

Crecimiento en plantas jóvenes de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht

Alzugaray, C.¹⁻²; N. J. Carnevale ²⁻³ y A. R. Salinas ²⁻³

1 MSc Ing. Agr. Claudia Alzugaray. Cátedra de Biología. Facultad de Ciencias Agrarias. Campo Experimental Villarino. C.C. 14. S2125ZAA. E-mail: calzugar@unr.edu.ar

2 Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

3 Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario.

RESUMEN — Alzugaray, C.; N. J. Carnevale y A. R. Salinas, 2006. "Crecimiento en plantas jóvenes de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht". *Lilloa* 43 (1-2). *A. quebracho-blanco* es uno de los árboles característicos de La Provincia Chaqueña. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de árboles jóvenes en dos tipos de suelo: Argiudol vértico (AV) y Natraqualf típico (NT) a los 9, 21 y 33 meses de edad. Se evaluó área foliar (AF), peso seco total (PST), de la raíz (PSR), del vástago (PSV), longitud total de raíces (LTR), altura (A) y profundidad de raíces (P). Luego se calcularon: la relación del peso seco de raíces (RPR), la relación del peso seco del vástago (RPV), la relación de área foliar (RAF), la relación de longitud de raíces (RLR), la longitud específica de raíces (LER), las tasas de crecimiento relativo (TCR), las tasas de asimilación neta (TAN) y el incremento porcentual del peso seco de los plantines (IP) a partir de las semillas (=100%). *A. quebracho-blanco* mostró mayores P y LTR a los 9 meses de edad para el suelo AV ($p < 0,05$). A los 21 y 33 meses se observaron mayores AF, PST, PSR, PSV y LTR en el AV ($p < 0,05$). Las TCR y TAN y el IP fueron mayores ($p < 0,05$) a los 33 meses de edad de las plantas en el AV con 0,23 mg.g⁻¹.día⁻¹; 0,058 mg.cm².día⁻¹ y 13.643%. Se concluye que *A. quebracho-blanco* desarrolla mayor biomasa y en menor tiempo en el suelo Argiudol.

PALABRAS CLAVE: Quebracho blanco, tasas de crecimiento relativo, suelos.

ABSTRACT — Alzugaray, C.; N. J. Carnevale y A. R. Salinas, 2006. "Growth in young trees of *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht". *Lilloa* 43 (1-2). *A. quebracho-blanco* is one of the typical trees of the Chaco Province. The objective of this study was to evaluate the growth of young trees in two types of soils, Vertic Argiudol (VA) and Typical Natraqualf (TN), at the end of three growing periods: 9, 21 and 33 months. The variables observed were: leaf area (LA), total dry matter (TDM), root dry matter (RDM), shoot dry matter (SDM), root total length (RTL), height (H) and root depth (RD). Was calculated the root mass ratio (RMR), the stem mass ratio (SMR), the leaf area ratio (LAR), the root length ratio (RLR), the specific root length ratio (SRLR), the relative growth rates (RGR), the net assimilation rate (NAR), and the percentage of increase in dry matter (IDM) in young trees in comparison to seed dry matter (= 100%). Nine month old *A. quebracho-blanco* plants were found to have higher RD and RTL in soil AV ($p < 0.05$). LA, TDM, RDM and RTL were higher in 21 and 33 month old plants in soil VA ($p < 0.05$). RGR, NAR and IDM were higher ($p < 0.05$) in 33 month-old plants growth in VA, with values of 0.23 mg.g⁻¹.day⁻¹; 0.058 mg.cm².day⁻¹ and 13.643%, respectively. According to these results, *A. quebracho-blanco* positively responds to Vertic Argiudol soil.

KEYWORDS: Quebracho blanco, relative growth rates, soils.

INTRODUCCIÓN

Aspidosperma quebracho-blanco (quebracho blanco) es un árbol perteneciente a la familia de las *Apocináceas*; el género *Aspidosperma* comprende aproximadamente 50 especies de América tropical y subtropical. Muchas de estas especies son muy apreciadas por su madera de buena calidad (Ezcurra, 1981). En Sudamérica, *A. quebracho-blanco* es una especie característica de la provincia Chaqueña, región que comprende el sur de Bolivia, el oeste del Paraguay y el norte de Argentina (Cabrera y Willink, 1980), aunque en Argentina se extiende a zonas de transición con el Monte y la Mesopotamia (Roig y

Roig, 1962; Prado, 1991) (figura 1). En la Provincia de Santa Fe, Argentina, se la encuentra fundamentalmente en la Cuña Boscosa, región que posee bosques, abras gramíneas y esteros. Estos bosques no son homogéneos, pudiéndose encontrar tres tipos fundamentales, correlacionados con gradientes topográficos y latitudinales: el "bosque chaqueño", el "quebrachal" de *Schinopsis balansae* y los "algarrobales" de *Prosopis nigra* Griseb (Lewis y Pire, 1981; Lewis, 1991).

A. quebracho-blanco es un árbol cuyos ejemplares adultos dentro del quebrachal, pueden alcanzar los 20 m de altura y 1

m de diámetro de tronco, aunque en un clima xerófilo puede reducir su altura a 7 m o menos (Dimitri, 1997). Las flores son hermafroditas disponiéndose en inflorescencias multifloras, laterales. La floración se inicia a fines de primavera y principios de verano, pero sus frutos maduran a fines del invierno siguiente (Ezcurra, 1981). En sectores del Chaco semiárido, existen comunidades de origen pirógeno, donde *A. quebracho-blanco* es la especie dominante (Del Castillo *et al.*, 1998).

