

**COMPORTAMIENTO DE PROCEDENCIAS DE *Acacia saligna* (Labill.) H. L. Wendl. EN LA REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE**

PERFORMANCE OF *Acacia saligna* (Labill.) H. L. Wendl. PROVENANCES IN THE COQUIMBO REGION, CHILE

Freddy Mora Poblete<sup>1</sup> Raúl Meneses Rojas<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Catorce procedencias de *Acacia saligna* fueron evaluadas en función del crecimiento a los 15 meses en dos sitios del norte de Chile. Correlaciones genéticas tipo B fueron estimadas para examinar la interacción genotipo x ambiente (G x A) del crecimiento en altura total, diámetro medio de copa y diámetro de cuello. Máxima Verosimilitud Restringida (REML), fue el método utilizado para la estimación de componentes de varianza. Para el crecimiento en altura, la correlación genética fue moderada ( $\Gamma_{PB} = 0,46$ ). Para diámetro de cuello y diámetro medio de copa, los valores de correlación genética mostraron un valor bajo ( $\Gamma_{PB} = 0,27$  y  $0,17$ , respectivamente), indicando una alta interacción G x A. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las procedencias, en cada sitio estudiado ( $p \leq 0,01$ ). El crecimiento promedio de las procedencias varió entre los distintos sitios, mostrando mayor potencial hacia el sur de la Región. De persistir una alta interacción GxA en el tiempo, se hace necesario seleccionar grupos de procedencias específicos para cada sitio, debido a que no siempre el mejor grupo para un sitio específico mantuvo su superioridad en el otro.

**Palabras-claves:** componentes de varianza; correlación genética tipo B; interacción genotipo x ambiente.

**ABSTRACT**

Fourteen *Acacia saligna* provenance were evaluated based on the growth at 15 months of age in two sites of northern Chile. Type B genetic correlations were estimated to examine the genotype x environment interaction (G x E) of total height, mean canopy diameter and basal diameter. Restricted Maximum Likelihood (REML) method was used to calculate the variance components. Genetic correlation values were moderate ( $\Gamma_{PB} = 0,46$ ) to low ( $\Gamma_{PB} = 0,27$  y  $0,17$ ) in total height, and basal diameter and mean diameter of tree canopy, respectively, indicating high G x E interactions. There was significant difference between provenances in single-site studied ( $p \leq 0,01$ ). Provenance mean growth varied among the sites, showing greater potential towards south of the Region. Provenance specific groups selection for each site is necessary if G x E interaction continues in the future, since the best group for a specific site not always will maintain its superiority in the other.

**Key words:** variance component; type B genetic correlation; genotype x environment interaction.

**INTRODUCCIÓN**

*Acacia saligna* (ex cyanophylla) (Labill.) H. L. Wendl. (ex *Acacia cyanophylla* Lindl.) presenta cualidades fisiológicas que contribuyen a su resistencia a la sequía, motivo por el cual se ha adaptado a un amplio rango de condiciones de clima y suelo de la Región de Coquimbo, Chile (Mora y Meneses, 2003). Esta especie es considerada un cultivo potencial para la producción de forraje y leña, creciendo exitosamente en zonas áridas y semiáridas (Sandys-Winsch y Harris, 1992; Howard *et al.* 2002). A pesar de su potencial como un cultivo para ambientes áridos, se tiene escaso conocimiento del comportamiento de genotipos de *Acacia saligna*, que permitan la forestación con individuos que hayan demostrado ser genéticamente superiores, y con ello maximizar la productividad dentro del sitio (Perret y Mora, 1999). Pizarro (1997) sostiene que es necesario generar programas de mejoramiento genético continuados en la inserción de características diversas como plan estratégico de desarrollo a largo plazo. Entre los rasgos deseables de importancia para el cultivo de la especie se encuentran: tolerancia de individuos al estrés hídrico y elevada producción forrajera.

