

PLANTACIONES EXPERIMENTALES CON ESPECIES DE INTERES TANICO EN LA ZONA SEMIARIDA DE CHILE

Johannes Wrann H. (*)
Manuel Arriagada B. (**)

RESUMEN

En la zona interior árida a semiárida del país (31° 30' - 32° 30' Lat. S.) con una precipitación anual de 215 a 360 mm, se establecieron, en invierno de 1985, dos ensayos con cinco especies forestales productoras de taninos: *Acacia mearnsii*; *A. pycnantham*, *Caesalpinia spinosa*, *Eucalyptus astringens* y *E. sideroxylon*.

El diseño fue de bloques al azar con tres repeticiones, con una unidad experimental (parcela) de 25 plantas y espaciamiento de 3 m x 3 m. Cada especie se probó con dos tratamientos: con y sin fertilizante inicial (NPK) en un método de plantación en casillas.

En otoño de 1987 se efectuó la evaluación de la adaptación, concluyendo que la especie *Acacia mearnsii* es la alternativa más promisoría para la zona de menor aridez, obteniéndose un crecimiento de sobre 2 m de altura a los 2 años de edad y una sobrevivencia de 96% a 100%. En las áreas más áridas las alternativas a considerar son los dos Eucaliptos ensayados.

ABSTRACT

In the inland of the arid to semiarid region of the country (31° 30' - 32° 30' S. Lat.), with a 215 - 360 mm mean annual rainfall, two experimental plantations with five tannin producer species were established in the winter 1985. The selected species are: Acacia mearnsii; A. pycnantha; Caesalpinia spinosa, Eucalyptus astringens, and Eucalyptus sideroxylon.

A randomized block design with three replications were arranged. In each plot 25 plants were planted in pits in a 3m x 3m spacing. Each species were tested with two treatments: NPK fertilizer and no fertilizer.

In autumn 1987 the evaluation was made, concluding that Acacia mearnsii is the most promising species in the areas where aridity is milder, Height growth over 1m/year and survival of 96% and more was achieved with this species. In areas of stronger aridity, both Eucalyptus should be considered in afforestation.

(*) Ingeniero Forestal. División Silvicultura, Instituto Forestal. Huérfanos 554. Santiago - Chile.

(**) Licenciado de Ingeniería Forestal. División Silvicultura, Instituto Forestal. Huérfanos 554. Santiago - Chile.

INTRODUCCION

La producción de taninos vegetales en Chile es considerada de interés, tanto como materia prima industrial como también artesanal.

Hasta 1986, año en que comenzó a operar una planta de taninos en el sur del país, todo el tanino vegetal era importado de Argentina y Brasil en una cantidad de 1.500 ton/año, por un valor anual medio de 2 millones de dólares (Banco Central de Chile, Anuarios 1980 - 1985).

Una especie forestal de rápido crecimiento, productora de taninos vegetales, que pueda adaptarse a la zona árida y/o semiárida del país sería de interés como materia prima para talleres de curtiembre.

En la IV y V Región del país existe una masa de ganado caprino estimada en 200.000 cabezas (INE, 1986), cuyas pieles se podrían curtir con un producto de calidad producido en la zona.

Con la materia prima de taninos vegetales se pueden obtener extractos para la industria curtiembre o la industria química, que además pueden ser destinados a usos como: adhesivos, procesos de purificación de agua, acondicionadores de arcilla en la industria cerámica, material dispersante para reducir la viscosidad en la perforación del petróleo, preservación de redes de pesca, manufactura de plásticos, y como material espumante (HILLIS, W.E., 1962; JARMAIN, R.M. and LLOYD - JONES G.A., 1982,).

Las especies forestales productoras de taninos representan un recurso renovable en la zona árida y semiárida y aportan otros productos como postes, combustibles, madera para pulpa, madera para construcciones, néctar, aceites esenciales.

Este artículo analiza la adaptación de plantaciones realizadas con cinco especie seleccionadas como potenciales productores de taninos en la zona interior del país entre los 31° 30' y 32° 30' Lat. S.

MATERIAL Y METODO

Se describe a continuación la ubicación de los lugares de ensayos y las características de la zona en que se ubican.

Lugares de Ensayo y Zona de Influencia

Los ensayos de campo se instalaron en dos lugares:

- a) Predio "El Aguerrido" - Illapel.

Se ubica junto al camino antiguo Illapel - Los Vilos, cerca del límite sur de la ciudad de Illapel. La ubicación geográfica es: 31° 38' Lat. S.; 71° 11' long. W.; 320 m.s.n.m. Alt. La exposición es Sur y la pendiente llega hasta un 20%.

- b) Predio "La Rinconada" - La Ligua.

Este predio se ubica junto al camino a la ciudad de La Ligua a 1.000 m aprox. del cruce con la Carretera Panamericana que une Santiago con La Serena. La ubicación geográfica es: 32° 28' Lat. S.; 71° 11' Long. W.; 250 m.s.n.m. La exposición es Sur y la pendiente llega hasta 30%.

