

## EVALUACIÓN A LOS TRES AÑOS DE EDAD DE UN ENSAYO DE PROGENIES DE *Acacia mearnsii* DE WILD ESTABLECIDO EN LOS SAUCES, REGIÓN DE LA ARAUCANIA

Pinilla, Juan Carlos<sup>8</sup>; Molina, María Paz<sup>9</sup>; Luengo, Karina<sup>10</sup> y Navarrete, Mauricio<sup>11</sup>

### RESUMEN

Dentro de sus líneas de trabajo el Instituto Forestal (INFOR) está desarrollando diversas investigaciones orientadas a establecer las bases para el uso en plantaciones de algunas especies del género *Acacia* como alternativas a las especies forestales tradicionalmente empleadas en las plantaciones en el país.

Dentro de este género existen diversas especies forestales de interés comercial, cuya madera presenta usos alternativos y complementarios a las especies tradicionales, agregándose a esto, turnos de cosecha reducidos. Este es el caso de *Acacia melanoxylon* R.Br., *A. mearnsii* De Wild. y *A. dealbata* Link.

Las investigaciones realizadas confirman que, desde el punto de vista del crecimiento, de sus aptitudes tecnológicas y sus potencialidades de uso, estas especies se constituyen en una interesante alternativa de producción, lo cual permite orientar a forestadores interesados acerca del cultivo y manejo de este recurso y su potencial productivo. En este contexto y con el fin de mejorar el material de propagación para planes de forestación, se ha establecido en conjunto con la empresa Bosques Cautín SA, un ensayo de progenies (familias) nacionales de *Acacia mearnsii* en la Región de La Araucanía.

El análisis de la información permitirá establecer el desempeño de árboles seleccionados en el país por sus características de crecimiento y forma, así como proporcionar las primeras orientaciones en relación con las prescripciones de manejo que permitan alcanzar los objetivos de producción.

De los resultados de la investigación realizada previamente se puede concluir que las especies más promisorias en crecimiento y desarrollo son *Acacia dealbata* y *Acacia mearnsii*. De igual forma, se han logrado resultados importantes en otra línea, asociada al programa de diversificación forestal, en donde *A. mearnsii* muestra interesantes propiedades para la fabricación de pulpa y para la obtención de taninos desde su corteza.

El presente documento entrega los principales resultados de la evaluación realizada a los 3 años de edad a un ensayo de progenies de *Acacia mearnsii*, instalado en el año 2011 en el predio San Felipe, de propiedad de Bosques Cautín SA, ubicado en la comuna de Los Sauces, provincia de Malleco, región de la Araucanía.

Palabras clave: *Acacia mearnsii*, progenies, diversificación de especies.

---

<sup>8</sup> Instituto Forestal, Chile, jpinilla@infor.cl

<sup>9</sup> Instituto Forestal, Chile, mmolina@infor.cl

<sup>10</sup> Instituto Forestal, Chile, kluengo@infor.cl

<sup>11</sup> Instituto Forestal, Chile, mnavarrete@infor.cl

## SUMMARY

The Chilean forestry Institute (INFOR) is developing several research lines focused on *Acacia* species in order to establish the necessary information basis to promote the use of some of them in afforestation programs as an alternative to the traditional species used in the country.

Within the *Acacia* genus there are several species of commercial interest which can produce suitable wood for several uses, complementary to the current used species and under shorter turns. Some of them are *Acacia melanoxylo* R. Br., *A. mearnsii* De Wild. and *A. dealbata* Link.

Different research lines have confirmed that, from the growth, the wood technological properties and the use potentialities points of view, these species represent an interesting productive alternative, so that INFOR, in collaboration with Bosques Cautin SA, has established a *Acacia mearnsii* national progenies trial at the Araucanía region looking to improve the deployment genetic material for afforestation programs.

The results of the progenies test will allow the behavior evaluation of previously selected trees from different stands in the country according to their growth and shape and will provide valuable information to define some management schemes for different production objectives.

Some previous research results indicate that *Acacia dealbata* and *Acacia mearnsii* have a better and promising growth and other research line, related to the national species diversification program, has highlighted interesting properties of *A. mearnsii* to pulp and paper production and to obtain tannins from its bark.

The present a paper shows main results from the *Acacia mearnsii* progenies test evaluation at 3 years old.

Key words: *Acacia mearnsii*, progenies, species diversification.

## INTRODUCCIÓN

La mantención de la variabilidad genética es la clave del mejoramiento genético. El éxito de un programa de mejoramiento depende de la disponibilidad de suficiente variabilidad genética en la población para así poder seleccionar material de propagación en función de caracteres específicos. Esto depende también de la forma en que se ordena y estructura la población para desarrollar el programa a lo largo del tiempo, aspecto fundamental para diseñar la estrategia y llegar a definir los elementos estructurales del ciclo de mejoramiento. En este sentido, el mejorador no solo actuará a través de la selección direccional, sino también estructurando las poblaciones para identificar y manejar la variabilidad.

En el caso de las especies del género *Acacia* que se cultivan en Chile, los esfuerzos de mejoramiento genético son relativamente recientes, aun cuando el estudio de las mismas cuenta con algunos años de desarrollo. El Instituto forestal consideró a estas especies en su Programa de Introducción de Especies desde los años 60 del siglo pasado, identificando a las especies más promisorias para las condiciones de sitio del país (INFOR, 1998; 1999; Pinilla, 2000).

Diferentes especies de *Acacia* se están ya usando incipientemente en la forestación en el país, pero para incrementar su uso se requiere conocer los parámetros básicos de crecimiento, productividad y aprovechamiento industrial, lo cual propiciaría la creación de nuevos recursos forestales con ellas, más allá de la áreas habituales de plantaciones en el país, y la consolidación de mercados para sus productos.

Las investigaciones de INFOR en la materia indican que especies del género *Acacia* que crecen en Chile; como *Acacia dealbata* Link, *Acacia melanoxylon* R. Br. y *Acacia mearnsii* De Wild., en la zona centro sur, y *Acacia saligna*, en la zona centro norte, han respondido bien a las condiciones edafoclimáticas locales en cada caso, desarrollándose con rapidez y ofreciendo una variedad de usos, lo que las convierte en un recurso económicamente interesante de aprovechar.

Estas características de rápido crecimiento y adaptación a diversos sitios han constituido a estas especies en buenas alternativas también para pequeños y medianos propietarios, quienes podrían obtener ingresos a partir de rodales establecidos en sus predios (Pinilla *et al.*, 2004; Pinilla *et al.*, 2011).

A fines de los años 80, INFOR introduce en la zona central del país *Acacia mearnsii*, *Black Wattle*, como parte de las investigaciones realizadas en un proyecto sobre cortinas vegetales, y la especie presenta interesantes resultados iniciales. Debido a estos resultados y la información bibliográfica disponible (Turnbull, 1986; Higa *et al.*, 1998; Kannegiesser, 1990; Searle, 2000; Correa *et al.*, 2011) se ha incorporado la especie al programa de investigación sobre acacias.

Los estudios se amplían, a partir de los 90, con el establecimiento de ensayos de procedencias y, posteriormente, con proyectos de masificación y difusión de las especies, así como con el inicio de estudios de mejoramiento genético y de propiedades de la madera.

Los resultados de la investigación con especies del género *Acacia* como interesantes alternativas para su uso en forestación, motivó que en 1990 y 1998 se iniciara una serie de ensayos de introducción de procedencias y progenies de acacias australianas con el objetivo de estudiar la adaptación, el crecimiento y el rendimiento de especies y procedencias en distintas situaciones geográficas del país.

