadas a 4 x 4 metros. La preparación del terreno consistió en el aplastado de la vegetación natural. Se plantaron estacas de 90 cm de largo y sección homogénea de siete clones de *Populus deltoides* Bartr. y un híbrido interespecífico de *P. x euroamericana* (Dode) Guinier. Cuatro de los clones de *P. deltoides*: Australiano 129/60, I 72/51 (Onda), Stoneville 67 (Mississippi slim) y 239/68, fueron obtenidos a partir de semillas provenientes de árboles plus de la región del Delta del Mississippi (Estados Unidos), y seleccionados dentro del marco de los programas de mejoramiento de Australia, Italia, Estados Unidos e INTA Delta de Argentina, respectivamente. Los otros tres clones de *P. deltoides*: IC 562/47 (R 9), IC 564/17 (R 15), IC 582/4 (R 24) fueron obtenidos por cruzamientos controlados en el INTA de Castelar de Argentina, así como el híbrido interespecífico de *P. x euroamericana* (Dode) Guinier, IC 568/1 (R 22).

Las fallas fueron repuestas con guías durante el invierno del primer año. Para el mantenimiento del ensayo se realizaron periódicamente podas de conducción y control de malezas. Las evaluaciones del número de plantas por parcela y altura total (H), así como de diámetro a la altura del pecho (DAP) se realizaron anualmente, durante el período de reposo, a partir del primero y segundo año respectivamente. Con estas variables se calculó el volumen por parcela (Vol. parc.), utilizando un coeficiente de forma (CF) específico para cada clon (239/68: 0,375; IC 568/1: 0,382; IC 562/47: 0,383; Aus. 129/60: 0,363; IC 582/4: 0,399; St. 67: 0,409; IC 564/17: 0,369 e I 72/51: 0,449) (Cortizo *et al.*, 2005a). Además, se calcularon los incrementos corrientes anuales (ICA) y los incrementos medios anuales (IMA) para DAP y área basal (AB) por parcela.

A fin de evaluar los cambios en el DAP y la H previo y posteriormente a un raleo homogéneo para los ocho clones de álamo, así como el volumen de madera producto de este raleo, al octavo año se efectuó un raleo selectivo por lo bajo de aproximadamente un 30 % de las plantas de cada parcela. Las plantas raleadas fueron las de menor tamaño, bifurcadas y/o de porte defectuoso.

En todos los casos, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey y se comprobó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad. Suponiendo que las situaciones de competencia intraespecífica encontradas en las parcelas de medición sean similares a las que ocurrirían en los lotes de plantación, se caracterizó a las mismas a través del Índice de Densidad del Rodal de Reineke (IDR). Para esto se utilizó la ecuación propuesta por Daniel y Sterba (1980):

$$\text{IDR} = n \times (\text{DPR}/25)^{1,6} \quad [1]$$

donde:

n = número de árboles por hectárea existentes

DPR = diámetro promedio del rodal

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se presentan los resultados de porcentaje de fallas, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (H) y volumen por parcela para los ocho clones en estudio a los 8 años de edad previo a su raleo. Se observan diferencias estadísticamente significativas entre los distintos clones de álamo para todas las variables de crecimiento.

Cuadro 1: Porcentaje de fallas y valores medios de diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (H) y volumen por parcela para ocho clones de álamo a los 8 años de edad. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para el test de Tukey.

Clon	Fallas (%)	DAP (cm)	H (m)	Vol (m ³ / parc.)
239/68	2,2	24,6 a	21,96 a	3,49 a
IC 568/1 (R 22)	0	22,52 a b c	21,95 a	3,1 a b
IC 562/47 (R 9)	13,3	23,28 a b	20,95 a b	2,97 a b c
Aus. 129/60	6,7	22,38 a b c	21,04 a b	2,82 a b c
IC 582/4 (R 24)	20	23,04 a b c	21,68 a b	2,72 a b c
St. 67	11,11	20,58 b c	20,5 a b c	2,48 b c d
IC 564/17 (R 15)	6,7	19,96 c d	19,27 b c	2,04 c d
I 72/51	6,7	17,36 d	18,13 c	1,72 d

Posteriormente, se realizó un raleo homogéneo para todos los clones, de un 30 % de aquellas plantas de menor tamaño, bifurcadas y/o de porte defectuoso de cada parcela.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de porcentaje de plantas raleadas, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (H) de las plantas raleadas, y volumen raleado (Vol raleado) por parcela para los ocho clones en estudio al octavo año. Se observan diferencias estadísticamente significativas en DAP, H y Vol raleado entre los distintos clones de álamo.