1. Ingeniero Forestal, MSc., Director adjunto proyecto FDI IV Región. Instituto Forestal IV Región, Apartado Postal 36 B, La Serena, Chile. fmora@minagri.gob.cl

2. Ingeniero Agrónomo, PhD., Investigador. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Colina San Joaquín s/n, La Serena, Chile. rmeneses@intihuasi.inia.cl

La estimación de la magnitud de la interacción genotipo con el ambiente en el cual crecen las progenies es un parámetro genético que posee un interés especial en el mejoramiento genético forestal y en la prueba genética (Zobel y Talbert, 1984). Definida de manera simple, la interacción genotipo x ambiente significa que el rendimiento relativo de las familias, clones o procedencias difiere cuando éstas crecen en ambientes distintos (Ibid). Esto puede expresarse simbólicamente en el siguiente modelo:  $P = G + E + GE$ , donde: P = valor fenotípico, G = efecto genético, E = efecto ambiental, y GE = efecto debido a la interacción genotipo x ambiente (Kanzler y Hodge, 2000). Generalmente, los efectos genéticos (G) y del sitio (E) son mucho más relevantes que la interacción genotipo x sitio (GxE) (Wright, 1973). Con frecuencia en los programas de mejoramiento genético, un grupo de genotipos se prueba en un solo ambiente y su rendimiento se extrapola a otros ambientes, cuando en realidad su rendimiento relativo podría ser distinto si se les cultivara bajo otras condiciones (Zobel y Talbert, 1984). Cuando existe interacción debido a que los genotipos responden de manera distinta a diferentes ambientes, puede existir una variabilidad considerable en un programa de prueba genética. Debido a la posible presencia de la interacción genotipo x ambiente, siempre es aconsejable, y algunas veces obligatorio, que las pruebas genéticas se efectúen en ambientes múltiples (Zobel y Talbert, 1984).

Los objetivos de este estudio fueron: comparar el crecimiento de catorce procedencias de origen Australiano en dos sitios, el Tangué y Cuz-Cuz, de la Región de Coquimbo de Chile, y examinar el grado de interacción genotipo x ambiente en los ensayos de procedencias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Catorce procedencias de *Acacia saligna* provenientes del suroeste de Australia fueron evaluadas en dos sitios de la Región de Coquimbo, Chile. Los sitios de colección en Australia variaron en latitud desde 27° 20' S a 34° 26' S, y en elevación desde 10 m hasta los 320 m sobre el nivel del mar (Tabla 1).

TABLA 1: Procedencias Australianas de *Acacia saligna*, evaluadas en el ensayo.

TABLE 1: Australian provenances of *Acacia saligna*, evaluated in the trial.

Código	Lugar de Origen	Latitud (Lat S)	Longitud (Long O)	Altitud (m)
P1 - 17971	Ravensthorpe 1	33° 35'	120° 08'	150
P2 - 15193	Kelmscott	32° 07'	116° 02'	150
P3 - 15789	Sanford River	27° 20'	116° 24'	320
P4 - 15791	Greenough River	28° 42'	115° 02'	175
P5 - 15794	N. Geraldton	28° 35'	114° 37'	200
P6 - 15795	Murchison River	27° 51'	114° 37'	180
P7 - 15797	Mingenew	29° 12'	115° 26'	180
P8 - 15798	Lake Indoon	29° 52'	115° 39'	100
P9 - 15800	Moorra	30° 34'	116° 01'	200
P10 - 15803	Muntadgin Rock	31° 45'	118° 35'	320
P11 - 15806	Lake Muir	34° 26'	116° 40'	170
P12 - 15810	Boyatup Hill	33° 14'	123° 02'	183
P13 - 15822	Lancelin	31° 01'	115° 20'	10
P14 - 15828	Ravensthorpe 2	33° 35'	120° 03'	234

Los ensayos fueron establecidos a comienzos de septiembre de 1999, en las localidades del Tangué (30° 45' Lat S; 71° 47' Long O; ubicación costera con 130 mm de precipitación media anual) y Cuz - Cuz (31° 63' Lat S; 71° 22' Long O; ubicación interior con 244 mm de precipitación media anual), cuyos distritos agroclimáticos, según Caldente (1987), son: VI (San Antonio - El Peñón) y XIII (Illapel), respectivamente. Cada uno de los ensayos tiene un diseño de bloques completos al azar, con parcelas de 20 árboles, 3 bloques, y todos los árboles fueron plantados a un distanciamiento de 2 m x 3 m, en cada sitio.