Posteriormente y para continuar en esta línea de trabajo, se instalaron nuevos ensayos de *Acacia mearnsii*, de modo de ampliar el escenario con estas especies, durante los años 2005 y 2006 con progenies (australianas y nacionales) (Cuadro N°1).

**Cuadro N°1**  
**ENSAYOS PROCEDENCIAS / PROGENIES *Acacia mearnsii* ESTABLECIDOS AÑOS 2005 - 2006**

Ensayo	Plantación (Año)	Familias (N°)	Región / Lugar	Propietario
El Embudo	2005	83 Australianas 21 Nacionales	Maule / Retiro	CAF El Álamo
Santa Marta	2005	60 Nacionales	Valparaíso / Longotoma	Agrícola Las Loicas
Osorno	2006	30 Nacionales	Los Lagos / Osorno	Forestal Anchile

Estos ensayos representan la primera base genética de la especie en el país y a esta se suma el ensayo establecido en La Araucanía en 2011. La selección de procedencias y progenies a partir de esta base permitirá producir material de propagación con cierto grado de mejoramiento para incorporar la especie a la forestación en zonas semejantes en el país, para establecer huertos semilleros y también algunas poblaciones de mejoramiento. No obstante estas poblaciones de mejoramiento tendrían que evaluadas genéticamente para dimensionar su variabilidad genética, la cual es posible que deba ser ampliada mediante infusión de nuevos genotipos por medio de la introducción de nuevas procedencias y progenies desde sus áreas de origen en Australia.

El trabajo desarrollado hasta ahora por INFOR con esta especie es un primer esfuerzo por lograr información confiable para iniciar su uso en el país y se ha complementado con estudios de las propiedades de la madera y con los primeros avances hacia un programa de mejoramiento genético.

Estudios realizados por INFOR sobre espaciamiento inicial en *Acacia mearnsii* abarcando dos áreas geográficas en la región del Bio Bio entregan buenos resultados en cuanto al crecimiento de la especie y dan una primera información sobre rendimientos y crecimientos, antecedentes de importancia para la toma de decisiones por parte de interesados en su cultivo (Pinilla y Navarrete, 2013). Por su adaptabilidad y características, la especie se presenta como una interesante alternativa para la producción de madera, pulpa, biomasa para energía, taninos a partir de su corteza y otros (Pinilla y Navarrete, 2013).

La densidad inicial presentó un efecto significativo sobre el crecimiento en DAP, evidenciándose que a mayor distancia de plantación mayor diámetro medio. Los resultados señalan que las densidades más altas han presentado en general mayores tasas de crecimiento en área basal e igual situación se observó al analizar el estimador de biomasa (D<sup>2</sup>H), en el cual a una menor distancia de plantación se obtiene una mayor producción. Estos resultados son de interés en función de los productos objetivo que se planteen; para productos menores como pulpa o energía los espaciamientos estrechos aparecen como más convenientes en rotaciones cortas (Pinilla *et al.*, 2013).

La materialización y validación de adecuados modelos predictivos de crecimiento y rendimiento, la ampliación de la base genética representada en el país, la masificación del uso de estas especies junto con el desarrollo de nuevos productos tecnológicos con mayor valor agregado, son actividades que sin duda contribuirán de forma notable a aumentar el interés de empresas y pequeños propietarios por el cultivo de la especie.

## OBJETIVO

Analizar el crecimiento y supervivencia de progenies locales de *Acacia mearnsii* establecidas en la comuna de Los Sauces, Región de la Araucanía.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Área de Ensayo

El ensayo de progenies de *Acacia mearnsii* se instaló el año 2011 en el predio San Felipe, de propiedad de Bosques Cautín SA, ubicado en la comuna de Los Sauces, provincia de Malleco, región de la Araucanía, a aproximadamente 6 km de la ciudad de Los Sauces por el camino a Traiguén.

### Instalación del Ensayo

La preparación previa del terreno consistió en subsolado con bulldozer a una profundidad de 1 m aproximadamente, quedando camellones cada 3 m. La pendiente del terreno es leve, cercana al 3% (Figura N° 1).



Figura N° 1  
PREPARACIÓN DE SUELOS Y PLANTACIÓN

### Diseño Experimental

El Ensayo fue establecido en un diseño estadístico de bloques al azar, considerando 25 bloques o repeticiones. En cada bloque se utilizó un diseño experimental de *single tree plot* (parcela de una planta), con 33 progenies por bloque, utilizando un espaciamiento de 3 m entre hileras y 2 m sobre la hilera.

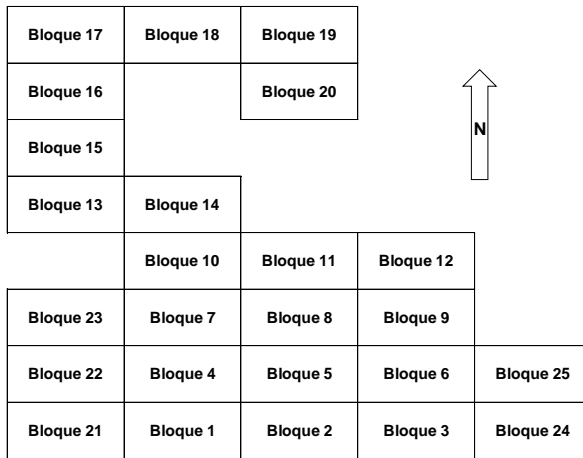
Como elemento de aislación se instaló 1 hilera perimetral de *Acacia mearnsii* producidas a partir de semilla de procedencia australiana.

Las semillas utilizadas son originarias de árboles *plus* seleccionados en el país desde diversos ensayos de INFOR, más 2 familias australianas, correspondiendo en total a 33. Las plantas fueron viverizadas en el vivero de INFOR en Concepción.

En el Cuadro N° 2 se presenta el listado de progenies utilizadas, en la Figura N° 2 se muestra el diseño general del ensayo y en la Figura N° 3 se muestra una vista general del ensayo en 2014.

**Cuadro N° 2**  
**LISTADO DE PROGENIES INCLUIDAS EN EL ENSAYO**

<b>Código</b>	<b>Origen (Lugar,Región)</b>	<b>Tipo de árbol</b>
MR-2	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol BxPxA2
MR-6	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Semillero B1P1A15
MR-7	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol 17
MR-8	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol BxPxA18
MR-10	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol 10
MR-11	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol B1P1A11
MR-14	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Semillero B1P1A14
MR-15	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Semillero B3P14A16
MR-16	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Semillero B3P14A19
MR-18	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol 1
MR-22	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Semillero B1P?A4
MR-26	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol 6
MR-27	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Semillero B4P6A7
MR-28	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol B4P1A8
MR-30	Mafil, Valdivia, Los Ríos	Plus 2
MR-31	Mafil, Valdivia, Los Ríos	Plus 3
MR-32	Mafil, Valdivia, Los Ríos	Plus 4
MR-37	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Árbol 24
MR-40	San Juan, Nacimiento, Bío Bío	Plus 30
MR-41	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Plus 6
MR-42	Antiquina, Cañete, Bío Bío	Plus 7
MR-43	Mafil, Valdivia, Los Ríos	LOTE
MR-45	Australia	16266
MR-46	Australia	14470
MR-49	Sta. Rosa de Cudá, Florida, Bío Bío	LOTE
MR-51	Rosal, Rere, Bío Bío	Plus 3
MR-52	Rosal, Rere, Bío Bío	Plus 1
MR-53	Rosal, Rere, Bío Bío	Plus 5
MR-54	Mafil, Valdivia, Lo Ríos	Plus 6
MR-56	Retiro, Maule	Plus 1
MR-59	Retiro, Maule	Plus 4
MR-60	Retiro, Maule	LOTE
MR-65	Sta. Rosa de Cudá, Florida, Bío Bío	Plus 3



**Figura N° 2**  
**DISEÑO GENERAL DEL ENSAYO DE PROGENIES**



**Figura N° 3**  
**VISTA GENERAL ENSAYO 3 AÑOS EDAD**

## RESULTADOS

Durante el mes de julio del año 2014 se realizó la segunda evaluación del ensayo de progenies, luego de 33 meses desde su instalación. Esta evaluación se efectuó empleando las variables:

S (%): Supervivencia      DAP (cm):      Diámetro a 1,33 m de altura  
H (m): Altura total      DAP<sup>2</sup> \* H (cm<sup>3</sup>):      Estimador de biomasa

Se efectúa también una comparación con los resultados de la primera evaluación realizada en el año 2013.