*Características de Clima y Suelo de los Lugares de Ensayo**Clima*

Las experiencias se realizaron en dos áreas climáticas según la clasificación de Koeppen. Illapel: Clima de estepa con gran sequedad atmosférica (BSt). La Ligua: Clima templado cálido con estación seca prolongada (Csb1) (FUENZALIDA H., 1967). Según la clasificación de Emberger las zonas de norte a sur están afectas al clima mediterráneo árido y mediterráneo semiárido respectivamente. (DI CASTRI y HAJEK, 1976). Se anotan a continuación algunos datos climáticos para ambos lugares de ensayo (Tabla 1). Se usaron datos climáticos de estaciones meteorológicas de ciudades vecinas para la mayoría de los datos (Ovalle, Quillota, Zapallar).

TABLA 1

DATOS CLIMATICOS APROXIMADOS PARA LUGARES DE ENSAYO

Variable Climática	Illapel	La Ligua
Temperatura media anual (°C)	15,2	14,3
Temperatura máxima media (°C)	23,2	22,0
Temperatura mínima media (°C)	7,1	8,4
Precipitación (mm/año)	215	361
Nº de días despejados por año	183	143
Humedad relativa (%) anual	71	80
Nº de meses secos por año	8 - 11	7 - 8

FUENTE: ANTONOLIETTI et al s/f; ALMEYDA, E.A. y SAEZ, F., 1958.

En la Figura 2 se presentan los Diagramas de Gauss - Walther de las estaciones meteorológicas de Ovalle y Zapallar, que se consideran representativas para la zona de Illapel y La Ligua, respectivamente, para los datos de la temperatura media mensual (HAJEK, E.R. y DI CASTRI, F., 1975). Para los de precipitación media mensual se usaron datos de Illapel y La Ligua (ALMEYDA, E.A., 1948).

FIGURA 1
ZONA DE ENSAYOS

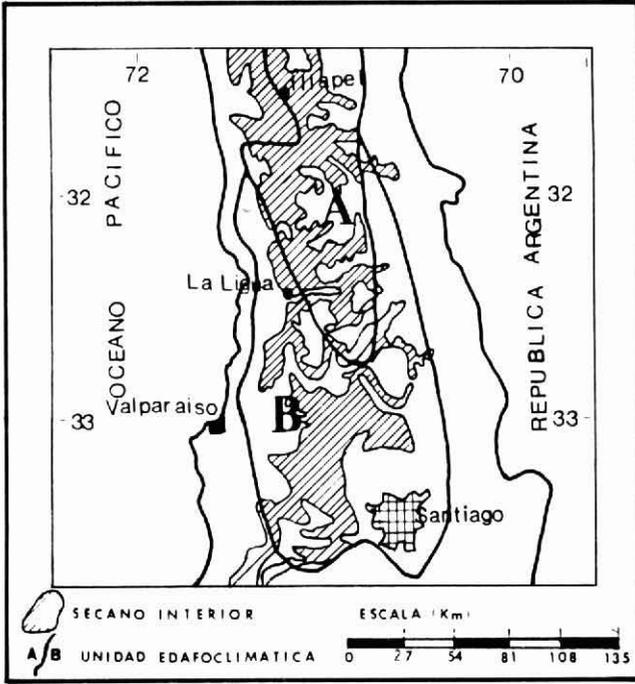
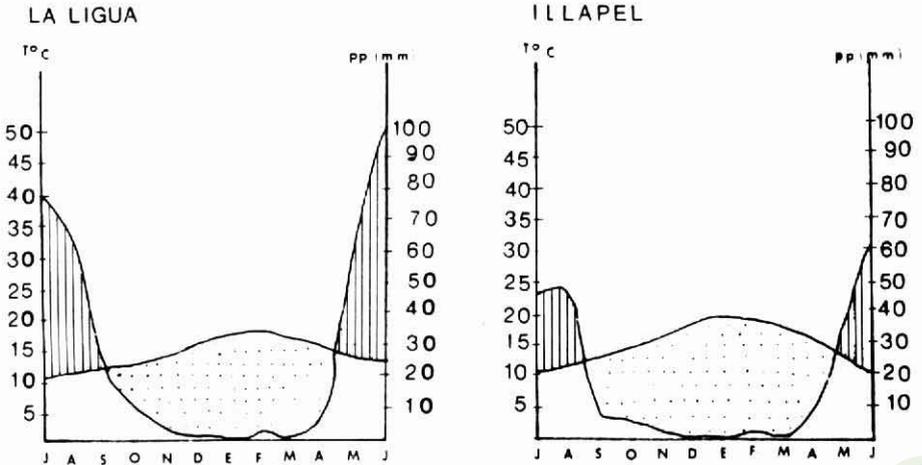


FIGURA 2
DIAGRAMAS CLIMATICOS DE GAUSSEN - WALTHER



Suelos

Los suelos corresponden a los Pardo no Cálcidos. (ROBERTS y DIAZ, 1959 - 1960). Estos suelos tienen un material de origen granítico (CORFO, 1967).

En ambos lugares de ensayo se cavó una calicata para la descripción del análisis físico y químico del suelo (Tabla 2) (TORO, J., 1986).