Las mediciones del crecimiento fueron realizadas a comienzos de diciembre del año 2000, 15 meses después de la plantación. Los caracteres de crecimiento medidos fueron altura total de la planta (AT), diámetro medio de copa (DMC), estimado a partir del promedio entre el diámetro mayor y menor de la copa

(Bratti, 1996), y diámetro a la altura del cuello del fuste de la planta o diámetro basal (DC).

### Análisis comparativo del crecimiento

Se realizó un análisis de varianza para todos los caracteres de crecimiento en cada ensayo, con el objetivo de establecer si existen diferencias significativas en el crecimiento de las procedencias en cada sitio. Para ello se utilizó el procedimiento de modelos lineales generales (PROC GLM) en SAS ® 6.12, basado en el siguiente modelo lineal:

Donde:  $Y_{ijk}$  representa el valor observado del k-ésimo árbol de la j-ésima procedencia en el i-ésimo bloque o réplica,  $\mu$  es el efecto fijo del promedio general,  $R_i$  representa el efecto fijo de la i-ésima réplica,  $P_j$  representa el efecto aleatorio de la j-ésima procedencia,  $R \times P_{ij}$  representa el efecto aleatorio de la interacción procedencia-bloque;  $e_{ijk}$  representa el efecto residual aleatorio.

$$Y_{ijk} = m + R_i + P_j + R \times P_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

Posteriormente se realizó un análisis de comparación múltiple para determinar cual par de medias son significativamente diferentes. Para ello se utilizó el test de Diferencias Mínimas Significativas de Fisher (LSD), utilizando Statgraphics ® Plus 3.1.

### Interacción genotipo - ambiente

El modelo lineal usado para el análisis de sitios en conjunto fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = m + S_i + R(S)_{ij} + P_k + S \times P_{ik} + R(S) \times P_{ijk} + e_{ijkl} \quad (2)$$

Donde:  $Y_{ijkl}$  representa el valor observado de la l-ésima planta de la k-ésima procedencia creciendo en el i-ésimo Sitio y en la j-ésima réplica o bloque,  $\mu$  es el efecto fijo del promedio general,  $P_k$  representa el efecto aleatorio de la k-ésima procedencia,  $S_i$  representa el efecto fijo del i-ésimo Sitio,  $R(S)_{ij}$  representa el efecto aleatorio de la j-ésima réplica dentro del i-ésimo sitio,  $S \times P_{ik}$  representa el efecto aleatorio de la interacción sitio x procedencia,  $R(S) \times P_{ijk}$  representa el efecto de la interacción réplica sitio, y la expresión  $e_{ijkl}$  representa el efecto residual aleatorio. En este modelo (2) se realizó un análisis de varianza para cada característica de crecimiento, y se determinaron mediante comparación múltiple (test de Diferencias Mínimas Significativas de Fisher) las diferencias en la respuesta del crecimiento de las procedencias, al crecer en diferentes sitios. Además se determinó la presencia de interacción sitio x procedencia (o interacción genotipo x ambiente, GxA).

Para el par de ensayos, las correlaciones genéticas fueron examinadas utilizando correlaciones genéticas tipo B (Burdon, 1977). Estas fueron estimadas a partir de la siguiente ecuación, siguiendo el procedimiento efectuado por Kanzler y Hodge (2000), Gapare (2000) y Balmelli (2000):

$$\Gamma_{pB} = \sigma_p^2 / (\sigma_p^2 + \sigma_{s,p}^2) \quad (3)$$

$\Gamma_{pB}$ , es la correlación genética Tipo B estimada para cada característica de crecimiento,  $\sigma_p^2$  es la varianza debida al efecto de las procedencias,  $\sigma_{s,p}^2$  es la varianza de la interacción sitio x procedencia. Este análisis fue realizado para cuantificar el grado de interacción GxA, presentes entre las procedencias. Las observaciones fenotípicas fueron divididas por la desviación estándar fenotípica, la que fue estimada para cada ensayo. Este procedimiento fue realizado de acuerdo a lo establecido por Gapare (2000), para evitar la polarización de las varianzas del efecto interacción GxA, causada por las varianzas heterogéneas de los sitios.