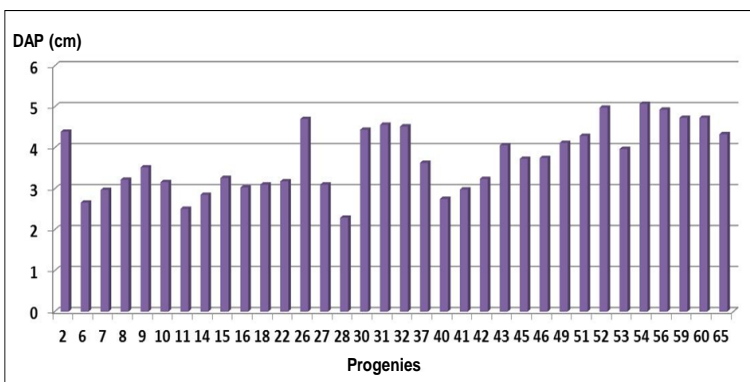
### Diámetro

En el Cuadro N° 3 se muestra el diámetro alcanzado por las progenies a los 33 meses de edad y en la Figura N° 4 se muestran estos resultados gráficamente.

**Cuadro N° 3**  
**RESULTADOS EN DAP SEGÚN PROGENIES**

Progenie	Media (cm)	Desviación Estándar	Valor Mínimo (cm)	Valor Máximo (cm)	Mediana (cm)
28	2,29	0,6	1,3	3,5	2,2
11	2,51	0,5	1,6	3,6	2,4
6	2,66	0,8	1,4	4,9	2,6
40	2,75	0,9	1,2	5,2	2,6
14	2,85	0,7	1,8	4,6	2,7
7	2,97	0,7	1,8	4,3	3,0
41	2,98	1,1	1,4	5,6	2,7
16	3,03	0,8	1,4	5,0	3,2
18	3,10	0,9	1,8	6,1	3,1
27	3,10	0,8	2,0	5,2	3,0
10	3,16	0,9	1,8	5,9	2,7
22	3,18	0,8	2,0	4,7	3,0
8	3,22	0,8	1,3	5,1	3,4
42	3,24	1,1	1,4	5,3	3,2
15	3,26	0,7	2,0	4,4	3,3
9	3,52	0,7	1,8	5,0	3,6
37	3,63	1,0	1,9	5,3	3,8
45	3,73	1,0	2,6	6,8	3,5
46	3,75	0,8	2,4	5,3	3,7
53	3,97	0,9	2,7	5,8	3,7
43	4,06	0,8	2,6	6,0	4,0
49	4,12	0,8	2,5	5,3	4,2
51	4,29	0,8	2,2	6,0	4,4
65	4,33	1,0	2,8	6,3	4,5
2	4,39	1,1	2,4	6,6	4,4
30	4,44	0,9	2,2	6,3	4,4
32	4,52	1,0	2,2	6,5	4,4
31	4,56	0,7	3,4	6,3	4,4
26	4,70	1,5	2,2	8,8	4,5
59	4,73	1,1	2,7	7,0	4,9
60	4,73	1,3	3,3	7,4	4,5
56	4,93	1,3	3,3	9,3	5,0
52	4,98	1,6	0,7	7,3	5,0
54	5,07	1,2	3,5	7,6	4,8





**Figura N° 4**  
**RESULTADOS EN DAP SEGÚN PROGENIES**

En el Cuadro N° 3 y en la Figura N° 4 es posible apreciar que los mayores valores de DAP medio alcanzan a 5 cm. En la evaluación anterior (2013) a los 21 meses de edad estos eran de 3 cm.

Para analizar estadísticamente los datos se utilizó el software estadístico Infostat®. Se realizó un análisis de varianza tradicional (Cuadro N° 4) y, al detectar diferencias significativas, se utilizó el test de comparación múltiple de Tukey (Cuadro N° 5). El modelo utilizado fue:

$$Y = m + T + R + (T * R) + E$$

Donde: m = Constante  
T = Tratamiento (Progenies)  
R = Repetición (Bloques)  
E = Error

**Cuadro N° 4**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DAP**

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	598,39	783	0,76	0,73	0,7969
Bloque	65,11	24	2,71	2,58	0,0835
Progenie	226,33	33	6,86	6,52	0,0046
Bloque * Progenie	306,95	726	0,42	0,40	0,9885
Error	8,41	8	1,05		
Total	606,81	791			

El análisis de varianza señala claramente que existen diferencias significativas entre los valores de DAP obtenido entre las distintas progenies.

**Cuadro N° 5**  
**TEST DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DAP**

Progenies	Medias (cm)	Valor de Comparación*
28	2,29	A
11	2,51	A B
6	2,66	A B C
40	2,75	A B C D
14	2,85	A B C D
7	2,97	A B C D E
41	2,98	A B C D E F
16	3,03	A B C D E F
27	3,10	A B C D E F G
18	3,10	A B C D E F G
10	3,16	A B C D E F G
22	3,18	A B C D E F G
8	3,22	A B C D E F G H
42	3,24	A B C D E F G H
15	3,26	A B C D E F G H I
9	3,52	B C D E F G H I J
37	3,63	C D E F G H I J K
45	3,73	C D E F G H I J K L
46	3,75	D E F G H I J K L
53	3,97	E F G H I J K L
43	4,06	F G H I J K L
49	4,12	G H I J K L
51	4,29	H I J K L
65	4,33	I J K L
2	4,39	J K L
30	4,44	J K L
32	4,52	J K L
31	4,56	J K L
26	4,70	K L
59	4,73	L
60	4,73	L M N
56	4,93	M N
52	4,98	M N
54	5,07	N

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

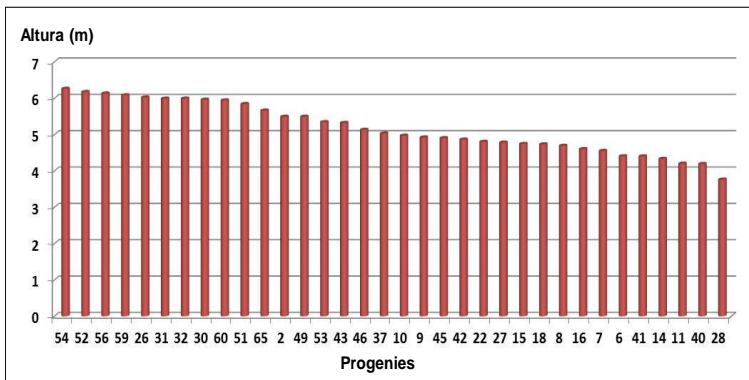
### Altura

En el Cuadro N° 6 se muestra la altura alcanzada por las progenies a los 33 meses de edad y en la Figura N° 5 se muestran estos resultados gráficamente.