Su madera tiene un peso específico de 0,85 kg.dm⁻³, y posee múltiples aplicaciones, principalmente para carbón, durmientes, varillas, postes, muebles y herramientas. Su corteza contiene además, numerosas sustancias alucinógenas y 26 alcaloides identificados, por lo que en otros países se comercializa como medicinal (Ragonese y Milano, 1984). Entre los aborígenes tobas del Chaco, la decocción de su corteza se usa para curar heridas y como contraceptivo (Marzocca, 1993). El quebracho, denominándose así a la corteza despojada de periderma como tal, fue incluida en la Farmacopea Nacional Argentina (1978).

Existe escasa información acerca de esta especie, y la que existe, generalmente está vinculada a aspectos tales como el escaso vigor de las plántulas (Orfila, 1995) y la no regeneración en el bosque por su lento crecimiento (Mostacedo y Fredericksen, 2000). En bosques naturales existen observaciones que muestran a esta especie como oportunista y capaz de germinar e instalarse luego de un disturbio importante como el fuego (Del Castillo *et al.*, 1998). Otros autores consideran que *A. quebracho-blanco* es una especie tardío sucesional y que requiere de mecanismos de facilitación para instalarse en el Chaco árido (Barchuk *et al.*, 1998; Barchuk y Díaz, 2000).

A pesar de la importancia de esta especie y la extensiva tala a que es y ha sido sometida (Wenzel y Hampel, 1998; Bercovich, 2000; World Rainforest Movement, 2000 y 2001) no existen datos de crecimiento de individuos juveniles en distintas condiciones edáficas. Esta infor-

mación permitiría conocer las posibilidades potenciales de la especie para planes de reforestación en bosques degradados o para otros usos en viveros comerciales, contribuyendo al objetivo mediano al que se aspira en este trabajo.

Dentro del objetivo inmediato y en función de la amplia distribución geográfica y del lento crecimiento que presentaría quebracho blanco se pretende determinar si existen diferencias en la velocidad de crecimiento, según el tipo de suelo sobre el que se desarrolla. Con este propósito se eligieron dos tipos de suelo con propiedades disímiles como: Natraqualf típico y Argiudol vértico. Para la elección de los suelos se consideraron dos de los tipos más extremos dentro del rango de distribución de esta especie.

La hipótesis a probar fue:

H1: *A. quebracho-blanco* crece muy lentamente, independientemente de las condiciones edáficas en las que se encuentre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron frutos de *A. quebracho blanco* en la Estación Experimental del Ministerio Dr. Tito Livio Copa en Las Gamas, localidad de Vera, provincia de Santa Fe (figura 1), Argentina (29°30' L.S.;

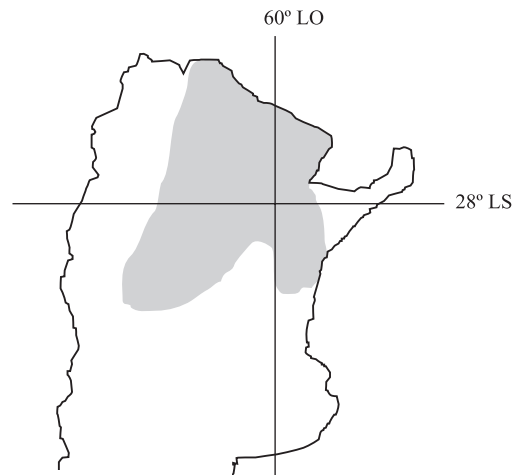


Figura 1. Área de distribución de *Aspidosperma quebracho-blanco* (quebracho blanco) en la República Argentina (Dimitri, 1997).

60°45' L.O.) en julio de 2000. Se extrajeron las semillas una vez abiertos los frutos y se sembraron en potes plásticos para lograr un total de 200 plantines, 100 en suelo proveniente de la localidad de Vera (Natraqualf típico) y 100 en suelo de la localidad de Zavalla (Argiudol vértico) (33°01'L.S.; 60°53'L.O.). Los suelos correspondieron a un Argiudol Vértico perteneciente a la serie Roldán de la localidad de Zavalla y a un Natracualf típico de la localidad de Las Gamas, Vera. Aunque el área de ocupación actual de *A quebracho-blanco* ha quedado reducida, los suelos sobre los que se distribuía esta especie correspondían a una amplia gama de variantes (Espino *et al.*, 1983; Marino y Pensiero, 2003), entre ellos Argiudoles, Natracualfes, Ochraqualfes y Entisoles. Las principales características de los suelos con que se efectuaron los ensayos se resumen en el cuadro 1. El suelo de Zavalla se extrajo del horizonte A de lotes que no estuvieron nunca sometidos a agricultura o ganadería y pertenecientes al Parque Experimental Villarino de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad nacional de Rosario. El suelo de Vera se extrajo de los horizontes A2 y B21-B22, de los lotes seleccionados dentro del bosque, pertenecientes a la Estación Experimental de Las Gamas.

Los ensayos se llevaron a cabo en los invernáculos de la Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario (Zavalla). Las semillas se sembraron a fines de agosto del año 2000, directamente en macetas de 15 por 25 cm, las plantas jóvenes se mantuvieron allí hasta los 21 meses y luego se transplantaron a macetas de 18 por 50 cm. Las plantas se mantuvieron en iguales condiciones de luz, riego y temperatura mientras duró el experimento y las macetas fueron desmalezadas periódicamente. Las evaluaciones se efectuaron a los 9, 21 y 33 meses de edad. En cada evaluación se tomaron datos de 20 plantas de características homogéneas, 10 por cada tipo de suelo. Se evaluó: área foliar (AF), longitud total de raíces (LTR), peso seco total (PST), peso seco de la raíz (PSR), peso seco del vástago (PSV), altura de la parte aérea (A) y profundidad de raíces (P). El AF de cada planta se determinó mediante un integrador de área foliar "LI-3100 - Area Meter". Para obtener la LTR se lavaron las raíces cuidadosamente, se secaron y se colocaron sobre papeles. Luego se escanearon a escala real y se colocó sobre cada imagen un papel de acetato con una grilla que, según el largo total de raíces a estimar, fue de 1 x 1 cm, o de 2 x 2 cm. A raíces más largas, se utilizó una grilla de lado mayor. Se contó el número de inter-