Los componentes de varianza fueron estimados utilizando el procedimiento PROC VARCOMP en SAS, para cada característica de crecimiento. El método utilizado fue el de Máxima Verosimilitud Restringida (REML).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza, realizado a partir del modelo lineal (1), indicó diferencias significativas en las procedencias ( $p \leq 0,01$ ), en los tres caracteres cuantitativos estudiados, y en cada sitio estudiado individualmente. En la Tabla 2 se presentan los promedios para cada variable analizada en orden ascendente.

TABLA 2: Valores medios y desviación estándar (en paréntesis) del diámetro de cuello (DC), altura total (AT)

y diámetro medio de copa (DMC), en orden ascendente, por procedencia y localidad.

TABLE 2: Mean values and standard deviation (in brackets) of basal diameter (DC), total height (AT) and mean diameter of canopy (DMC), in ascendant order, per provenance and site.

Sitio		DC (mm)		AT (cm)		DMC (cm)
Tangue	P11	20,9 (1,09) a	P12	111,1 (5,93) a	P6	79,4 (5,01) a
	P10	19,4 (1,06) ab	P10	109,7 (6,12) a	P4	66,8 (5,18) ab
	P12	18,6 (1,02) abc	P6	108,7 (5,93) a	P12	58,7 (5,01) b
	P9	17,6 (1,06) bcd	P14	101,4 (6,12) ab	P14	58,5 (5,18) b
	P6	17,4 (1,02) bcd	P9	90,9 (6,12) bc	P9	56,5 (5,18) b
	P2	17,1 (1,02) bcd	P1	90,9 (6,40) bc	P8	56,1 (5,49) b
	P8	16,4 (1,12) bcd	P13	89,5 (6,31) bc	P5	56,0 (5,41) b
	P13	16,3 (1,09) cd	P8	83,5 (6,46) cd	P10	55,9 (5,18) b
	P14	16,3 (1,06) cd	P4	82,0 (6,12) cd	P13	55,7 (5,34) b
	P5	15,8 (1,11) cd	P3	79,0 (5,93) cd	P11	55,2 (5,34) b
	P4	15,4 (1,06) d	P5	77,1 (6,40) cd	P1	53,5 (5,41) b
	P1	15,3 (1,11) d	P7	76,4 (5,93) cd	P7	53,1 (5,01) b
	P7	15,1 (1,02) d	P11	69,9 (6,31) de	P3	52,0 (5,01) c
	P3	14,9 (1,02) d	P2	57,7 (5,93) e	P2	49,1 (5,01) c
Cuz Cuz	P13	23,7 (1,13) a	P14	161,8 (10,01) a	P14	122,4 (7,70) a
	P14	21,7 (1,45) ab	P13	151,3 (7,75) a	P13	109,7 (5,97) a
	P11	19,0 (1,45) bc	P10	102,8 (12,82) b	P4	85,1 (6,16) b
	P10	18,0 (1,86) bcde	P6	101,0 (8,01) b	P3	70,5 (6,16) bc
	P2	17,9 (1,13) cde	P4	99,8 (8,01) b	P6	67,5 (6,16) bcd
	P9	17,2 (1,41) cdef	P3	89,1 (8,01) bc	P9	67,5 (7,47) bcde
	P4	15,8 (1,16) cdefg	P1	88,2 (8,95) bc	P8	63,0 (6,16) cde
	P3	15,5 (1,16) defg	P2	83,5 (7,75) bc	P2	61,3 (5,97) cde
	P6	14,7 (1,16) efg	P9	83,4 (9,71) bc	P1	60,0 (6,89) cde
	P8	14,5 (1,16) efg	P11	83,2 (10,01) bc	P7	57,7 (6,44) cde
	P5	14,2 (1,13) fg	P12	81,1 (9,50) bc	P10	56,0 (9,86) cde
	P12	13,5 (1,38) fg	P8	80,3 (8,01) bc	P5	53,3 (5,97) de
	P7	13,2 (1,22) g	P7	69,0 (8,38) c	P11	52,4 (7,70) de
	P1	12,6 (1,30) g	P5	68,1 (7,75) c	P12	48,9 (7,31) e