Cuadro 2: Porcentaje de plantas raleadas y valores medios de diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (H) por planta y de volumen raleado (Vol raleado) por parcela para ocho clones de álamo al octavo año. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para el test de Tukey.

Clon	Raleo (%)	DAP (cm)	H (m)	Vol raleado (m ³ / parc.)
239/68	30	21,65 a	20,89 a b	0,758 a b
IC 568/1 (R 22)	33,3	20,85 a b	21,35 a	0,872 a
IC 562/47 (R 9)	27,4	16,40 b c	17,22 c d	0,362 b
Aus. 129/60	28,3	17,01 a b c	17,66 b c d	0,380 b
IC 582/4 (R 24)	27,4	19,21 a b	20,02 a b c	0,513 a b
St. 67	26,2	14,23 c	16,83 c d	0,331 b
IC 564/17 (R 15)	33,4	16,44 b c	17,43 b c d	0,453 a b
I 72/51	30,7	14,23 c	15,76 d	0,329 b

Para determinar las diferencias entre clones, ante un raleo homogéneo, se evaluó el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total (H) de los plantas remanentes del raleo y el volumen en pie por parcela para los ocho clones del ensayo (cuadro 3). Se observan diferencias estadísticamente significativas en DAP y Vol posraleo entre los distintos clones de álamo. En altura se diferencia significativamente el I 72/51 del resto de los clones, excepto del IC 564/17 (R 15).

Cuadro 3: Valores medios de diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (H) por planta y volumen posraleo (Vol posraleo) por parcela para ocho clones de álamo a los 8 años de edad. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para el test de Tukey.

Clon	DAP (cm)	H (m)	Vol posraleo (m ³ / parc.)
239/68	25,85 a	22,42 a	2,73 a
IC 568/1 (R 22)	23,35 a b	22,25 a	2,23 a b
IC 562/47 (R 9)	25,83 a	22,35 a	2,60 a
Aus. 129/60	24,62 a b	22,43 a	2,43 a
IC 582/4 (R 24)	24,45 a b	22,28 a	2,20 a b
St. 67	22,77 b	21,82 a	2,14 a b c
IC 564/17 (R 15)	21,90 b	20,48 a b	1,59 b c
I 72/51	18,73 c	19,15 b	1,39 c

Como producto del raleo, el diámetro promedio de a la altura del pecho (DAP) de las plantas remanentes del ensayo se incrementó en 1,73 cm, variando entre 0,83 cm y 3,54 cm para el IC 568/1 (R 22) y el IC 582/4 (R 24), respectivamente. Para la variable altura total, el incremento fue de 0,95 m, con una variación de 0,30 m a 1,40 m para los clones IC 568/1 (R 22) e IC 562/47 (R 9), respectivamente.

Por otra parte, con el objetivo de determinar el momento oportuno de raleo, se analizaron los incrementos corrientes anuales (ICA) para DAP y área basal (AB) por parcela de los distintos clones de álamo durante los ocho años de edad. Es conocido que, dicho momento, dependerá del objetivo productivo establecido para cada rodal. Si nuestro interés es maximizar sólo el crecimiento diamétrico de las plantas para un destino comercial de aserrado y/o debobinado, el momento oportuno para ralear será cuando la competencia intraespecífica comienza a afectar el crecimiento individual en diámetro de los árboles. En cambio si deseáramos maximizar en lo posible el crecimiento diamétrico sin perder volumen de madera, el momento oportuno será cuando la competencia dentro de la plantación comienza a afectar el crecimiento en área basal.

En el cuadro 4 se presentan los incrementos corrientes anuales (ICA) en diámetro a la altura del pecho promedio (DAP) para los ocho clones desde los tres a los ocho años. En todos los clones se observa una disminución del ICA a partir de los cuatro años, excepto para los clones IC 568/1 (R 22) y Stoneville 67 en donde disminuye a partir de los tres años.