Horizonte	Natraqualf Típico				Argiudol Vértico		
	Ap	A2	B21	B22	A	B1	B2
Espesores (cm)	0-10	0-10	10-25	25-46	0-31	31-42	42-70
Materia orgánica (%)	1,51	3,43	2,08	1,34	3,21	1,34	1,5
Arcilla < 2 (%)	27,5	18	28	33	25	29,8	49,6
Limo 2- 50 (%)	69,5	79,5	69,5	63,5	62,7	60,6	46,1
Arena fina y muy fina (%)	2,62	1,88	1,92	1,65	12,1	9,6	4,3
Saturación de bases S/T (%)	92,9	98,8	93,9	94,8	82	85	88
Suma de bases (S) cmol (+)/ kg	23,6	17,8	24,7	25,8	18,3	17	30,5
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	25,4	18	26,3	27,2	21,9	19,8	31,5

Cuadro 1. Principales características de los suelos Natracualf Típico y Argiudol Vértico.

secciones de las raíces con la grilla y se aplicó un factor de conversión de 0,7857 para la grilla de 1 x 1 cm, y de 1,5714 para la grilla de 2 x 2 cm (Tennant, 1975). La materia seca se determinó separando la parte aérea de la parte radical y secándolas en estufa a 70°C hasta peso constante y luego se pesó con balanza de precisión. Se analizaron las siguientes variables: relación de peso seco de raíces (RPR= PSR/PST); relación de peso seco del vástago (RPV= PSV/PST), relación de área foliar (RAF=AF/ PST), relación de longitud de raíces (RLR= LTR/PST) y longitud específica de raíces (LER= LTR/PSR) (Ashton *et al.*, 1995; Poorter y Garnier, 1996; Poorter y Garnier, 1999; Poorter, 1999). Las variables RPR y RPV se refieren a la distribución preferencial de la biomasa en las raíces o en la parte aérea; la RAF explica el despliegue de hojas en función de la materia seca total y las variables RLR y LER explican la eficiencia de la inversión de biomasa para la ganancia en longitud de raíces.

Se calcularon las Tasas de crecimiento relativo (TCR: crecimiento de biomasa por unidad de biomasa de la planta en $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$) y las Tasas de asimilación neta (TAN: crecimiento de biomasa aérea por unidad de área foliar en $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$) utilizando las fórmulas de Causton y Venus (1981).

Se utilizó un diseño experimental factorial, totalmente aleatorizado. Los datos se analizaron como un factorial 2x2 (2 edades de las plantas x 2 tipos de suelo).

Para todas las variables de crecimiento, se realizó la prueba T de Student o la prueba de Wilcoxon al nivel del 5% de probabilidad, en cada momento de la evaluación, comparando las respuestas de crecimiento en ambos tipos de suelo (Aronson *et al.*, 1992; Ribichich, 1996). Todas las variables dependientes fueron transformadas a logaritmo natural (ln) para calcular las TCR y las TAN. Las TCR y las TAN fueron comparadas según la metodología propuesta por Poorter y Lewis (1986).

Por último se relacionó el peso seco promedio de las semillas con el peso seco

promedio de las plantas jóvenes a los 9, 21 y 33 meses de edad de las plantas, calculándose el incremento en % del peso seco de las plantas jóvenes a partir del peso seco de la semilla (=100%) (Parolin, 2001). Se realizó la prueba T de Student para cada edad de las plantas.

RESULTADOS

Solamente la profundidad (P) y la longitud de las raíces (LTR) fueron significativamente distintas a los 9 meses de modo que en los suelos Argiudol el sistema radical fue más profundo y profuso. Los promedios de profundidad (P) y longitud total (LTR) de las raíces fueron 27,79 cm y 18,88 cm y 104,86 cm y 55,64 cm en los suelos Argiudol y Natraqualf, respectivamente. A los 21 meses, las plantas que crecieron en el suelo Argiudol resultaron con mayores AF, PST, PSR, PSV y LTR que las plantas que crecieron en suelo Natraqualf ($p < 0,05$) (figura 2). Las variables Altura y Profundidad de raíces no se evaluaron a los 21 y a los 33 meses, pues casi todas las plantas produjeron ramificaciones aéreas y las raíces mostraron una gran complejidad en su arquitectura. Al final de la tercera estación de crecimiento tanto el AF como las variables que involucran al peso seco y la LTR mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) con los valores más altos en el suelo Argiudol (figura 2). A los 9 meses las plantas que crecieron en el suelo Natraqualf mostraron mayores valores de RAF (AF/PST) y menores valores de RPR (PSR/PST) y RLR (LTR/PST) ($p < 0,05$), con una distribución preferencial de fotoasimilados hacia la parte aérea, que se reflejó en la menor materia seca de raíces y menor longitud de raíces por unidad de materia seca total (figura 3). Se observó a los 33 meses que RPR y RPV igualaron sus valores para ambos tratamientos, con una distribución equitativa de la biomasa de las raíces y del vástago. A esa misma edad de las plantas los índices RAF, RLR y LER disminuyeron drásticamente y mostraron valores semejantes en ambos tratamientos (figura 3).

En la figura 4 se muestran los datos de TCR y TAN, observándose diferencias significativas ($p < 0,05$), sólo para los 33 meses de edad de las plantas, con las mayores TCR y TAN para las plantas que crecieron en el suelo AV.