Letras distintas representan diferencias significativas al 5% según prueba de comparación múltiple LSD.

En el Tangue, las dos procedencias con mejor comportamiento en el DMC provienen de latitudes entre 27° y 28° S, longitud entre 114 ° y 115° O, y altitud entre 175 y 180. A su vez, en Cuz-Cuz, las procedencias de mejor comportamiento en el DMC fue Ravensthorpe 2 y Lancelin, provenientes de latitudes 33° y 31° S, respectivamente, localizadas en el área sur de la distribución natural de la especie, en el estado de Western Australia. En esta distribución natural, las precipitaciones aumentan significativa y progresivamente desde la zona centro (desde los 25° de Latitud Sur, aproximadamente, con 0-250 mm de agua caída por año) hacia la zona sur (desde los 34° de Latitud Sur, aproximadamente, con sobre 1.000 mm/año) (Howard *et al.* 2002; Benyon *et al.* 2000). Este resultado refleja una relación positiva entre las características ambientales del lugar de origen de los grupos de plantas y el lugar de evaluación *ex situ*, evidenciando la presencia de interacción genotipo x ambiente, la cual es validada en el análisis posterior de este trabajo. Por otra parte, *Acacia saligna* presenta mayor contenido de materia seca del material forrajero al aumentar la disponibilidad hídrica (Mora y Meneses, 2003). La materia seca del material forrajero esta correlacionada positivamente con el DMC, de acuerdo a la fórmula estimada por Alcaíno *et al.* (1995).

En Cuz-Cuz, las procedencias de Ravensthorpe 2 y Lancelin, al igual que el DMC, también presentan el mejor comportamiento para las variables DC y AT, no ocurriendo lo mismo para la localidad del Tangue, donde las procedencias de mejor comportamiento en el DMC disminuyen la AT y DC.

El análisis de varianza indicó que existen diferencias significativas ( $p \leq 0,01$ ) para el efecto debido al sitio, del modelo lineal (2). Los valores promedios del crecimiento por sitio son mostrados en la Tabla 3. En el sitio de Cuz Cuz, las procedencias mostraron un crecimiento en altura total y diámetro medio de copa mayor que en el sitio del Tangué. En relación con el diámetro de cuello, los valores promedios no fueron significativos entre los sitios ( $p \geq 0,05$ ).

TABLA 3: Valores medios y coeficiente de variación (en paréntesis) del diámetro de cuello (DC), altura total (AT) y diámetro medio de copa (DMC), por sitio.

TABLE 3: Mean values and coefficient of variation (in brackets) of the diameter (DC), total height (AT) and diameters (DMC), per site.

Sitio	DC (mm)	AT (cm)	DMC (cm)
Tangué	16,9 (0,30) a	88,1 (0,36) b	57,7 (0,41) b
Cuz Cuz	16,7 (0,42) a	97,3 (0,48) a	70,7 (0,56) a

Letras distintas representan diferencias significativas al 5% según prueba de comparación múltiple LSD.

Según estudio realizado por Mora *et al.* (2002), la localidad del Tangué cae dentro de una zona apta para el cultivo de *A. saligna*, pero con limitaciones hídricas (precipitación media anual histórica entre 100 y 200 mm), y la localidad de Cuz Cuz cae en una zona apta sin limitaciones hídricas para la especie (precipitación media anual histórica  $\geq 200$  mm). Esto concuerda con los resultados del crecimiento en altura y diámetro medio de copa en cada sitio, indicando las diferencias en las condiciones ambientales donde fueron establecidos los ensayos. En este sentido, cabe destacar que en el año 2000, el agua caída en el sitio de Cuz Cuz fue superior al Tangué, con valores de 250 y 179,7 y mm, respectivamente, coincidiendo con los datos históricos de precipitación que indican una mayor pluviometría hacia el sur de la Región.