Cuadro 4: Incremento corriente anual (ICA) en diámetro promedio (DAP) para los ocho clones de álamo desde el tercer al octavo año.

Clon/año	ICA DAP (cm)					
	3	4	5	6	7	8
239/68	3,56	5,45	3,65	3,40	2,74	1,58
IC 568/1 (R 22)	4,10	3,69	3,38	3,32	1,98	1,44
IC 562/47 (R 9)	2,79	4,17	4,02	3,78	3,39	2,36
Aus. 129/60	3,30	3,86	3,53	2,84	3,24	1,96
IC 582/4 (R 24)	2,66	4,52	3,88	4,07	3,29	1,83
St. 67	3,39	3,32	3,26	3,30	2,64	1,45
IC 564/17 (R 15)	2,43	4,08	3,01	2,66	2,58	1,56
I 72/51	2,53	4,08	2,18	2,01	2,10	1,06

En algunos clones, como el 239/68, el IC 568/1 (R 22), el IC 564/17 (R 15) y el I 72/51, al año siguiente de su máximo ICA en DAP se encuentra una disminución muy marcada de su incremento, no así en el resto de los clones.

En el cuadro 5 se presentan los incrementos corrientes anuales (ICA) en área basal (AB) por parcela para los clones en estudio desde el tercero al octavo año. Todos los clones presentan una marcada disminución a partir del séptimo año, excepto el clon IC 568/1 (R 22) que disminuye a partir del sexto año.

Cuadro 5: Incremento corriente anual (ICA) en área basal (AB) por parcela para los ocho clones de álamo desde el tercero al octavo año.

Clon/año	ICA AB parc. (m ² /parc.)					
	3	4	5	6	7	8
239/68	0,029	0,077	0,074	0,085	0,080	0,051
IC 568/1 (R 22)	0,039	0,055	0,067	0,082	0,056	0,044
IC 562/47 (R 9)	0,014	0,039	0,058	0,072	0,080	0,064
Aus. 129/60	0,023	0,045	0,059	0,059	0,080	0,055
IC 582/4 (R 24)	0,012	0,039	0,052	0,073	0,073	0,046
St. 67	0,021	0,035	0,047	0,061	0,059	0,036
IC 564/17 (R 15)	0,016	0,044	0,046	0,051	0,058	0,040
I 72/51	0,016	0,043	0,032	0,035	0,042	0,024

El momento (edad) en el cual ocurre la disminución en el incremento en diámetro promedio para los ocho clones es, por supuesto, previo al momento en el cual se observa el efecto de la competencia sobre el incremento en área basal por parcela. Esto implica para el productor, distintos momentos oportunos para realizar el raleo. El mismo, se deberá determinar, en función del objetivo productivo planteado.

Dado que la edad, así como el número de árboles por superficie, no son indicadores generalizables para la determinación del momento óptimo de raleo, es preferible contar con otro tipo de estimadores que expresen el estado de competencia dentro de un rodal. A su vez, se hace necesario poseer un método de raleo que sea fácil de llevar a campo, no requiera mediciones engorrosas y nos dé cierta seguridad ante distintas situaciones, como ser: distintos suelos, distintos clones, distintas edades para la intervención y distintos espaciamientos iniciales.

Un método que considera esta filosofía es el Índice de Densidad del Rodal de Reineke (IDR). Este método se basa en la regla universal de la Ley de la inversa del crecimiento (Ley de los 3/2) por la cual ante el aumento del número de individuos por unidad de área los mismos crecen menos en una relación, que si se grafica como el logaritmo del volumen de la planta sobre el de la densidad, es lineal con una pendiente prácticamente constante cuyo valor es -1,5 ó 3/2 (Borodowski y Suárez, 1999). El IDR de un rodal completamente poblado se define como el número de árboles por hectárea que existen en un rodal con mortalidad dependiente de densidad que presenta un diámetro cuadrático medio de 25 cm (Daniel et al., 1982; Day, 1985). Así, este método utiliza el diámetro promedio del rodal (DPR) y el número de árboles por hectárea. La utilización como referencia del número de árboles por hectárea con un diámetro promedio de 25 cm es a fines de hacer compatibles los valores numéricos que reflejan los distintos rodales con sus distintas edades y distintas distancias entre árboles con los valores numéricos de los estados de competencia. Utilizando la fórmula propuesta por Daniel y Sterba [1] y conociendo de una plantación el número de individuos existentes y el DPR se puede saber en qué estado de competencia se encuentra en relación a la densidad máxima para la especie.