Se puede apreciar que los mayores valores en altura a los 33 meses alcanzan a algo más de 6 m. El análisis estadístico se efectuó con el procedimiento ya descrito para el caso del diámetro (Cuadros N° 7 y N° 8).

**Cuadro N° 6**  
**RESULTADOS DE ALTURA SEGÚN PROGENIES**

Progenie	Media (m)	Desviación Estándar	Valor Mínimo (m)	Valor Máximo (m)
28	3,8	1,08	1,4	5,7
40	4,2	0,84	2,5	5,4
11	4,2	0,71	3,3	5,7
14	4,3	0,56	3,4	5,3
6	4,4	0,81	3,0	6,2
41	4,4	1,00	2,8	6,7
7	4,6	0,57	3,2	5,7
16	4,6	0,80	3,3	5,9
8	4,7	1,07	1,6	6,3
18	4,7	0,87	3,1	7,2
15	4,7	0,82	2,8	6,0
27	4,8	0,84	2,9	7,4
22	4,8	0,78	3,2	6,4
42	4,9	1,12	2,8	6,7
45	4,9	1,01	3,5	7,1
9	4,9	0,89	2,6	6,9
10	5,0	1,01	3,7	7,9
37	5,0	0,95	3,4	6,6
46	5,1	0,87	3,1	6,9
43	5,3	0,81	3,2	6,5
53	5,3	0,81	4,1	6,8
2	5,5	1,10	3,4	8,3
49	5,5	0,89	4,0	7,2
65	5,7	0,89	4,4	7,0
51	5,8	0,77	4,1	6,9
60	5,9	1,07	4,8	8,7
30	6,0	1,10	2,6	7,8
31	6,0	0,72	5,0	7,3
32	6,0	0,76	4,5	7,5
26	6,0	1,09	3,9	7,6
59	6,1	1,02	4,1	7,8
56	6,1	1,07	4,4	8,0
52	6,2	1,35	1,5	8,0
54	6,3	0,94	4,7	8,0



**Figura N° 5**  
**RESULTADOS EN ALTURA SEGÚN PROGENIES**

**Cuadro N° 7**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA ALTURA**

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.001,37	789	1,27	0,49	0,9143
Bloque	363,03	33	11,00	4,23	0,0842
Progenie	135,79	24	5,66	2,18	0,2356
Bloque * Progenie	502,55	732	0,69	0,26	0,9953
Error	10,41	4	2,60		
Total	1.011,77	793			

Al igual que en el caso del diámetro, el análisis de varianza señala claramente que existen diferencias significativas entre el valor de las alturas obtenidas por las distintas progenies, por lo que se procedió a hacer el test de comparación de medias.

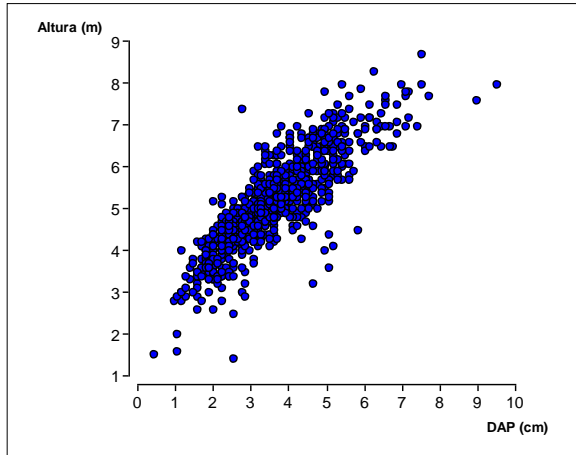
En la Figura N° 6 se muestra la relación DAP (cm) – Altura (m) que se registró para el conjunto de los árboles del ensayo a los 33 meses de edad.

Es posible destacar que hay un crecimiento importante en altura a medida que aumenta el DAP y que existen individuos que a los 33 meses presentan alturas entre los 6 y 9 metros.

**Cuadro N° 8**  
**TEST DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA ALTURA**

Progenies	Medias (m)	Valor de Comparación*
28	3,8	A
40	4,2	A B
11	4,2	A B
14	4,3	A B C
6	4,4	A B C
41	4,4	A B C
7	4,6	A B C D
16	4,6	A B C D
8	4,7	A B C D E
18	4,7	A B C D E
15	4,7	A B C D E
27	4,8	A B C D E
22	4,8	A B C D E
42	4,9	B C D E F
45	4,9	B C D E F G
9	4,9	B C D E F G H
10	5,0	B C D E F G H I
37	5,0	B C D E F G H I J
46	5,1	B C D E F G H I J K
43	5,3	C D E F G H I J K L
53	5,3	C D E F G H I J K L
49	5,5	D E F G H I J K L
2	5,5	D E F G H I J K L
65	5,7	E F G H I J K L
51	5,8	F G H I J K L
60	5,9	G H I J K L
30	6,0	H I J K L
31	6,0	I J K L
32	6,0	I J K L
26	6,0	J K L
59	6,1	K L
56	6,1	K L
52	6,2	L
54	6,3	L

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )



**Figura N° 6**  
**Relación DAP-Altura**

### **Estimación de Biomasa**

Como una forma de estimar la biomasa resultante por progenie, se utilizó el estimador de biomasa habitualmente empleado en estas comparaciones dado por el cuadrado del DAP multiplicado por la altura ( $D^2H$ ) expresado en  $cm^3$ .

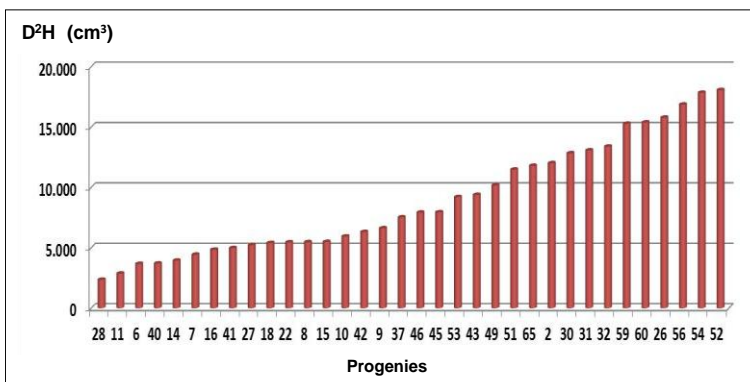
Este resultado se indica en el Cuadro N° 9 y en forma gráfica en la Figura N° 7.

Para el análisis estadístico se usó el procedimiento ya indicado para las variables respuesta anteriores (Cuadros N° 10 y N° 11).

Al igual que en las variables anteriores, el análisis de varianza señala claramente que existen diferencias significativas entre el valor de la estimación de biomasa obtenido entre las distintas progenies, por lo que se efectúa la correspondiente comparación de medias.