En general los suelos presentan una textura favorable en todo el perfil, sin embargo, son poco profundos y presentan un grado variable de pedregosidad, lo que restringe el volumen útil del suelo. Los contenidos de materia orgánica son bajos, pero la disponibilidad de nitrógeno, potasio y boro no restringen el crecimiento de las plantas. En el ensayo de La Ligua la disponibilidad de fósforo es muy baja (TORO, J., 1986).

TABLA 2
ANÁLISIS DE SUELOS

	Ensayo Illapel	Ensayo La Ligua
Horizonte 1:		
Profundidad	0 - 15 cm	0 - 20 cm
Textura	Franca	Franca
pH	6,9	5,6
Materia Orgánica (%)	1,65	1,22
N-P-K-B (ppm)	12-10-336-0,98	17-2-43-1,35
Densidad aparente (g/cm ³)	1,24	1,15
Horizonte 2:		
Profundidad	15 - 30 cm	20 - 60 cm
Textura	Franco-arcillosa	Arcillosa
pH	7,3	5,7
Materia Orgánica (%)	0,62	1,09
N-P-K-B (ppm)	12-1-189-0,89	13-1-114-1,05
Densidad aparente (g/cm ³)	1,28	1,25
Horizonte 3:		
Profundidad	30 - 80 cm	60 cm y más
Características	Pedregosidad muy abundante con piezas redondeadas y cementadas formando una tosca impermeable.	Horizonte C formado por maicillo muy descompuesto con presencia de piedras. no hay raíces.

FUENTE: JORGE TORO, 1986

Especies seleccionadas

Las especies seleccionadas para el ensayo son : *Acacia mearnsii*, *Acacia pycnantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Eucalyptus astringens*, *Eucalyptus sideroxylon*.

Estas especies se seleccionaron por su importancia como materia prima de taninos vegetales y su adaptabilidad en zonas áridas o semiáridas. Entre estas especies la de mayor importancia tánica es *Acacia mearnsii*. En Sudáfrica se estimaba una superficie de sobre 138.000 ha de plantaciones de esta especie, establecida con el objetivo principal de proveer la industria de taninos (JARMAN, R.M. and LLOYD-JONES, G.A., 1982).

El tanino se obtiene de la corteza, excepto en el caso de *Caesalpinia spinosa* que contiene el tanino en el fruto. El tanino es de excelente calidad (INFOR, 1987). El contenido de taninos en la corteza (o fruto) de estas especies es de 30% o más en ejemplares adultos (HOWES, 1953; INFOR, 1987; POYNTON, 1979).

Las características de la madera y sus usos de estas especies son las siguientes:

- *Acacia mearnsii*: materia prima para pulpa, fabricación de parquet (JARMAN, R.M., and LLOYD JONES, 1982). La madera es densa (peso específico 0,7 - 0,85) con una valor calorífico de 3.500 - 4.000 Kcal/Kg (N.A.S., 1980).
- *Acacia pycnantha*: buenas cualidades como combustible. (HALL et al, 1972).
- *Caesalpinia spinosa*: se desconocen las propiedades.
- *Eucalyptus astringens*: la madera tiene la propiedad de no colapsarse con el secado y presenta un grano fino y uniforme. Es durable en contacto con el suelo. Se usa en postes para minas, mangos de herramientas y como combustible. (HALL, N., JOHNSTON and CHIPPENDALE, 1970; POYNTON, R.J. 1979).
- *Eucalyptus sideroxylon*: la madera es muy dura, pesando 1,1 g/cm³ después de secada al aire. Presenta buenas cualidades para construcciones rústicas, postes para minas y para pulpa (HALL, N., JOHNSTON and CHIPPENDALE, 1970; POYNTON, R.J. 1979).

Procedencia de las Semillas

La procedencia de las semillas de las especies ensayadas y las características climáticas más relevantes se entregan en la Tabla 3.

TABLA 3
ESPECIES ENSAYADAS CON DATOS DE
PROCEDENCIA DE LA SEMILLA

Especie	Ubicación de Procedencia (ubicación Estación Meteorológica)					
	Lugar	Latitud	Longitud	Altitud		
<i>Acacia mearnsii</i> (13807)*	Robertson NSW (Moss Vale)	34° S. (34° 33' S)	150° E. (150° 22' E)	500 m (672 m)		
<i>Acacia pycnantha</i> (13745)	Nelson, Victoria (Portland)	38° 04' S (38° 21' S)	141° 01' E (141° 36' E)	30 m (30 m)		
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Las Cardas-Chile (Ovalle)	30° 15' S (30° 36' S)	71° 15' W (71° 13' W)	200 m (200 m)		
<i>Eucalyptus astringens</i> (12842)	Dryandra W.A. (York) (Brookton)	32° S (31, 54' S) (32, 24' S)	117° E (116, 42' E) (117, 0° E)	- (175 m) (240 m)		
<i>Eucalyptus sideroxylon</i> (8888)	Eumungerie NSW (Baradine Forestry) (Gunnedah)	31° S (30, 54' S) (31, 0° S)	149° E (149, 6° E) (150, 18° E)	275 m (365 m) (267 m)		
Especie	Datos Climáticos Procedencia					
	Temperatura °C		Precipitación Anual (mm)	Heladas N° días/año	Días calurosos/año	
	Mínima** media	Máxima** media			Sobre 32 °C	Sobre 37 °C
<i>Acacia mearnsii</i> (13807)*	2	25	995	37		
<i>Acacia pycnantha</i> (13745)	6	22	845	3		
<i>Caesalpinia spinosa</i> Lugar: (Ovalle)	9	28	129			
<i>Eucalyptus astringens</i> (12842) Lugar: (York) Lugar: (Brookton)	5	34	455	5	27	10
<i>Eucalyptus sideroxylon</i> (8888) Lugar: (Baradine Forestry) Lugar: (Gunnedah)	2	33	586	24	65	8

* : Número indica código de lotes y procedencia de semilla del proveedor (CSIRO - Australia).