El incremento en peso seco se observa en la Figura 5, presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) a los 33 meses de edad de las plantas, en las plantas que crecieron en el suelo AV.

DISCUSIÓN

Los suelos Natraqualfes Típicos, presentan alcalinidad sódica en alguno de sus horizontes o en todo el perfil, por lo que el P está menos disponible que en suelos cuyo pH varía entre 6 y 7. Además retienen poco el agua en superficie debido a los altos porcentajes de limo. El limo fino y las arcillas de este suelo crean un microambiente edáfico extremadamen-

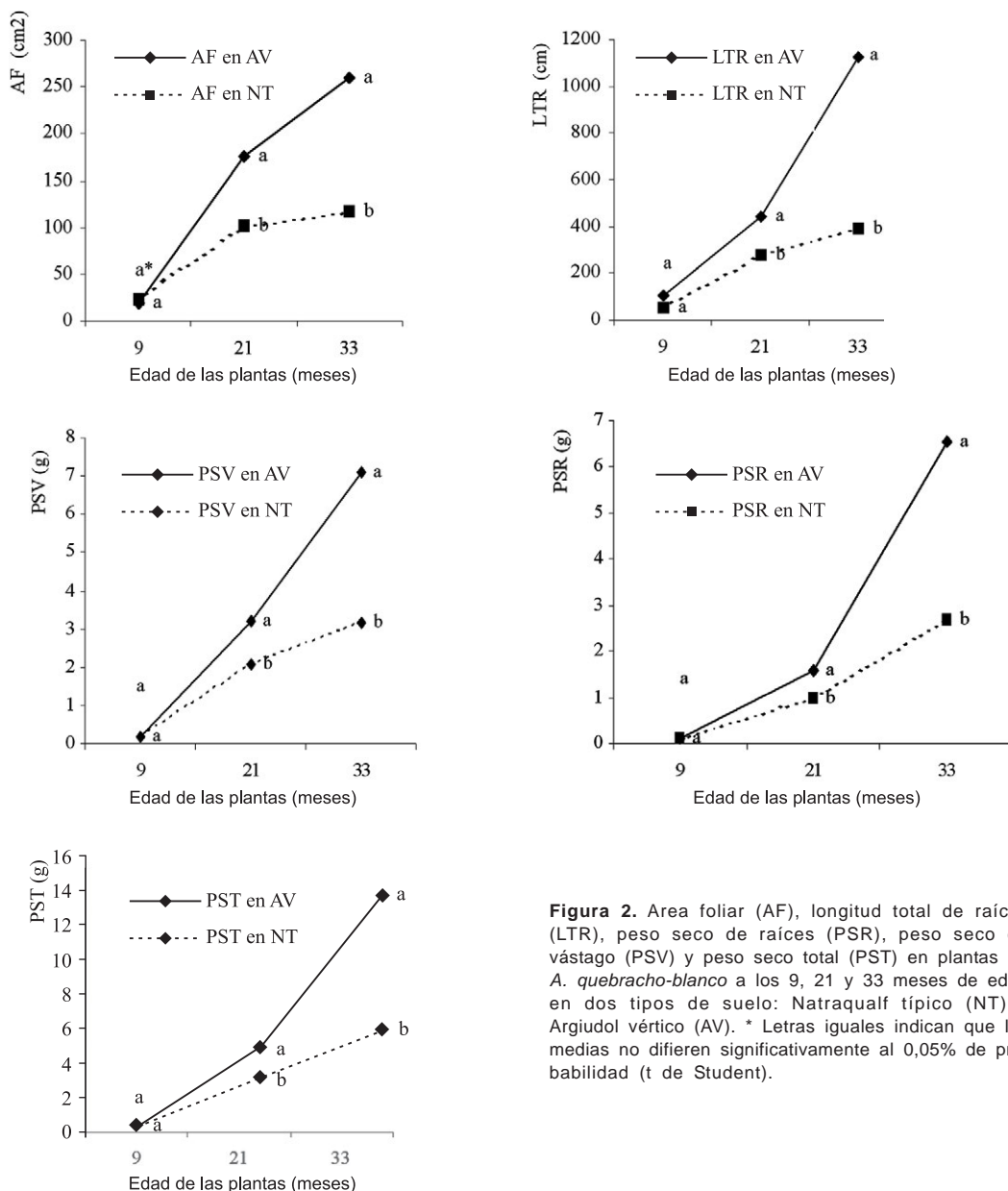


Figura 2. Area foliar (AF), longitud total de raíces (LTR), peso seco de raíces (PSR), peso seco de vástago (PSV) y peso seco total (PST) en plantas de *A. quebracho-blanco* a los 9, 21 y 33 meses de edad en dos tipos de suelo: Natraqualf típico (NT) y Argiudol vértico (AV). * Letras iguales indican que las medias no difieren significativamente al 0,05% de probabilidad (t de Student).

te compacto, dificultando la penetración de las raíces. Está debidamente comprobado que la constitución del suelo influye en el desarrollo de las raíces y que los sistemas radicales son los principales depósitos de materia seca en términos de distribución de biomasa y de incremento anual de peso, dependiendo de factores ecológicos adicionales y de la especie de que se trate (Vilche *et al.*, 2000; Le Goff

y Ottorini, 2001). La bibliografía referente a crecimiento de raíces en especies forestales indica que en suelos de textura fina, estas son más cortas y más ramificadas que en suelos de textura más gruesa (Glinski y Lipiec, 1990).