**Cuadro N° 9  
RESULTADOS DE BIOMASA SEGÚN PROGENIES**

Progenie	Medja (cm <sup>3</sup> )	Desviación Estándar	Valor Mínimo (cm <sup>3</sup> )	Valor Máximo (cm <sup>3</sup> )
28	2.349	1.837,59	338	6.589
11	2.866	1.527,18	922	6.221
6	3.665	3.231,76	588	14.886
40	3.695	2.738,05	403	11.086
14	3.936	2.501,14	1.102	10.580
7	4.429	2.490,3	1.037	10.055
16	4.835	3.154,96	784	14.750
41	4.972	4.669,47	549	17.875
27	5.208	3.613,19	1.520	15.954
18	5.396	5.165,09	1.004	26.791
22	5.451	3.482,31	1.440	12.960
8	5.462	3.163,29	270	14.566
15	5.487	2.736,53	1.440	11.616
10	5.929	5.531,14	1.361	27.500
42	6.305	5.008,96	588	18.117
9	6.615	3.302,01	842	17.250
37	7.520	4.499,07	1.372	18.539
46	7.918	4.314,94	1.786	19.382
45	7.937	6.939,63	2.772	32.830
53	9.199	5.246,77	3.135	22.875
43	9.381	5.088,14	2.772	23.400
49	10.168	5.049,43	2.500	20.225
51	11.475	4.873,97	1.984	24.840
65	11.790	6.537,18	3.528	27.386
2	12.010	7.581,35	2.074	31.905
30	12.828	6.191,22	1.258	26.195
31	13.064	5.606,87	5.780	27.386
32	13.380	7.198,12	2.517	31.688
59	15.274	9.055,95	3.645	38.220
60	15.378	12.028,36	5.445	47.641
26	15.773	12.439,61	1.888	58.854
56	16.865	13.262,8	5.118	69.192
54	17.839	11.414,8	5.758	44.475
52	18.059	10.536,16	74	37.303



**Figura N° 7**  
**RESULTADOS EN BIOMASA SEGÚN PROGENIES**

**Cuadro N° 10**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA BIOMASA**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	4.858.917,34	786	6.181,83	1,65	0,2491
Bloque	538.570,05	24	22.440,42	5,99	0,0104
Progenie	538.570,05	33	52.173,65	13,92	0,0007
Bloque * Progenie	2.598.616,84	729	3.564,63	0,95	0,6067
Error	26.245,00	7	3.749,29		
Total	4.885.162,34	793			



**Cuadro N° 11**  
**TEST DE COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA BIOMASA**

Progenie	Medias D <sup>2</sup> H (cm <sup>3</sup> )	Valor de Comparación*
28	2.349	A
11	2.866	A B
6	3.665	A B C
40	3.695	A B C
14	3.936	A B C
7	4.429	A B C
16	4.835	A B C
41	4.972	A B C
27	5.208	A B C D
18	5.396	A B C D
22	5.451	A B C D
8	5.462	A B C D
15	5.487	A B C D
10	5.929	A B C D E
42	6.305	A B C D E
9	6.615	A B C D E
37	7.520	A B C D E F
46	7.918	A B C D E F G
45	7.937	A B C D E F G
53	9.199	A B C D E F G H
43	9.381	A B C D E F G H
49	10.168	A B C D E F G H
51	11.475	A B C D E F G H
65	11.790	A B C D E F G H
2	12.010	A B C D E F G H
30	12.828	B C D E F G H
31	13.064	C D E F G H
32	13.380	C D E F G H
59	15.274	D E F G H
60	15.378	D E F G H
26	15.773	E F G H
56	16.865	F G H
54	17.839	G H
52	18.059	H

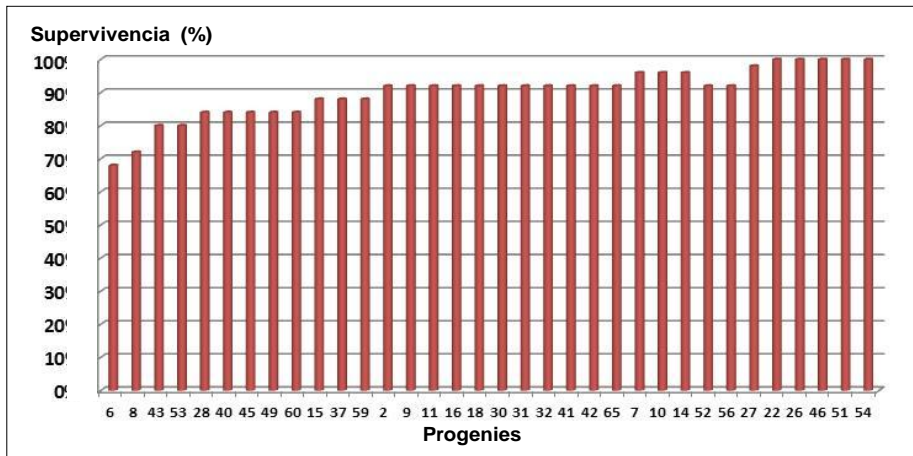
\*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

## Supervivencia

En la supervivencia que registra el ensayo a los 33 meses de edad es alta, excepto dos progenies, los valores están entre 80 y 100%, y 22 de ellas muestran valores por sobre el 90% (Cuadro N° 12 y Figura N° 8).

**Cuadro N° 12**  
**RESULTADOS DE SUPERVIVENCIA SEGÚN PROGENIES**

Progenie	Supervivencia (%)
6	68
8	72
43	80
53	80
60	84
49	84
45	84
40	84
28	84
37	88
59	88
15	88
52	92
56	92
31	92
30	92
32	92
2	92
65	92
70	92
42	92
18	92
16	92
41	96
11	96
10	96
7	92
14	92
27	98
54	100
26	100
51	100
46	100
22	100



**Figura N° 8**  
**RESULTADOS EN SUPERVIVENCIA SEGÚN PROGENIES**

## DISCUSIÓN

Se efectúa primero una comparación de las variables respuesta obtenidas en la primera evaluación (2013) y aquellas que arroja la segunda evaluación (2014), se hace después un análisis general del ensayo y se muestra posteriormente un modelo desarrollado para la estimación de la altura a partir del DAP.

### Comparación Evaluaciones 2013 y 2014

De los resultados obtenidos en ambas evaluaciones se desprende en general que estos son muy positivos, se registran buenos resultados para las variables altura y diámetro, en consecuencias también para el estimador de biomasa, y se aprecia igualmente una alta supervivencia que se mantiene en la segunda evaluación. Esto indica que la especie registra un buen crecimiento y una buena adaptación, en especial si se recuerda que las progenies probadas provienen de zonas tan dispares como las regiones del Maule (Parral) y Los Ríos (Valdivia).

La comparación de los valores obtenidos para las variables diámetro, altura, estimador de biomasa y supervivencia en ambas evaluaciones indica que las tendencias se mantienen en los resultados de las diferentes progenies y que el ensayo podrá ser una buena fuente de material de propagación para apoyar en materia de un mejoramiento genético posterior.

En el caso del DAP, se aprecia que se mantienen en la segunda evaluación las tendencias manifestadas por las distintas progenies en la evaluación anterior y se observan para esta variable un incremento promedio por árbol de 1,5 cm por año e incrementos máximos de 3,9 cm por año. Al observar los resultados según progenies, se destacan los incrementos medios registrados por las progenies 54 y 56 con 2,0 y 2,1 cm, respectivamente. Ambas progenies son las que presentan los mayores registros para esta variable en el ensayo (Cuadro N° 1 y Figura N° 1 de Anexo).

En cuanto a las alturas, también se mantienen las tendencias observadas en la primera

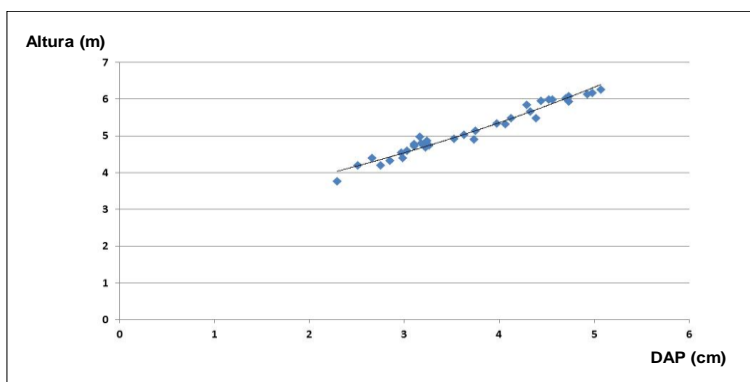
evaluación y se aprecian un incremento promedio por árbol de 1,5 m e incrementos máximos cercanos a los 4 m. Destacan los incrementos registrados por las progenies 54 y 56 con 1,9 y 1,8 metros, respectivamente. Ambas progenies son las que presentan los mayores registros para esta variable en el ensayo (Cuadro N° 2 y Figura N° 2 de Anexo).