** : Temperatura mínima media del mes más frío. Temperatura máxima del mes más caluroso.

Instalación de los Ensayos

Los ensayos fueron instalados en invierno de 1985 (Junio - Julio). En el ensayo de Illapel, las parcelas con *Eucalyptus astringens* se plantaron en Septiembre del mismo año, pues no se contaba con plantas disponibles en la época de invierno. Se tuvo que hacer un replante con esta especie en invierno del año siguiente (1986).

Las variables para cada especie ensayada fue la adición o no de un fertilizante junto con la instalación. El compuesto de fertilizante seleccionado fue una mezcla de:

- Superfosfato triple (20,1% P) : 50 g/planta
- Sulfato de potasio (50% K) : 50 g/planta
- Urea (46% N) : 110 g/planta

La aplicación se efectuó en la primavera siguiente (Septiembre 1985) a la plantación. El fertilizante se distribuyó en dos pequeñas zanjas paralelas, de aproximadamente 20 cm de largo, dispuestas cada una a 15 - 20 cm del tallo de la planta.

En la primavera del año siguiente (Septiembre 1986) se realizó otra aplicación idéntica.

Junto a cada aplicación se efectuó una limpia manual de las malezas junto al tallo (1 m de radio aproximadamente).

Cada planta fue protegida contra liebres y conejos por una jaula (Corromet = desecho de planchas con perforaciones de 2 - 3 cm Ø) de 40 - 50 cm de alto, dispuesta alrededor de la planta.

La plantación se efectuó dentro de un sitio cercado y se realizó en hoyos (30 cm x 30 cm x 30 cm).

Las plantas habían sido producidas en bolsas plásticas a partir de la primavera de 1984 en el vivero de INFOR, en Santiago.

El diseño usado fue de bloques al azar con tres repeticiones. Cada parcela se estableció con 25 plantas, considerando un espaciamiento de 3 m x 3 m entre éstas.

Como se trata de cinco especies con la variable con y sin fertilización inicial, cada bloque está formado por 10 parcelas.

Debido a que el invierno del año 1985 fue anormalmente seco, se aplicó un riego de primavera (Septiembre 1985) de 4 lt/planta en cada uno de los ensayos. En el ensayo del sitio más árido (Illapel) se había aplicado además un riego al momento de plantar (2,5 lt/planta). Durante el año 1986 se regó tres veces el ensayo de Illapel (4 lt/planta por riego): en Enero, Febrero y Octubre. Durante el verano de 1987 se aplicaron dos riegos. En el ensayo de La Ligua se aplicaron dos riegos en el verano de 1986.

Metodología de Análisis

En otoño de 1986 y 1987 se realizaron las mediciones de las plantas, de parámetros altura (con vara graduada) y diámetro del cuello (con piedemetro). Se estableció además la supervivencia para cada parcela.

Para el análisis se consideró la medición realizada en otoño de 1987 (Abril a Mayo) a la edad de dos años desde la fecha de plantación.

Se aplicó un análisis de varianza para el diseño de bloques al azar. Se efectuó además un análisis factorial para determinar los niveles de significancia para los distintos factores (especie – fertilizante) y su interacción. Este análisis se efectuó para cada lugar de ensayo en base a la supervivencia, la altura, el diámetro basal y al estimador de la biomasa "Índice de Crecimiento Total". Este consiste en el diámetro basal de la planta (diámetro del cuello) al cuadrado multiplicado por la altura de la planta ($DB^2 \cdot H$) del valor promedio de cada repetición.

RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo a las variables siguientes; a la edad de dos años desde la fecha de plantación.

- Plantas vivas (%) o supervivencia promedio
- Altura total promedio (m)
- Diámetro en la base promedio y que corresponde al grosor del tallo a ras de la superficie del suelo.
- Índice de crecimiento total (estimador de la biomasa).

Para cada variable se calculó el promedio aritmético.

Se entregan a continuación los resultados de adaptación para cada lugar de ensayo.

El Aguerrido - Illapel

Los resultados del ensayo se presentan en el Cuadro 1, que entrega los valores medios de las variables empleadas en el análisis de adaptación en cada especie y tratamiento.