A. quebracho-blanco acumuló entre un 32 y un 50% de biomasa en las raíces dependiendo de la edad de las plantas, y de la clase de suelo, con una tendencia a

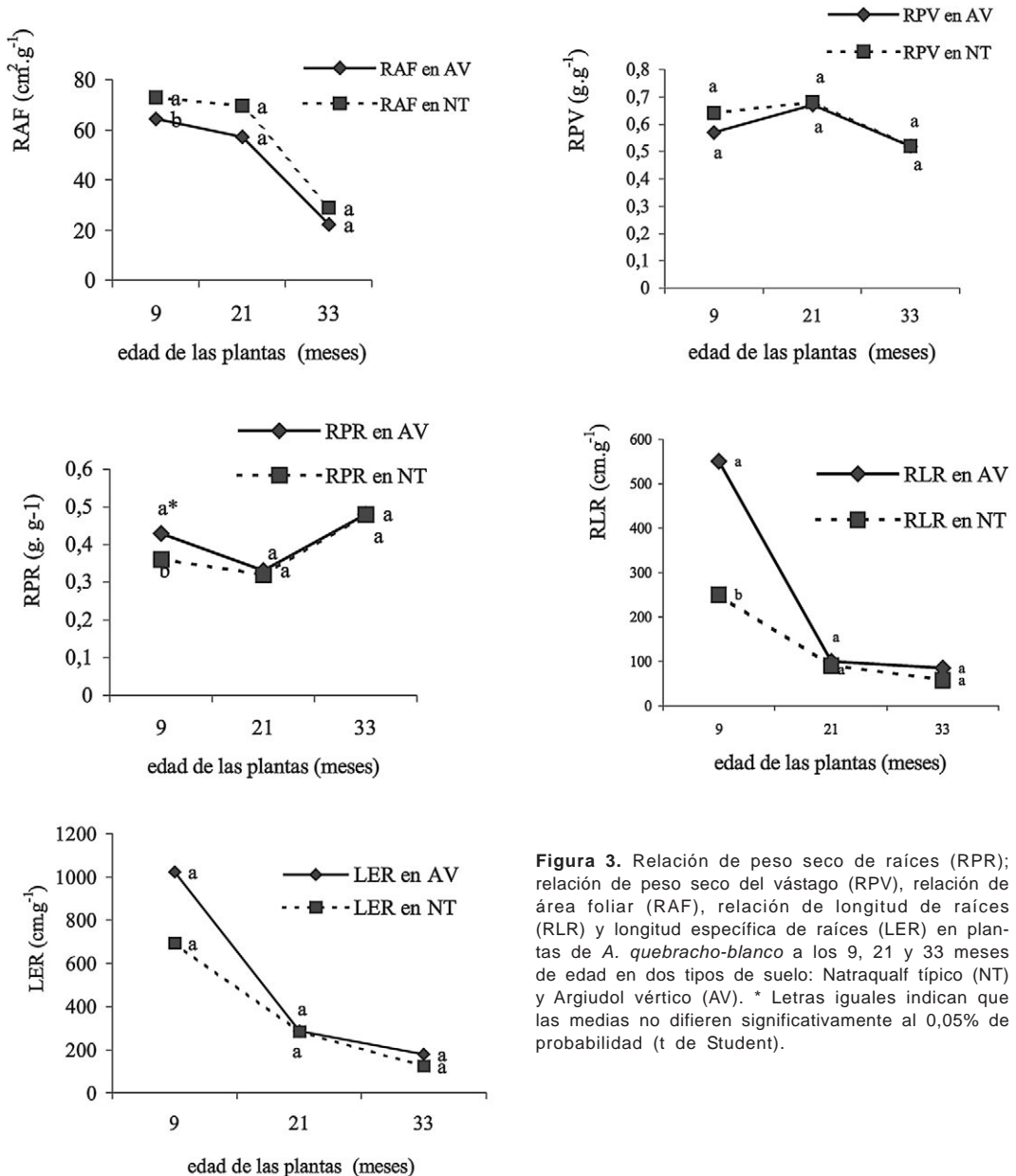


Figura 3. Relación de peso seco de raíces (RPR); relación de peso seco del vástago (RPV), relación de área foliar (RAF), relación de longitud de raíces (RLR) y longitud específica de raíces (LER) en plantas de *A. quebracho-blanco* a los 9, 21 y 33 meses de edad en dos tipos de suelo: Natraqualf típico (NT) y Argiudol vértico (AV). * Letras iguales indican que las medias no difieren significativamente al 0,05% de probabilidad (t de Student).

equilibrar la distribución de la biomasa en una proporción 1:1 (PSV:PSR) a medida que las plantas aumentaban su edad y su porte en los dos tipos de suelo. La respuesta al suelo se manifestó a los 9 meses de vida de las plantas, con una mayor profundidad de las raíces y en una mayor LTR en el suelo AV. Esto indica que las raíces de *A. quebracho-blanco* son los órganos más sensibles a las diferencias edáficas en los estadios tempranos de crecimiento. El sistema radical de *A. quebracho-blanco* aparenta ser muy plástico, ya que presenta las características morfológicas de las especies halófitas y xerófitas (Eames y Mac Daniels, 1977). Este tipo de raíces son contráctiles, extendidas y varían según el tipo de suelo, pero no desarrollan un marcado eje central. Estas características radicales se comprobaron en quebracho blanco, durante la extracción y el lavado de las raíces para su evaluación.

Roig y Roig (1962) observaron plantas de *A. quebracho-blanco* en el límite sudoeste de su área de dispersión sobre suelos arenosos, con ejemplares que extendieron raíces superficiales a una distancia máxima de 10 m del tronco. Muchas de esas raíces presentaban brotes epirrizos, estando algunos de ellos ya separados de la planta madre. Del Castillo *et al.* (1998) observaron las mismas características de profusión de raíces superficiales con brotes, en el Chaco árido en la provincia de Salta. En este trabajo, la estrategia de ocupación del suelo a través de las raíces, se hizo notoria en la gran longitud de las mismas por gramo de materia seca total (RLR), o por gramo de materia seca de raíces producidas en ambos tipos de suelo (LER), con respuesta positiva del suelo Argiudol a los 9 meses de edad de las plantas.