Respecto del estimador de biomasa, igualmente se mantienen las tendencias y destacan los valores de incremento de esta variable en las progenies 54 y 52 (Cuadro N° 3 y Figura N° 3 de Anexo).

La supervivencia en tanto es similar a la registrada el año 2013, llegando a un promedio del 90%. Destaca que el 88% de las progenies presentan una supervivencia igual o mayor al 80% y de ellas (22, 26, 46, 51 y 54) se mantienen en un 100% después de 33 meses (Cuadro N° 4 y Figura N° 4 de Anexo).

### Evaluación General del Ensayo

En general las procedencias y progenies evaluadas en el ensayo presentan distintos niveles de desarrollo. La relación entre DAP y altura media registrada en las distintas progenies a los 33 meses de edad se presenta en la Figura N° 9. Se observa un desarrollo lineal, correspondiente al crecimiento inicial de las progenies.



**Figura N° 9**  
**RELACIÓN DAP-ALTURA PROMEDIOS DE LAS PROGENIES**

De acuerdo a los resultados obtenidos a los 33 meses de instalado el ensayo, el mayor valor obtenido en el DAP corresponde a una procedencia Mafil (Región de Los Ríos), una de Retiro (Región del Maule) y una de El Rosal, Yumbel (Región del Biobío), con valores cercanos a los 5 cm. Estas mismas progenies ya habían presentado los mejores resultados en la evaluación del año 2013.

En general estos resultados en crecimiento en DAP son similares a los obtenidos anteriormente, indicando que estas progenies están respondiendo bien a las condiciones locales del ensayo de progenies en Los Sauces.

Es así como la progenie MR-54 Mafil (Región de Los Ríos), presenta diferencias significativas con las progenies restantes, tanto para la variable DAP como para altura y  $D^2H$ , además, esta progenie presenta, un 100% de supervivencia en el ensayo. Por el contrario, el menor valor en DAP lo presentó una familia originada desde un ensayo en Antiquina (MR-28).

Al considerar los 12 mejores resultados del ensayo en términos de DAP, se observa que las procedencias Mafil y Retiro aportan con 4 y 3 familias, respectivamente. Otras procedencias destacadas corresponden Antiquina, Florida y Yumbel, las que contribuyen con el mejor material en el ensayo. Resultados semejantes fueron registrados en la evaluación 2013.

En términos de la altura, variable más relacionada con el sitio, familias de Mafil y Yumbel, presentaron los mayores valores a los 33 meses de instalado el ensayo, con valores de 6,3 y 6,2 m, respectivamente.

Otras procedencias y progenies de mejor crecimiento en altura son las ya destacadas en el caso del DAP y corresponden a progenies obtenidas desde 3 árboles en Mafil, 3 en Retiro y 1 en Antiquina.

Al considerar las 10 mejores resultados en altura, la procedencia Mafil nuevamente ubica a 4 de sus familias dentro de las mejores del ensayo.

Otras buenas procedencias corresponden a 3 familias de Retiro, dos de Yumbel y una de Antiquina, las que contribuyen con el mejor material en el ensayo. El menor valor en altura nuevamente lo presentó una familia de Antiquina (MR-28).

En relación a la estimación de biomasa,  $D^2H$ , y al igual que en la evaluación del año 2013, una familia de la procedencia Yumbel presenta el mayor valor del ensayo. Otras procedencias de desempeño superior nuevamente corresponden a Mafil, Retiro y Antiquina, presentando los mayores valores del ensayo.

Al considerar las 10 mejores resultados en la estimación de biomasa, la procedencia Mafil nuevamente presenta la mayor cantidad de familias, ubicando en este caso a 4 de sus progenies entre ellas. El listado se completa con 3 familias del ensayo de progenies en Retiro, 2 familias de Antiquina y una familia de Yumbel. El menor rendimiento en este estimador fue presentado por la familia MR-28 de Antiquina.

Los resultados obtenidos señalan una tendencia que se manifiesta en forma constante en el ensayo a los 33 meses de su instalación. Sin embargo, la alta variabilidad de la especie observada en terreno y su falta de domesticación se manifiesta claramente a través de las diferencias existentes entre familias y más aún, entre una misma procedencia. Ello señala la conveniencia de avanzar hacia el mejoramiento genético de la especie.

En términos de supervivencia, 5 familias presentan un 100% en esta variable y en total 22 familias presentan un valor mayor al 90%. Cabe agregar que de las familias ensayadas, un 94% (32) presenta una supervivencia del 80% o más.

Las 5 familias con un 100 de supervivencia corresponden a 2 progenies de la procedencia Antiquina, 1 de Yumbel, 1 una de Mafil, y 1 progenie proveniente de semilla comercial de Australia. El menor valor lo presentó la progenie MR-6 de Antiquina con un valor del 68% de supervivencia.

Al analizar el comportamiento de las familias empleando las 10 mejores para cada variable evaluada, se destacan 8 familias que coinciden con los mejores resultados (Cuadro N° 13).

Se destacan 4 familias de Mafil, 2 de Retiro, 1 de Yumbel y 1 de Antiquina. Estas progenies son las que han presentado el mejor comportamiento transcurridos 33 meses desde la instalación del ensayo.

**Cuadro N° 13**  
**MEJORES FAMILIAS A LOS 33 MESES DE EDAD**

<b>Código</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Progenie</b>
MR-52	Yumbel. Región del Bío Bío	Plus 1
MR-54	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos	Plus 6
MR-56	Retiro. Región del Maule	Plus 1
MR-26	Antiquina. Cañete, Región del Bío Bío	Árbol 6
MR-59	Retiro. Región del Maule	Plus 4
MR-31	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos	Plus 3
MR-32	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos	Plus 4
MR-30	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos	Plus 2

Otro aspecto interesante es que en general todas las procedencias incluidas en el ensayo realizan un aporte en árboles individuales registrándose una alta variación dentro de una misma familia o progenie.

Lo anterior indica claramente que podrían seleccionarse árboles individuales para conformar una segunda generación o bien una unidad de producción de semilla mejorada para avanzar hacia un programa de mejoramiento genético con la especie.

Este conjunto de antecedentes es importante además porque constituyen la primera información generada en la región de La Araucanía respecto de procedencias y progenies de esta especie.

### **Modelo de Regresión DAP-Altura**

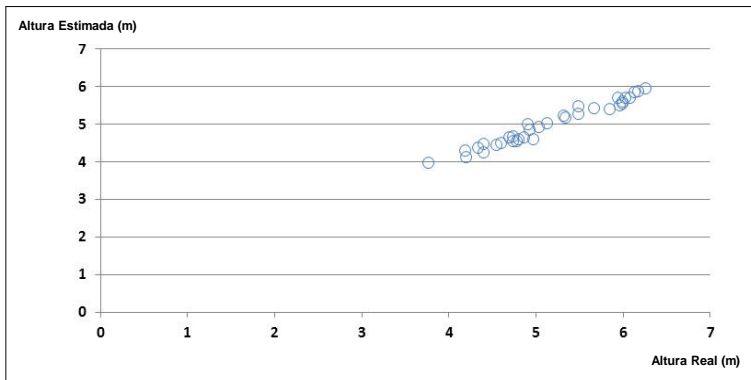
Con la información reunida se desarrolló un modelo juvenil de estimación de alturas en base al DAP.