CUADRO 1

RESULTADOS PLANTACION EXPERIMENTAL EN "EL AGUERRIDO" - ILLAPEL (31° 38' Lat. S., 71° 11' Long.W.; 320 m Altitud) Edad 2 años (desde fecha plantación)

Factor "A" Especie	Factor "B" Fertilizante	Trata- miento	Supervivencia %	Altura total (m) H	Diámetro en la Base (cm) DB	Índice de Crecimiento Total ($DB^2 \cdot H$)(cm^3)
<i>Acacia mearnsii</i>	sin	1	27	0.87	0.87	65.8
	con	2	24	0.80	0.88	68.2
<i>Acacia pycnantha</i>	sin	3	77	0.87	1.03	106.8
	con	4	43	0.73	0.87	56.0
<i>Caesalpinia spinosa</i>	sin	5	61	0.30	0.65	12.7
	con	6	73	0.29	0.62	11.2
<i>Eucalyptus astringens</i>	sin	7	37	0.49	0.67	21.9
	con	8	59	0.51	0.62	20.5
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	sin	9	72	0.47	0.46	10.1
	con	10	88	0.50	0.47	11.2

Los niveles de significación estadística de los factores y su interacción se muestran en el Cuadro 2. De acuerdo a dicho análisis el único factor con significación estadística es la especie, vale decir, el resultado de adaptación está explicado fundamentalmente por la especie y no por la inclusión del fertilizante.

CUADRO 2

NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LOS DISTINTOS FACTORES Y SU INTERACCION ENSAYADOS PARA LA PLANTACION EXPERIMENTAL DE EDAD 2 AÑOS EN ILLAPEL

Factor	Supervivencia	Altura	Diámetro Basal	Índice de Crecimiento
A = Especie	**	**	**	**
B = Fertilizante	-	-	-	-
A.B = Interacción	-	-	-	-
Especie - Fertilizante	-	-	-	-
Bloques	-	-	-	-

NOTA: (-) Sin significación; (**) Significativo a nivel de probabilidad del 95% y 99%.

Al aplicar el test de Duncan (95% prob.) se determinó que el crecimiento (en base al índice de crecimiento) de las especies de Acacia es significativamente mayor a las otras. En todos los casos, salvo de dos excepciones no se presentan diferencias importantes entre las parcelas fertilizadas y las no fertilizadas para la misma especie. En *Acacia pycnantha* la supervivencia fue mayor en las parcelas no fertilizadas. Por el contrario, en *Eucalyptus astringens*, las parcelas fertilizadas presentan una supervivencia mayor.

La Rinconada – La Ligua

Los resultados del ensayo se presentan en el Cuadro 3, que entrega los valores medios de las variables empleadas para el análisis de adaptación en cada especie y tratamiento.

CUADRO 3

RESULTADOS PLANTACION EXPERIMENTAL EN "LA RINCONADA" – LA LIGUA

(32° 28' Lat. S.; 71° 14' Long. W.; 250 m Altitud)

Edad 2 años (desde fecha de plantación)

Factor "A" Especie	Factor "B" Fertilizante	Trata- miento	Supervivencia %	Altura total (m) H	Diámetro en la Base (cm) DB	Índice de Crecimiento Total (DB ² H)(cm ³)
<i>Acacia mearnsii</i>	sin	1	96	2,00	1,82	702,4
	con	2	100	2,31	2,03	968,6
<i>Acacia pycnantha</i>	sin	3	71	1,29	1,71	389,4
	con	4	75	1,44	1,98	659,5
<i>Caesalpinia spinosa</i>	sin	5	84	0,35	0,77	20,8
	con	6	69	0,38	0,79	23,8
<i>Eucalyptus astringens</i>	sin	7	100	0,79	1,16	106,7
	con	8	87	0,86	1,22	130,7
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	sin	9	100	1,04	1,32	183,0
	con	10	96	1,13	1,48	245,4

Al igual que en el ensayo de Illapel, se analizaron los factores especie, fertilizante y la interacción entre ambos según un modelo factorial. Los resultados son prácticamente iguales al ensayo del Illapel, observándose además una diferencia significativa entre bloques, pero solamente en la variable supervivencia.

CUADRO 4

NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LOS DISTINTOS FACTORES Y SU INTERACCION
ENSAYADOS PARA LA PLANTACION EXPERIMENTAL DE EDAD 2 AÑOS EN LA LIGUA

Factor	Supervivencia	Altura	Diámetro Basal	Índice de Crecimiento
A = Especie	**	**	**	**
B = Fertilizante	-	-	-	-
A B = Interacción	-	-	-	-
Especie - Fertilizante	-	-	-	-
Bloques	*	-	-	-

NOTA: (*), Diferencia significativa al nivel de probabilidad del 95%.

(**), Diferencia significativa al nivel de probabilidad del 95% y 99%.

(-), Sin diferencia significativa.

Es interesante destacar que, aun cuando el factor fertilizante no es el determinante en los resultados de crecimiento, en el caso de *Acacia pycnantha*, la parcelas fertilizadas presentan un crecimiento mayor en relación a las no fertilizadas.