Barberis (1996) encontró un reclutamiento diferente de *A. quebracho-blanco*, respecto a las demás especies arbóreas, en distintos micrositios dentro del bosque. Esta diferencia podría estar avalada por la respuesta temprana y selectiva de las raíces, las que determinarán el establecimiento de las plántulas.

Los mayores valores de AF, PST, PSV, PSR y LTR a los 21 y 33 meses a favor de las plantas que crecieron en el suelo Argiudol, denotaron una gran capacidad de respuesta de esta especie a las diferencias edáficas. Los suelos Argiudoles vérticos de la serie Zavalla, poseen una mejor condición físico-química que el suelo Natraqualf y una moderada provisión de P asimilable. Además, como el suelo Argiudol vértico utilizado en los ensayos proviene de lotes en donde nunca se practicó agricultura, esta provisión es elevada (40-50 ppm) (Molina y Sauberán, 1955; García, 2001). En general, las mejores condiciones físico-químicas de un suelo

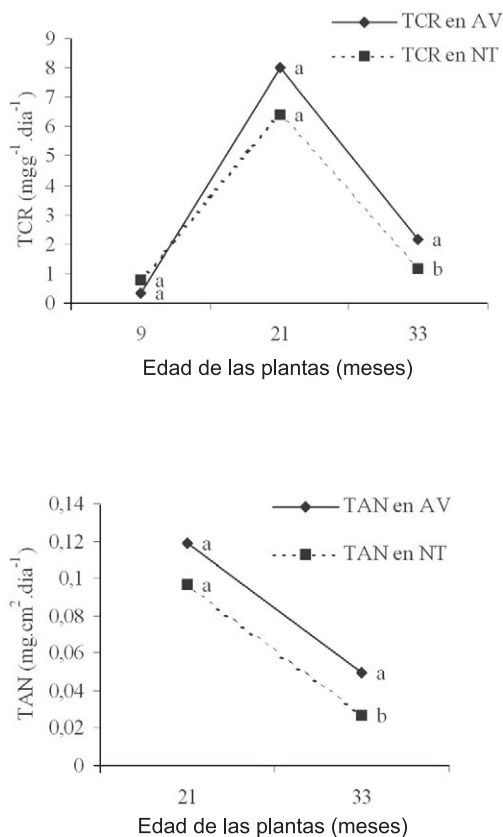


Figura 4. Tasa de crecimiento relativo (TCR) y Tasa de asimilación neta (TAN) en plantas de *A. quebracho-blanco* evaluadas en tres y dos momentos, respectivamente, en dos tipos de suelo: Natraqualf típico (NT) y Argiudol vértico (AV). * Letras iguales indican que las medias no difieren significativamente al 0,05% de probabilidad (t de Student).

explican el mayor desarrollo alcanzado, para otras especies, como en el caso de *Schinopsis balansae*, lo que se puede expresar, en ejemplares más grandes, con mayor cantidad de m³. ha⁻¹ de madera (Patiño et al., 1994).

Sin embargo, en las variables que explican la distribución diferencial de fotoasimilados por gramo de materia seca (RMR y RMA) o por cm de raíces (RLR y LER) o el despliegue de superficie fotosintética por gramo de MST (RAF), se observó el mismo comportamiento en las tres evaluaciones, exceptuando una mayor RMR y una menor RAF a los 9 meses para el suelo Argiudol. Por lo tanto, aunque el crecimiento fue mayor para el tipo de suelo Argiudol, la distribución de los recursos en la planta no mostró variación.

En los ecosistemas en que prospera, *A. quebracho-blanco* es considerada una especie pionera, heliófila y de lento crecimiento en una sucesión (Lewis, 1991; Del Castillo et al., 1998; Wenzel y Hampel, 1998; Hampel, 2000; Bercovich, 2000), aunque en el Chaco árido, otros autores consideran que *A. quebracho-blanco* es una especie tardío sucesional y requiere de mecanismos de facilitación para instalarse (Barchuk et al., 1998; Barchuk y Díaz, 2000).

Como el objetivo de manejo es la sustentabilidad a largo plazo de estos bosques, es necesario conocer los factores que afectan la regeneración, como por

ejemplo las tasas de crecimiento relativo de esta especie. *A. quebracho-blanco* tuvo una TCR promedio de 0,8 y 0,35 mg. g⁻¹. día⁻¹ en los suelos Natraqualf y Argiudol respectivamente, considerando el peso seco de la semilla un primer dato de PST, hasta los nueve meses en que se efectuó la primera cosecha. El peso seco promedio de las semillas de *A. quebracho-blanco* fue de 0,15 g. Esta especie es considerada por Mostacedo y Fredericksen (2000) como una especie con problemas de regeneración en el bosque boliviano por sus bajas tasas de crecimiento natural. Aunque existen escasos datos de TCR para especies arbóreas en su estado juvenil, se considera interesante presentar algunos de ellos, pues resultan ilustrativos para esta variable. Por ejemplo, *Cecropia* Loefl., una especie pionera del bosque tropical de Costa Rica mostró un incremento de 23 mg. g⁻¹. día⁻¹ entre las cuatro y las seis semanas de vida (Poorter, 1999). *Simaruba amara* L., una especie pionera del bosque tropical de la isla Barro Colorado (Panamá), considerada de pobre crecimiento, presentó una TCR entre 10 y 15 mg.g⁻¹. día⁻¹ de sus plántulas, entre las primeras semanas de vida y el año. El peso seco promedio de sus semillas es de 0,38 g (Barberis, 2001). *Otoba gracilipes* (A. C. Sm) A. H. Gentry, o cuángare, una especie tolerante a la sombra en los bosques tropicales inundables