En la Tabla 4 se muestran las estimaciones de los componentes de varianza y la correlación genética tipo B, determinada para cada característica de crecimiento. En esta Tabla se puede observar que las correlaciones genéticas fueron todas inferior a 1, evidenciando la presencia de interacción Sitio x Procedencia. Esto concuerda con los resultados obtenidos del análisis de varianza, el cual mostró diferencias significativas estadísticamente para el efecto debido a la interacción SxP (modelo lineal 2). La correlación tipo B, calculada en este estudio, mide la correlación genética (nivel procedencias) entre el mismo rasgo o carácter expresado sobre dos sitios diferentes (Burdon, 1977). La correlación genética tipo B, por definición, varía entre 0 y 1 (Kanzler y Hodge, 2000). Una correlación genética tipo B con valor 1, indica una perfecta correlación entre la respuesta de los genotipos (procedencias) en ambos sitios, y sugiere la ausencia completa de interacción Genotipo x Ambiente (GxA) (Ibid), aspecto que no es observado en los valores de este estudio.

TABLA 4: Componentes de varianza y correlación genética tipo B,  $\Gamma_{pB}$ , para cada característica de crecimiento.

TABLE 4: Variance components and type B genetic correlation,  $\Gamma_{pB}$ , for each growth characteristic.

Característica	$\sigma^2_{r(s)}$	$\sigma^2_p$	$\sigma^2_{s,p}$	$\sigma^2_e$	$\Gamma_{pB}$
DC	0,0278	0,0314	0,0864	0,8703	0,27
AT	0,0396	0,1286	0,1501	0,7111	0,46
DMC	0,0244	0,0268	0,1321	0,8375	0,17

DC= Diámetro de copa; AT = Altura total; DMC = Diámetro medio de copa;  $\sigma^2_{r(s)}$  = varianza de la replica;  $\sigma^2_p$  = varianza debida al efecto procedencia;  $\sigma^2_{s,p}$  = varianza de la interacción sitio x procedencia;  $\sigma^2_e$  = varianza del error.

Para el carácter de crecimiento en altura, la correlación genética fue moderada ( $\Gamma_{pB}=0,46$ ). Para los caracteres diámetro de cuello y diámetro medio de copa, los valores de correlación genética mostraron un valor bajo ( $\Gamma_{pB}= 0,27$  y  $0,17$ , respectivamente), e inferior a lo mostrado con la altura total, indicando un mayor efecto de cambio en el comportamiento de las procedencias.

Zobel y Talbert (1984), sostienen que las interacciones genotipo x ambiente ocurren cuando la respuesta relativa de los genotipos difiere cuando crecen en ambientes diferentes. A modo de ejemplo, se puede observar que en Cuz Cuz, las mejores procedencias fueron Lancelin (P13) y Ravensthorpe 2 (P14), en los tres caracteres estudiados, o bien, pertenecen al grupo homogéneo superior del test de comparación múltiple. Por

otro lado, en el Tangué, estas procedencias modificaron su respuesta a grupos homogéneos inferiores (excepto Ravensthorpe 2 con el carácter altura total). En el caso contrario, en el Tangué, las mejores procedencias, pertenecientes al grupo homogéneo superior, pierden su posición relativa en el otro sitio.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el grupo de procedencias introducidas presenta una alta variabilidad del crecimiento, en cada sitio. Las procedencias introducidas que provienen del sector norte de colecta, presentaron mejor respuesta en el diámetro medio de copa en el norte de la Región de Coquimbo. A su vez, las procedencias provenientes del sector sur de colecta, presentaron mejor comportamiento en el diámetro medio de copa en el sur de la Región.