DISCUSION

De los resultados destaca la alta tasa de crecimiento inicial de las Acacias ensayadas, especialmente *Acacia mearnsii*, en La Ligua. No se conocen experiencias en dicha zona con alguna especie que haya igualado dicha tasa de crecimiento (sobre 1 m de altura/año). De esta especie y de *A. pycnantha* no se disponía de antecedentes, excepto de una plantación experimental establecida en 1984 en la zona de Illapel. *A. pycnantha* presentó varios ejemplares secos, y otros con la copa parcialmente seca, presumiblemente a causa de heladas. En otras experiencias con *Eucalyptus astringens* y *E. sideroxylon*, se había obtenido un crecimiento medio anual en altura de 0,76 y 0,43 m/año respectivamente (hasta edad de 15 años), en un sitio más favorable a las del presente informe (INFOR - CORFO, 1986). El crecimiento menor se obtuvo con *Caesalpinia spinosa*.

Efecto de fertilización

En el ensayo de condiciones de sitio más favorable, La Ligua, ambas especies de Acacia ensayadas, presentaron un crecimiento mayor en las parcelas fertilizadas en relación a las no fertilizadas. *Acacia pycnantha* presentó un aumento de un 69% en biomasa. De acuerdo a antecedentes bibliográficos (HERBERT, 1984; SCHONAU, 1984a) *Acacia mearnsii* responde muy favorablemente a la fertilización con superfosfato. Esto se confirma en el ensayo La Ligua, en consideración a la disponibilidad baja de fósforo en el suelo (TORO, J., 1986). La respuesta favorable en esta experiencia puede deberse a la combinación de NPK aplicada, de

acuerdo a los antecedentes recopilados por SCHONAU (1984a). En los antecedentes en plantaciones de *A. mearnsii* recogidas por dicho autor, se menciona una ganancia de producción en madera de hasta 38 m³/ha en una rotación de 10 años, gracias a la fertilización con N-P-K-Ca (24-46-70-400 kg/ha). Es interesante destacar que en una experiencia realizada con otra especie de acacia, *A. dealbata*, se demostró una respuesta favorable en el crecimiento a la fertilización con nitrógeno, no obstante se trata de una especie leguminosa (SCHONAU, 1983). Por lo tanto es de interés incluir dicho nutriente especialmente en condiciones de suelo y clima adversos (SCHONAU, 1984a). En el otro lugar de ensayo, Illapel, de condiciones de sitio en general más adversos, llama la atención que la respuesta a la fertilización con *A. mearnsii* fue prácticamente nula y con *A. pycnantha* fue negativa, presentándose una supervivencia y crecimiento menores en las parcelas fertilizadas con NPK. Este resultado puede deberse a que el control de malezas no fue adecuado al aplicar el fertilizante. Otra explicación a este resultado adverso puede deberse a un efecto tóxico del nitrógeno en la raíz de algunos ejemplares, en consideración a las experiencias recogidas en la bibliografía (SCHONAU, 1984 a).

Experiencias anteriores con *E. globulus* y *E. camaldulensis* demostraron que la fertilización sin un control de malezas se traduce en una menor sobrevivencia y no se favorece el crecimiento inicial (PRADO, J.A. y ROJAS, P., 1987; WRANN, J. e INFANTE, P., 1987). Esto se debe al aprovechamiento que hace la vegetación competidora del fertilizante y del agua del suelo circundante.

Con las especies de Eucalyptus ensayadas, en general la respuesta fue positiva a la fertilización, obteniéndose un mayor crecimiento en el ensayo La Ligua. Con *E. astringens* ensayado en Illapel, la supervivencia aumentó significativamente en las parcelas fertilizadas. Aun cuando no se tienen antecedentes bibliográficos sobre la fertilización de las dos especies de Eucalyptus ensayadas existen resultados para varias especies (*E. grandis*, *E. globulus* ssp. *globulus*, *E. globulus* ssp. *maidenii*, *E. nitens* y *E. camaldulensis*) que indican una respuesta favorable a la fertilización (SCHONAU, A.P.G., 1984a,b; BODEN, D.I., 1984). En una experiencia con *E. globulus* ssp. *globulus* en Australia se obtuvo un rendimiento adicional de 80 m³/ha con fertilización de N-P (202 y 90 kg/ha respectivamente) a los 10 años de edad (CROMER y WILLIAMS, 1982).

El crecimiento inicial de *Caesalpinia spinosa* no aumentó con la fertilización y existen escasos antecedentes de experiencias anteriores. Observaciones preliminares de otra plantación experimental de dos años de edad establecida por INFOR en Illapel, muestran una tendencia a un mejor desarrollo inicial en parcelas fertilizadas (igual producto y dosis de este ensayo), pero con una preparación de suelo con subsolado.

Es importante destacar la importancia que la fertilización se realice con una buena preparación del suelo para el establecimiento (surco o subsolado). BODEN, D.I. (1984) demostró con *Acacia mearnsii* que sólo una preparación del suelo intensiva permite obtener una respuesta mejor con la fertilización. Según la experiencia de este autor, el efecto de una buena preparación del suelo en fajas completamente aradas fue mayor que el de la fertilización por sí sola (100 gr superfosfato por árbol) sin una preparación intensiva del suelo. Según este autor, al no poder realizar esta preparación del suelo, se recomienda el subsolado hasta 40 cm de profundidad. Esto permite obtener una mejor respuesta en el empleo del fertilizante, pero inferior a la obtenida con el sistema del suelo arado en fajas.