Este modelo corresponde a:

$$H (m) = 2,35 + 0,71 * DAP (cm) \quad R^2 = 0,7$$

El desarrollo del modelo fue respaldado por un análisis de varianza que permitió definir una bondad de ajuste de  $R^2 = 0,7$ .

El modelo así puede ser utilizado en forma segura y en la Figura N° 10 se indica gráficamente la correspondencia entre los datos de campo y los estimados con el modelo juvenil DAP-Altura.



**Figura N° 10**  
**DATOS DE CAMPO Y DATOS ESTIMADOS PARA LA ALTURA**

## CONCLUSIONES

La sobrevivencia obtenida en el ensayo es en general mayor al 80%, con 22 de 34 familias presentando una valor superior al 90% y con 32 de las 34 familias presentando una supervivencia mayor al o igual al 80%, valores que se sitúan en lo esperado para este tipo de especies.

La mejor procedencia/progenie con diferencias significativas en las variables evaluadas respecto de las demás fue MR-52 de Yumbel, tanto en la medición de 2013 como en la de 2014.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las mejores 8 progenies a los 33 meses son:

MR-52	Yumbel. Región del Bío Bío
MR-54	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos
MR-56	Retiro. Región del Maule
MR-26	Antiquina. Cañete, Región del Bío Bío
MR-59	Retiro. Región del Maule
MR-31	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos
MR-32	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos
MR-30	Mafil. Valdivia, Región de Los Ríos

Las procedencias de Mafil, Antiquina, Retiro y Yumbel presentan los mejores resultados, los que deben ser también ser relacionados con las condiciones de suelo y clima presentes en el área del ensayo, de modo de poder hacerlos extensibles hacia sitios semejantes en la región.

Las diferencias detectadas entre procedencias y progenies a los 33 meses de instalado el ensayo, señala claramente la alta variabilidad de la especie y su falta de domesticación a nivel local, destacando que todas las procedencias utilizadas en el ensayo, realizan un aporte en árboles individuales.

Los valores para los árboles dentro de una misma familia o progenie tienen una alta variación, lo que indica claramente que podrían seleccionarse más adelante árboles individuales para conformar una segunda generación o bien una unidad de producción de semilla mejorada, lo que indica la necesidad de avanzar en programas de mejoramiento genético de la especie.

Los resultados presentados deben ser ratificados a través de evaluaciones posteriores, siendo aún no concluyentes.

Este conjunto de antecedentes es importante dado que es la primera información sobre la especie para la región de La Araucanía.

La definición de individuos o familias que pasarían a la segunda generación para avanzar hacia el mejoramiento genético deberá apoyarse con un análisis BLUP y esto requeriría esperar hasta al menos la mitad de la rotación estimada para la especie, que se estima en principio en 12 años. Muy probablemente será conveniente la incorporación de nuevos genotipos a través de una población de infusión de modo de aumentar la intensidad de selección.

## RECONOCIMIENTOS

Se agradece a Bosques Cautín SA su valioso apoyo y las facilidades otorgadas para la instalación y evaluación del ensayo.

## REFERENCIAS

**Correa, M.; Toloza, R.; Pereyra, L.; Silva, F. y Friedl, R., 2011.** Resultados iniciales de un ensayo de acacia negra (*Acacia mearnsii* De Wild) en la provincia de Misiones. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. El Dorado, Misiones, Argentina.

**Higa, A. R.; Dedecek, R. A.; Dos Santos, A. F.; Stein, P. P. y Simon, A. A., 1998.** Desarrollo de sistemas de producción para acacia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). Resumen.

**INFOR, 1998.** Incorporación de especies del género *Acacia* a la producción forestal chilena. Formulario de presentación proyecto FDI. INFOR-CORFO. Santiago 150 p.

**INFOR, 1999.** Incorporación de especies del género *Acacia* a la producción forestal chilena. Informe de avance. INFOR - CORFO. Concepción. 126 p.

**Kannegiesser, U., 1990.** Apuntes sobre algunas acacias australianas: 1. *Acacia mearnsii* De Willd. Ciencia e Investigación Forestal, 4 (2):198-212.

**Pinilla, J. C., 2000.** Descripción y antecedentes básicos sobre *Acacia dealbata*, *A. melanoxylon* y *A. mearnsii*. Informe Técnico N°147. INFOR-CORFO. 49p.

**Pinilla, J. C.; Molina M. P. y Gutiérrez, B., 2004.** Acacia en el Desarrollo Forestal Productivo de Chile: Avances de Investigación. En: Actas Seminario Diversificación Forestal: Nuevas opciones, nuevos productos, nuevos mercados. INFOR. Villarrica, Chile. 13-15 Octubre 2004

**Pinilla, J. C.; Molina, M. P.; Hernández, G.; Barros, S.; Ortiz, O. y Navarrete, M., 2011.** Avances de la investigación con especies del género *Acacia* en Chile. Informe Técnico N°179. Instituto Forestal, Sede Bio Bio, Chile.

**Pinilla S., J. C.; Navarrete, M., 2013.** Antecedentes del crecimiento de *Acacia mearnsii* de Wild según distintas densidades iniciales para dos sitios en la región del Biobío [artículos de revistas]. 2013, Ago.. Publicado en: Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR, v.19:n2, Pág.: 71-92

**Searle, S. D., 2000.** Black Wattle (*Acacia mearnsii*) for farm forestry. Department of Natural Resource and Environment. Victoria. 18p.

**Turnbull, J. W., 1986.** Multipurpose Australian trees and shrubs. Lesser known species for fuelwood and agroforestry: ACIAR Monograph Num. 1, 316 p.



**ANEXO  
RESULTADOS PRIMERA (2013) Y SEGUNDA (2014) EVALUACIÓN**

**Cuadro N° 1  
DIÁMETROS POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014**

Progenies	DAP	
	2013	2014
	(cm)	
2	2,68	4,39
6	1,51	2,66
7	1,69	2,97
8	1,92	3,22
9	2,11	3,52
10	1,86	3,16
11	1,43	2,51
14	1,57	2,85
15	1,91	3,26
16	1,76	3,03
18	1,76	3,10
22	1,85	3,18
26	2,91	4,70
27	1,78	3,10
28	1,16	2,29
30	2,79	4,44
31	2,85	4,56
32	2,72	4,52
37	2,11	3,63
40	1,43	2,75
41	1,63	2,98
42	1,84	3,24
43	2,38	4,06
45	2,07	3,73
46	2,11	3,75
49	2,38	4,12
51	2,53	4,29
52	3,20	4,98
53	2,34	3,97
54	3,06	5,07
56	2,88	4,93
59	2,82	4,73
60	2,94	4,73
65	2,63	4,33

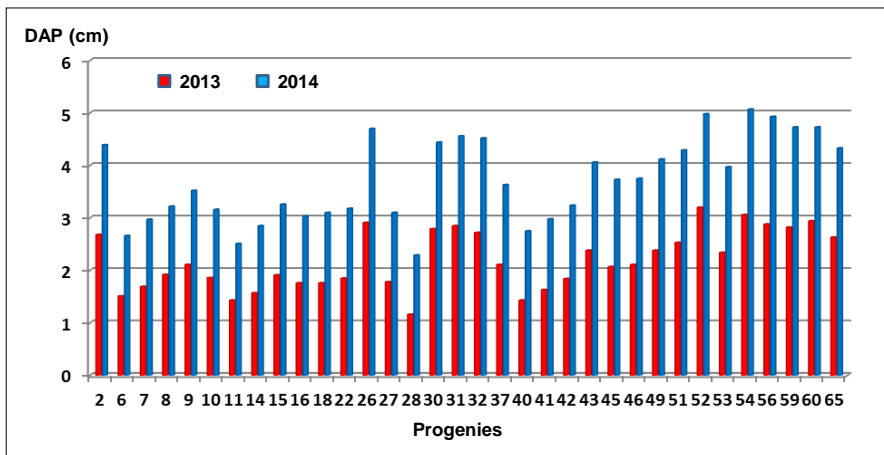


Figura N° 1  
DIÁMETROS POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014