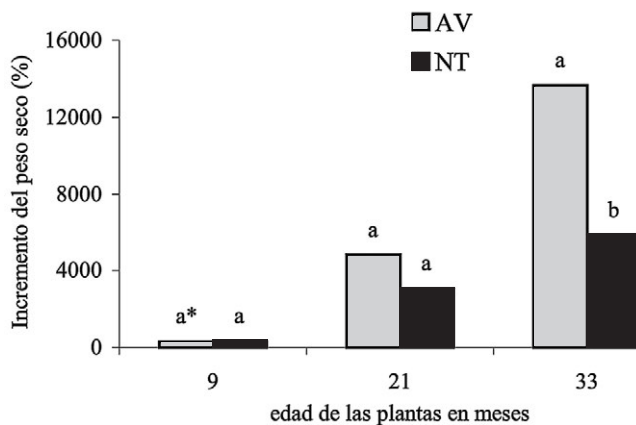


Figura 5. Incremento en % del peso seco de las plantas jóvenes de *Aspidosperma quebracho-blanco* a partir del peso seco de la semilla (= 100%) a los 9, 21 y 33 meses de edad de las plantas. * Letras iguales indican que las medias no difieren significativamente al 0,05% de probabilidad (t de Student).

de Colombia, creció durante un período de 135 días un promedio de 11,71 mg. g⁻¹.día⁻¹ (Moreno Hurtado, 2001). *Senna reticulata* (Willd.) Irwin et Barn es un árbol del bosque amazónico central, que posee un peso seco promedio por semilla de 0,01 g, y a la edad de 5 semanas sufre un incremento de su peso del 19.300%. *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng. con una masa de semillas de 0,2 g incrementa un 731,7% en el mismo período (Parolin, 2001).

A. quebracho-blanco incrementó un 290 y un 310% su peso seco, a los 9 meses de edad de las plantas, en los suelos Argiudol y Natraqualf respectivamente. Sus semillas son de tamaño mediano (0,15 g), de acuerdo a la clasificación de Veneklaas y Poorter (1998).

Si bien los resultados aquí presentados no son comparables con aquéllos de especies tropicales, sirven como referencia de otros ecosistemas en los casos de especies pioneras o tolerantes a la sombra, lo que permite afirmar que las tasas de crecimiento relativo y el incremento en peso seco de *A. quebracho-blanco* son bajos.

En el presente trabajo se postuló que el crecimiento de las plantas jóvenes de *A. quebracho-blanco* no presentaría variación en distintas condiciones edáficas. Sin embargo, esta especie mostró una respuesta positiva de su crecimiento a las condiciones edáficas que presenta el suelo Argiudol.

CONCLUSIONES

El crecimiento de *A. quebracho-blanco* en suelos de tipo Argiudol permitirá acelerar los tiempos de producción de plantines con fines ecológicos y comerciales. De los resultados obtenidos en este trabajo y considerando su alto valor maderero, es una especie que puede ser recomendada para la reforestación, ya que responde a condiciones edáficas físico-químicas favorables.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Luis Schaumburg, a los señores Rodolfo Co-

muzzi y Sergio Acosta, de la Estacion Experimental del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca "Dr. Tito Livio Copa", Las Gamás, Vera, Provincia de Santa Fe, y al Ing. Agr. Miguel Barceló.

BIBLIOGRAFÍA

- Aronson, J.; C. Ovalle & J. Avendaño. 1992. Early growth rate and nitrogen fixation potential in forty-four legume species grown in an acid and a neutral soil from central Chile. *Forest Ecology and Management* 47: 225-244.
- Ashton, P. M.; C. V. S. Gunatilleke & I. A. U. N. Gunatilleke. 1995. Seedling survival and growth of four *Shorea* species in a Sri Lankan rainforest. *Journal of Tropical Ecology* 11: 263-279.
- Barberis, I. M. 1996. Distribución y regeneración de especies leñosas en relación con la heterogeneidad ambiental en un bosque de *Schinopsis balansae* del sur del Chaco Oriental. Tesis de posgrado en la carrera de Magister Scientiae en Recursos Naturales. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. 128 pp.
- Barberis, I. M. 2001. Above and belowground competition for seedlings in a Panamanian moist forest. Tesis doctoral. University of Cambridge. 246 pp.
- Barchuk, A. H.; M. P. Díaz; F. Casanoves; M. G. Balzarini & U. O. Karlin. 1998. Experimental study on survival rates in two arboreal species from the Argentinian dry Chaco. *Forest Ecology and Management*. 103: 203-210.
- Barchuk, A. H. & M. P. Díaz. 2000. Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de *Aspidosperma quebracho-blanco* y de *Prosopis chilensis* en el Chaco árido. *Quebracho* 8: 17-29.
- Barchuk, A. H.; A. Valiente-Banuet & M. P. Díaz. 2005. Effect of shrubs and seasonal variability of rainfalls in the establishment of *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. In two edaphically contrasting environments. *Austral Ecology*: en prensa.
- Bercovich, N. 2000. Evolución y situación actual del complejo Forestal en Argentina. División de desarrollo productivo y empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Ed. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (CIID/IDRC). 65 pp.
- Cabrera A. L. & A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. Monografías científicas, Serie Biológica 13. Secretaría General de la O.E.A. Washington, D.C.
- Causton, D. R. & J. C. Venus. 1981. *The Biometry of plant growth*. Edward Arnold Ltd. Londres.
- Del Castillo, E.; C. Saravia Toledo; N. Gil & M. A. Zapater. 1998. Ecología y manejo del quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*). Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Chile. 15 pp.