Experiencias realizadas con *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* en nuestro país confirma la conveniencia de una preparación más intensiva del suelo (con surco o subsolado) para optimizar la respuesta a la fertilización (PRADO, J.A. y ROJAS, P., 1987; WRANN, J. e INFANTE, P., 1987).

Potencialidad de las Especies Ensayadas en el Area de Estudio

Las dos especies de acacias ensayadas fueron las de mayor crecimiento. Interesante de considerar como alternativa de forestación es *A. mearnsii* en el sector sur (Zona de La Ligua). *A. pycnantha* no puede recomendarse aun en forestaciones masivas debido a la mortalidad que han mostrado varios ejemplares en las parcelas de ensayo. Se presume que la causa son las heladas. *A. mearnsii* es de mayor valor económico debido a la calidad de sus taninos, el tamaño que alcanza la especie y las alternativas de uso de su madera. Aun cuando la especie mostró un crecimiento inferior que en Sudáfrica, el establecimiento con una buena preparación de suelo, aplicación de herbicidas y fertilizantes podrían mejorar el crecimiento significativamente.

Para la zona de Illapel las especies de *Eucalyptus* son una alternativa de interés. El *Eucalyptus sideroxylon* produce una corteza gruesa, fácilmente desprendible, siendo una buena materia prima de taninos (INFOR, 1987). Resultados preliminares un año después de la instalación en un ensayo de método de plantación en la zona de Illapel, instalado por INFOR en 1986, están indicando una respuesta de esta especie a los métodos de preparación y de suelo (subsulado y surco) con aplicación de fertilizantes y un adecuado control de malezas.

Por otra parte *E. astringens* ha demostrado buena adaptación en la zona árida con condiciones similares al lugar de ensayo "El Aguerrido", Illapel (INFOR - CORFO, 1986).

Caesalpinia spinosa es de muy lento crecimiento, pero resistente a las condiciones de aridez. Produce una excelente materia prima de taninos, pero su elección en programas de forestación está limitada por su bajo crecimiento. Es posible que esta especie requiera de suelos más profundos.

En cuanto al área factible para forestar con una de estas especies, es necesario tener en cuenta que las unidades edafoclimáticas definidas abarcan una zona muy extensa, que no considera condiciones locales. Por ejemplo, en la Unidad "B", (Figura 1), existe una zona al norte de la ciudad de Santiago (Til - Til, Chacabuco) con un microclima con condiciones de mayor aridez debido a la mayor altitud de la cordillera de la Costa; por otra parte en la zona de Batuco existen alrededor de 20.000 ha con condiciones de suelo de mal drenaje y salinidad. Estos sectores no son representativos de los lugares de ensayo.

CONCLUSIONES

- En la zona de menor aridez dentro del área de estudio (Unidad "B") la especie *Acacia mearnsii* alcanzó una altura media de 2,31 m y un diámetro en la base del tallo de 2,0 cm a los 2 años. La supervivencia fue de 100%. Este dato corresponde a las parcelas fertilizadas. Esta especie debe considerarse como alternativa interesante para la zona centro-norte del país debido a su crecimiento excepcionalmente alto y a la importancia económica de la misma.
- La especie *Acacia pycnantha* presentó el crecimiento mayor en la zona más árida del área de estudio. Sin embargo, no puede recomendarse en forestación masiva aun, por los altos niveles de mortalidad que ha ido presentando en las observaciones posteriores.
- Las especies de *Eucalyptus*: *E. astringens* y *E. sideroxylon* son especies promisorias para la Provincia de Choapa. Como materia prima de taninos se considera a *E. sideroxylon* como de mayor interés. Por la cantidad y calidad de taninos que produce.
- La fertilización con NPK (101 gr. 20 gr y 50 gr por planta, respectivamente) aumenta el crecimiento inicial de las especies de Acacia y *Eucalyptus* ensayadas. La fertilización es recomendable, solamente si se acompaña con un control de malezas.

- El crecimiento de las especies de Acacias y Eucalyptus ensayadas puede ser mejorado mediante técnicas intensivas de preparación del suelo (surco o subsolado).
- La especie *Caesalpinia spinosa* se adapta a las condiciones áridas, pero su crecimiento es lento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación forma parte del Proyecto Taninos(Chile), financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Gobierno de Canadá (CIID).

En los trabajos de instalación de los ensayos de campo y mediciones, participó además el Ingeniero Forestal Sr. Pedro Infante y el Técnico Sr. Andrés Bello.