**Cuadro N° 2**  
**ALTURAS POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014**

Progenies	Altura	
	2013	3014
	(m)	
2	4,00	5,49
6	2,98	4,40
7	3,30	4,55
8	3,37	4,69
9	3,31	4,92
10	3,56	4,97
11	2,99	4,20
14	3,19	4,33
15	3,50	4,74
16	3,39	4,60
18	3,33	4,73
22	3,41	4,80
26	4,44	6,02
27	3,44	4,78
28	2,69	3,76
30	4,27	5,96
31	4,20	5,99
32	4,17	5,99
37	3,50	5,03
40	3,00	4,19
41	3,04	4,40
42	3,37	4,86
43	3,74	5,32
45	3,59	4,90
46	3,71	5,13
49	3,78	5,49
51	4,10	5,84
52	4,52	6,17
53	3,77	5,34
54	4,40	6,26
56	4,30	6,13
59	4,40	6,08
60	4,43	5,94
65	4,03	5,66

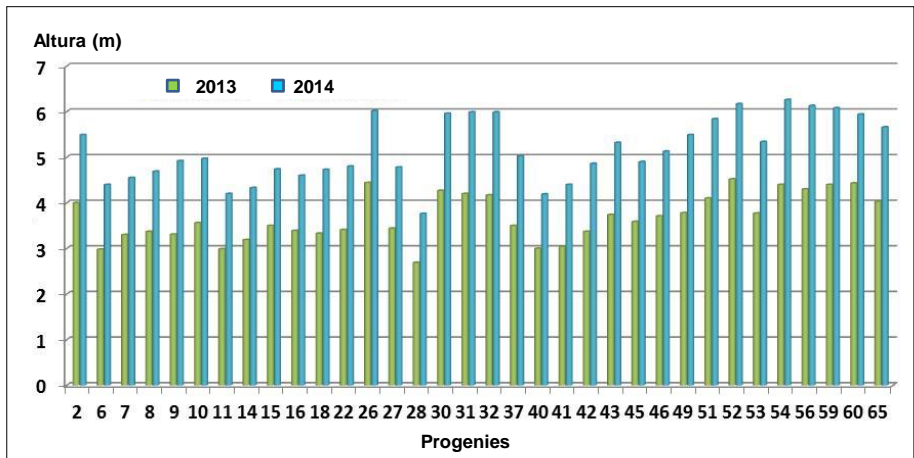


Figura N° 2  
 ALTURAS POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014

**Cuadro N° 3**  
**BIOMASA POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014**

Progenies	Indicador Biomasa (D <sup>2</sup> H)	
	2013	2014
	(cm <sup>3</sup> )	
28	5,73	23,50
11	7,56	28,66
6	7,76	36,65
40	8,01	36,95
14	10,25	39,36
7	10,97	44,28
16	12,95	48,34
41	11,08	49,72
27	13,60	52,08
18	14,40	53,96
22	14,13	54,51
8	14,34	54,62
15	14,39	54,87
10	15,03	59,28
42	16,38	63,04
9	16,57	66,16
37	19,65	75,20
46	18,90	79,18
45	20,25	79,37
53	23,93	91,98
43	25,58	93,82
49	24,09	101,68
51	28,29	114,76
65	33,28	117,90
2	33,98	120,10
30	38,31	128,29
31	38,06	130,65
32	35,87	133,80
59	40,72	152,74
60	46,96	153,8
26	48,58	157,73
56	42,82	168,65
54	49,1	178,41
52	52,04	180,59

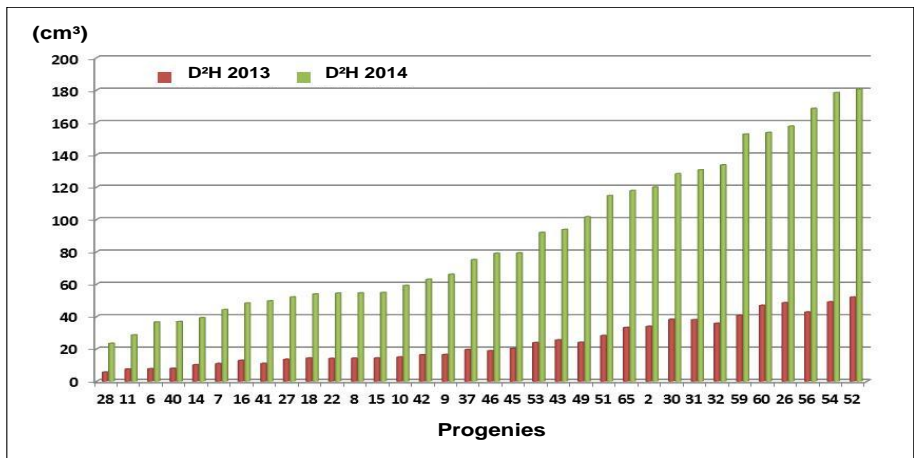


Figura N° 3  
BIOMASA POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014

**Cuadro N° 4**  
**SUPERVIVENCIA POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014**

Progenies	Supervivencia	
	2013	2014
	(%)	
6	68	68
8	72	72
43	80	80
53	80	80
28	84	84
40	84	84
45	84	84
49	84	84
60	84	84
15	88	88
37	88	88
59	88	88
2	92	92
9	92	92
11	92	92
16	92	92
18	92	92
30	92	92
31	92	92
32	92	92
41	92	92
42	92	92
65	92	92
7	96	96
10	96	96
14	96	96
52	92	92
56	92	92
27	98	98
22	100	100
26	100	100
46	100	100
51	100	100
54	100	100

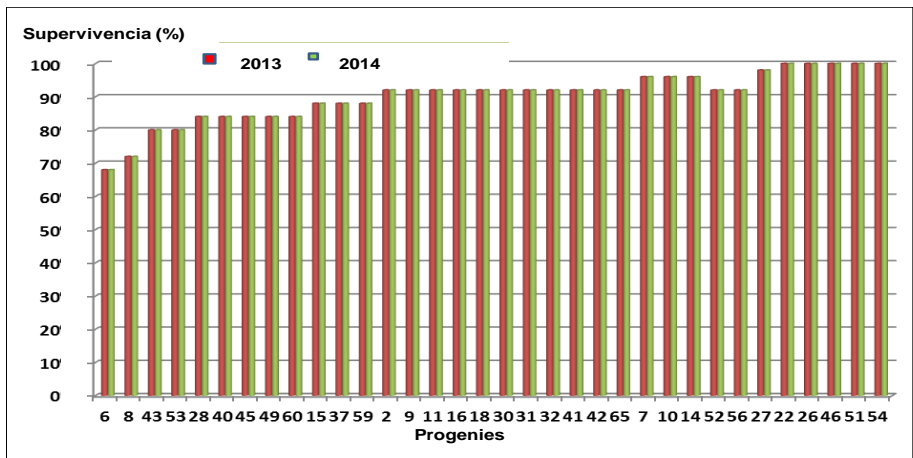


Figura N° 4  
 SUPERVIVENCIA POR PROGENIE EVALUACIONES 2013 Y 2014