El crecimiento promedio en altura y diámetro medio de copa del grupo total de procedencias, varió entre los distintos sitios, mostrando un crecimiento mayor en el sur de la Región, concordando con estudios anteriores de la especie.

Los valores de la correlación genética indican una alta interacción GxA. Cabe destacar que la evaluación fue realizada en una fase en que la competencia entre plantas y/o procedencias, aún no está presente. Sin embargo, de persistir esta magnitud de interacción, se hace necesario seleccionar grupos de procedencias específicos para cada sitio, debido a que no siempre el mejor grupo para un sitio específico mantuvo su superioridad en el otro.

## AGRADECIMIENTOS

Al Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI) de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), del Gobierno de Chile, que financió la presente investigación, a través del proyecto: *Acacia saligna*, una opción productiva multipropósito para la IV Región de Chile.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCAINO, E.; BENEDETTI, S.; PERRET, S.; VALDEBENITO, G. *Acacia saligna*, una especie multipropósito: su potencial forrajero en la Provincia del Choapa, IV Región. **Ciencia Forestal**, n.10, p.73-84, 1995.
- BALMELLI, G. Genetic parameter estimates for growth traits in *Eucalyptus grandis*: some implications for breeding and commercial seed production. In: Forest Genetics for the Next Millennium. **Proceedings IUFRO Working Party**, Durban - South Africa, 2000. p. 65-68.
- BENYON, R. *et al.* **Trees, water and salt**: an Australian guide to using trees for healthy catchments and productive farms. . Canberra, Australia : Rural Industries Research and Development Corporation, 2000. 24 p.
- BRATTI, J. M. **Efecto de la altura de corte en el rebrote de *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl.** 1996. 61p. Tesis – (Ingeniero Forestal) - Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile, Santiago, 1996.
- BURDON, R. D. Genetic correlation as a concept for studying genotype - environment interaction in forest tree breeding. **Silvae Genetica**, v. 26, p.168-175, 1977.
- GAPARE, W. J. Growth and productivity performance of some provenance of *Pinus maximinoi* H. E. Moore in Brazil, Colombia and South Africa. In: Forest Genetics for the Next Millennium. **Proceedings IUFRO Working Party**. Durban - South Africa, 2000. p. 111-117.
- HOWARD D.; KREBS, G.; VAN HOUTERT, M. The value of *Acacia saligna* as a source of feed for sheep. **Conservation Science W. Aust.** , v. 4 , n.3, p. 135–138, 2002.
- KANZLER, A.; HODGE, G. Genotype x environment interaction in a series of provenance / progeny trials of *Pinus patula* in South Africa. In: Forest Genetics for the Next Millennium. **Proceedings IUFRO Working Party**. Durban - South Africa, 2000. p. 151-157.
- MORA, F.; MENESES, R. Efecto de la disponibilidad hídrica sobre el crecimiento y producción forrajera de *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl. en la zona árida de Chile. **Revista CERNE**, Lavras, MG, 2003. Artículo submetido.
- MORA, F.; PERRET, S.; URQUIETA, E.; MENESES, R. Identificación de zonas de crecimiento potencial de *Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl. en la Región de Coquimbo. In: REUNION ANUAL DE LA SOCIEDAD CHILENA DE PRODUCCION ANIMAL, 27., 2002, Chillán, Chile. **Libro de resúmenes ...** 2002. p. 69-70.

- PERRET, S.; MORA, F. *Acacia saligna*: su impacto en el norte chico. **Revista Chile Forestal** , v.274, p.34-36, 1999.
- PIZARRO, R. **Plan de desarrollo forestal ambiental para la IV Región de Coquimbo**. Santiago: Ministerio de Agricultura de Chile, 1997. 154 p.
- SANDYS-WINSCH, D.; HARRIS, P. Agroforestry and forestry on Cape Verde Island. **Agroforestry Systems**, v. 19, p. 79-91, 1992.
- WRIGHT, J. W. Genotype-environment interaction in North Central United States. **Forest Science**, v.19, p.113-123, 1973.
- ZOBEL B; TALBERT J. **Applied forest tree improvement**. New York: United States, 1984. 505 p.