La importancia del método se encuentra en que definido el estado de competencia óptimo de un rodal uno puede llevarlo a campo independizándose de la edad y la calidad del sitio (Day y Gonda, 1987; Winckler et al., 1993), conociendo únicamente el número de plantas por hectárea y el DPR.

En el cuadro 6 se presentan los valores de Índice de Densidad del Rodal de Reineke (IDR) para las situaciones de máximo incremento corriente anual en diámetro y en área basal para los clones en estudio.

Cuadro 6: Valores de Índice de Densidad del Rodal de Reineke (IDR) promedios para las situaciones de máximo incremento corriente anual (ICA) en diámetro a la altura del pecho promedio (DAP) y de área basal (AB) por parcela para los ocho clones de álamo.

Clon / IDR	Para máximo ICA de DAP:	Para máximo ICA de AB:
239/68	216	523
IC 568/1 (R 22)	116	406
IC 562/47 (R 9)	119	407
Aus. 129/60	152	422
IC 582/4 (R 24)	115	384
St. 67	127	362
IC 564/17 (R 15)	138	357
I 72/51	135	294
Promedio	140	394

No se encontraron grandes diferencias en los valores de IDR calculados para el clon IC 568/1 (R 22) de P. x euroamericana con respecto a algunos de los clones de P. deltoides como el IC 582/4 (R 24) y el IC 562/47 (R 9). Estos clones presentan su máximo ICA de DAP a menores valores de IDR (entre 115 y 119 de IDR) y por lo tanto de competencia que el resto de los clones. Por otro lado, presentan su máximo ICA de AB a valores de IDR intermedios (entre 384 y 407 de IDR). Los clones Stoneville 67, I 72/51 e IC 564/17 (R 15) presentan su máximo ICA de DAP a valores de IDR intermedios (entre 127 y 138 de IDR) y el máximo ICA de AB a menores valores de IDR que el resto de los clones (entre 294 y 362 de IDR). Los clones australiano 129/60 y 239/68 tienen sus máximos ICA de DAP (entre 152 y 216 de IDR) y de AB (entre 422 y 523 de IDR) en mayores estados de competencia que el resto de los clones, siendo mayor para este último clon.

Calculando los valores promedio para todos los clones, el valor óptimo que solo maximiza el incremento diamétrico es de 140 de IDR, mientras que el valor óptimo que maximiza en lo posible el crecimiento diamétrico pero sin perder volumen de madera, es de 394 de IDR.

El considerar valores promedio es una primera aproximación a la determinación de valores de IDR óptimos con distintos objetivos productivos. A partir de los mismos se pueden establecer rangos de manejo para raleos de rodales de álamos.

En el trabajo de Borodowski y Suárez, 1999 se analizaron distintos planteos óptimos de raleo para álamos (*Populus deltoides*) en Estados Unidos y Argentina a través del Índice de Densidad del Rodal. Los valores de IDR óptimos mínimo y máximo de manejo para Estados Unidos eran de 193 y 356, respectivamente. Para el caso de Argentina de 250 y 380. En función de los resultados obtenidos en este ensayo, ambos planteos privilegiarían la maximización del incremento en área basal dado el rango de manejo más cercano a valores de IDR con este objetivo.

Para lograr los mejores resultados a través del raleo en las plantaciones de álamo se recomienda establecer rangos de manejo óptimos acotados según el objetivo productivo deseable.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran diferencias en diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (H) y en volumen por parcela a los 8 años de edad para los ocho clones de álamo, previo a su raleo. El volumen de madera preraleo varió entre 1,72 y 3,49 m³ por parcela con un promedio de 2,67 m³ por parcela. El volumen de madera por raleo fue de 0,328 m³ por parcela para el clon de menor producción y de 0,871 m³ por parcela para el de mayor rendimiento con diferencias significativas entre los clones. Producto del raleo, el diámetro a la altura del pecho (DAP) de las plantas remanentes se incrementó en 1,73 cm en promedio para los ocho clones, variando entre 0,83 cm y 3,54 cm para el IC 568/1 (R 22) y el IC 582/4 (R 24), respectivamente. En altura total, se incrementó en 0,95 m en promedio, variando entre 0,30 m y 1,40 m para el IC 568/1 (R 22) y el IC 562/47 (R 9), respectivamente.