- Dimitri, M. J. 1997. El Nuevo Libro del Árbol. Tomo II. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.
- Eames, A. J. & L. H. Mac Daniels. 1977. An introduction to plant anatomy. Robert Krieger Publishing company. 2ª ed, Huntington, New York.
- Espino, L.; M. A. Severo & M. Sabatier. 1983. Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe. Ed. INTA. MAG. Argentina. Tomo II.
- Ezcurra, C. 1981. *Apocináceas de la Argentina*. Darwiniana 23 (2-4): 459-470.
- Farmacopea Nacional Argentina. 1978. Cfr. 6º Ed. Buenos Aires.
- García, F. O. 2001. Balance de fósforo en los suelos de la región pampeana. Infops Informaciones agronómicas 9: 1-3.
- Glinski, J. & Lipiec, J. 1990. *Soil Physical Conditions and Plant Roots*. Ed. Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences.
- Hampel, H. 2000. Estudio de la estructura, dinámica y manejo de bosques del Chaco Húmedo Argentino. Conjunto de artículos. Ed. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschbom. Alemania.
- Le Goff, N. & J. M. Ottorini. 2001. Root biomass and biomass increment in a beech (*Fagus sylvatica* L.) stand in North-East France. Annales of Forest Science 58: 1-13.
- Lewis, J. P. & E. F. Pire. 1981. Reseña sobre la vegetación del Chaco santafesino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica 18. Ed. Centro de investigaciones de Recursos Naturales. INTA. Bs. As.
- Lewis, J. P. 1991. Three levels of floristical variation in the forest of Chaco, Argentina. Journal of Vegetation Science 2: 125-130.
- Marzocca, A. 1993. Vademecum de malezas medicinales de la Argentina, Indígenas y Exóticas. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires.
- Marino, G. D. & J. F. Pensiero. 2003. Heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) en el sur del Chaco húmedo. Darwiniana 41 (1-4): 17-28.
- Molina, J. J. & C. Sauberán. 1955. Presencia de fósforo asimilable en los suelos de la región pampeana. Revista Argentina de Agronomía 22 (4): 188-192.
- Moreno Hurtado, F. 2001. Adaptación al régimen lumínico de plántulas de dos especies arbóreas tropicales (bosques de guandal, Pacífico colombiano). Departamento de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Mostacedo, B. C.; T. S. Fredericksen. 2000. Estado de regeneración de especies forestales importantes en Bolivia: evaluación y recomendaciones. Documento Técnico 88/2000. Ed. Chemoncis International. Bolfor. USAID. Bolivia.
- Orfila, E. N. 1995. Frutos, semillas y plántulas de la flora leñosa argentina. Ediciones Sur. La Plata. Argentina.
- Parolin, P. 2001. Seed germination and early establishment of 12 tree species from nutrient-rich and nutrient-poor Central Amazonian floodplains. Aquatic Botany 70: 89-103.
- Patiño, C. A.; H. J. Reboratti & P. Del Valle. 1994. Rendimiento maderable de plantaciones de quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) en suelos arcillosos del Chaco Oriental. RIA 25 (2): 115-127. INTA. Argentina.
- Poorter, H. 1999. Growth responses of 15 rain forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. Functional Ecology 13: 396-410.
- Poorter, H. & E. Garnier. 1999. "Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components" in Handbook of functional plant ecology. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York. USA. Pages 81-120 in F. I. Pugnaire and F. Valladares, Editors.
- Poorter, H. & E. Garnier. 1996. Plant growth analysis: an evaluation of experimental design and computational methods. Journal of Experimental Botany 47 (302): 1343-1351.
- Poorter, H.; Lewis, C. 1986. Testing differences in relative growth rate: A method avoiding curve fitting and pairing. Physiology Plant 67: 223-226.
- Prado, D. E. 1991. A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America. Ph. D. Thesis, University of St. Andrews. 173 pp.
- Ragonese, A. E. & V. A. Milano. 1984. Vegetales y sustancias tóxicas de la Flora Argentina. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. 2 Ed. Tomo II. Fascículo 8.2. Ed. ACME. SACI. Buenos Aires.
- Ribichich, A. M. 1996. *Celtis tala* Planchon (Ulmaceae) seedling establishment on contrasting soils and microdisturbances: A greenhouse trial concerning adults' field distribution pattern. Flora 191: 321-327.
- Roig, F. A. & V. Roig. 1962. Nuevos datos sobre la corriente florística chaqueña en Mendoza y observaciones sobre *Aspidosperma quebracho-blanco* en el límite sudoeste de su dispersión. Ed. U.N. de Cuyo. Mendoza. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias XV (1): 46-52.
- Tennant, D. 1975. A test of a modified line intercept method of estimating root length. Journal of Ecology 63: 995-1103.
- Veneklaas, E. J. & L. Poorter. 1998. The effect of seed mass and gap size on seed fate of tropical rain forest tree species in Guyana. Plant Biology 6: 214-221.
- Vilche, M. S.; C. Alzugaray & S. Montico. 2000. Relación entre la heterogeneidad de un suelo y la distribución de las raíces. Rev. Facultad de Agronomía 20 (1): 75-81.
- Wenzel, M. & H. Hampel. 1998. Regeneración de las principales especies arbóreas del Chaco húmedo argentino. Quebracho 6: 5-18.
- World Rainforest Movement. 2000. Boletín N° 38. Ed. Secretaría Internacional Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Montevideo. Uruguay.
- World Rainforest Movement. 2001. Boletín N° 44. Ed. Secretaría Internacional Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Montevideo. Uruguay.