En la evolución de los incrementos corrientes anuales, se observó una disminución del ICA de DAP a partir de los cuatro años para todos los clones, excepto en el clon IC 568/1 (R 22) y en el Stoneville 67 que se presenta a partir de los tres años. Con respecto al ICA de AB por parcela, se observó en todos los clones una marcada disminución a partir de los siete años, excepto en el clon IC 568/1 (R 22) que se presentó a partir de los seis años.

Para la determinación del momento oportuno de raleo con el fin de maximizar el incremento diamétrico de las plantaciones se obtuvo un valor promedio de 140 de IDR, mientras que el valor óptimo que maximiza en lo posible el crecimiento diamétrico pero sin perder volumen de madera es de 394 de IDR.

Se recomienda la utilización de rangos de manejo de IDR según objetivos productivos para la determinación de momento e intensidad de raleo en las plantaciones de álamos de la región del Delta. Mayores investigaciones en este tema serán de gran ayuda para acotar el mismo en forma ajustada y mejorar el manejo de esta especie.

Agradecimientos

Al Sr. José Luis Cosentino por permitir la realización de este ensayo y por el esmerado cuidado al mismo.

Bibliografía

- Borodowski E.D. y R.O. Suárez. 1999. Raleo en plantaciones de *Populus sp.*. Revista SAGPyA Forestal nro. 10, Marzo - Abril de 1999, págs. 2-5. ISSN 0328-9710
- Borodowski E.D. y R.O. Suárez. 2005. Caracterización forestal de la región del Delta del Paraná. Documento NEF Delta – Proyecto Forestal de Desarrollo – SAGPyA. 8 págs. <http://www.sagpya.gov.ar/new/0-0/forestacion/deleg/caract.pdf>
- Borodowski E., Cortizo S., Suárez R. y V. Mema. 2005. Crecimiento de cinco clones de álamo en el Delta del Paraná. II Ajuste de curvas de crecimiento inicial. III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Corrientes – Corrientes. Actas en CD. ISSN 1669-6786.
- Cortizo S., Borodowski E., Landi L. y V. Mema. 2005a. Alometría y destino comercial en clones de álamo. Actas de las XX Jornadas Forestales de Entre Ríos, 27 y 28 de octubre de 2005. Concordia, Entre Ríos. Trabajo completo publicado en CD.
- Cortizo S., Borodowski E., Mema V. y R. Suárez. 2005. Crecimiento de cinco clones de álamo en el Delta del Paraná. I Ensayo comparativo clonal. III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Corrientes – Corrientes. Actas en CD. ISSN 1669-6786.
- Daniel T.W. and H. Sterba. 1980. Zur ansprache der bestandesdichte Allgemeine Forstzerfung 91: 155-157.
- Daniel T.W., Helms J.A. and F.S. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. Ed. McGraw-Hill, Mexico. 492 pp.
- Day R.J. 1985. Crops plans in Silviculture. Lakehead University School of Forestry. Reprinted by Canadian Pulp and Paper Association. W.S.I. 2075 (F-4) ODC 624. 58 pp.
- Day R.J. and H. Gonda. 1987. The crop planning method to improve the yield of slash pine plantations in Misiones. Simposio de Silvicultura y Mejoramiento Genético de especies forestales. CIEF. Tomo IV: 116-133.
- Reineke L. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forest. Journal Agricultural Research 46: 627-638.
- Suárez R.O. 1978. Raleo de plantaciones de *Populus spp.* En: Actas del Tercer Congreso Forestal Argentino. (1978, Tigre). Buenos Aires, Arg. p. 255-263.
- Winckler C., Caccia F., Garau A., Rezzano C. y N. Mazia. 1993. Análisis del estado de competencia y manejo de la densidad en rodales de *P. deltoides* Marsh en el Delta del Paraná. Actas Tercer Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo VI. Bosques de cultivo: 69-76.