Los autores agradecen la revisión y sugerencias, a los Ingenieros Forestales Sr. J. A. Prado y H. Grosse.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALMEYDA, E. A. 1948. Pluviometría de las zonas del desierto y las estepas cálidas de Chile. Santiago, Chile. Edit. Universitaria. 162 p.
2. ALMEYDA, E. A. y SAEZ, S.F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile. Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. 195 p.
3. ANTONIOLETTI et al. S.F. 1958 Características climáticas del Norte Chico. Santiago, Chile. IREN. 102 p., Mapas y Anexos.
4. BANCO CENTRAL DE CHILE. Anuario de exportaciones. Años 1980 - 85. Santiago, Chile.
5. BODEN, D. I. 1984. Early responses to different methods of site preparation for three commercial tree species. In: Proceedings IUFRO Symposium on site and productivity of fast growing plantations. Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa. 30 April - 11 May 1984. vol 2 pp. 565 - 578.
6. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION (CORFO). 1967. Geografía Económica de Chile. Santiago de Chile. edit. Universitaria. 885 p.
7. CROMER, R. N. and WILLIAMS, E. R. 1982. Biomass and nutrient accumulation in a planted *E. globulus* (Labill) fertilizer trial. *aust. J. Bot.* (3) : 265 - 278. (Original no consultado, cit en SCHONAU, 1984a)
8. DI CASTRI, F. 1975. Esbozo ecológico de Chile. Santiago, Chile. Ministerio de Educación, Centro de Perfeccionamiento Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. 64 p.
9. DI CASTRI, F. y HAJEK, E. R. 1976. Bioclimatología de Chile. Santiago, Chile. Universidad Católica de Chile. 128 p.
10. FUENZALIDA, H. 1967. Climatología de Chile. En: Corporación de Fomento de la Producción: Geografía Económica de Chile. pp. 99 - 152.
11. HAJEK, E. R. y DI CASTRI, F. 1975. Bioclimatología de Chile. Santiago, Universidad Católica de Chile. s.p.
12. HALL, N.; BODEN, R.; CLIFFORD et al. 1972. The use of trees and shrubs in the dry country of Australia. Dept. of National Development Forestry and Timber Bureau, Australian Government Publishing Service. 557 p.
13. HALL, N.; JOHNSTON, R. D. and CHIPPENDALE, G.M. 1970. Forest Trees of Australia, Canberra. Dept. of National Development Forestry and Timber Bureau. Australian Government Publishing Service. 334 p.
14. HARTLEY, A. 1977. The establishment of *Eucalyptus tereticornis* on tailings from the Bougainville copper mine, Papua New Guinea. *Commonw. For. Rev.* (56). 239 - 245 (Original no consultado, cit. en SCHONAU, 1984a).
15. HERBERT, M.A. 1984. Variation in the growth of and responses to fertilizing black wattle with nitrogen, phosphorus, potassium and lime over three rotations. *Proc. IUFRO Symp. Site Prod. Fast growing Plantations South Africa* (2), p. 907 - 920.
16. HILLS, W. E. ed. 1962. Wood extractives, New York. Academic Press. 513 p.
17. HOWES, F. N. 1953. Vegetable tanning materials, London. Butterworths Scientific Publications. 325 p.
18. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS (INE). 1986. Compendio Estadístico. Santiago, Chile. 257 p.
19. INSTITUTO FORESTAL - UNIVERSIDAD DE CHILE. 1979. Areas cubiertas con ensayos de introducción de especies y ubicación de nuevas experiencias. Informe al Proyecto CONAF/PNUD/FAO., Santiago, Chile, 91 p., apéndices, anexos y mapas.

20. INSTITUTO FORESTAL. 1987. Informe Final Proyecto Taninos. Informe preparado para el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). Stgo., 1987. p. 63.
21. INSTITUTO FORESTAL - CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Santiago, Chile 168 p. (AF 86/32).
22. JARMAIN, R. M. and LLOYD - JONES. 1982. The Wattle Industry in South Africa. A survey for students, Pietermaritzburg, República de Sud Africa, Wattle Research Institute. Doc. 12/82 Ref. B 52/4. 16 p.
23. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (NAS) 1980. Firewood crops. Washington D.C. 237 p.
24. POYNTON, R. J. 1979. Tree planting in Southern Africa. Vol. 2 The Eucalypts. Pretoria South Africa Forestry Research Institute. Dept. of forestry, 882 p.
25. PRADO, J. A. y ROJAS, P. 1987. Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la zona semiárida de Chile. INFOR, Chile. Ciencia e Investigación Forestal, INFOR - Chile. 1 (1): 17 - 28.
26. ROBERTS y DIAZ. 1959 - 60. Grandes grupos de suelos de Chile. Agricultura Técnica (Chile) año 19 y 20. Ministerio de Agricultura. pp 7 - 36.
27. ROSENDE, R. 1985. Informe de contenido de taninos de diversas muestras vegetales, trabajo encargado por INFOR. Santiago, Chile. s.p.
28. SCHONAU, A. P. G. 1983. Fertilization in South African Forestry. S. Af. For. J. (125): 1 - 19.
29. SCHONAU, A. P. G. 1984 (a). Fertilization of fast growing broadleaved species. In: Proceeding IUFRO Symposium on Site and Productivity of fast Growing Plantations. Vol. 1 pp. 253 - 268, Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa, 30 April - 11 May, 1984.
30. SCHONAU, A. P. G. 1984 (b). Silviculture considerations for high productivity of *Eucalyptus grandis*. Forest ecology and Management. 9: 295 - 314.
31. TORO, J. 1986. Descripción de Suelos e Instalación de Ensayos de Fertilización en Plantaciones de Eucalyptus. Informe para INFOR. Santiago. 18 p.
32. WRANN, J. e INFANTE, P. 1987. Ensayos de Métodos de Plantación con *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la Zona Árida de Chile, IV Región, Prov. de Choapa. Ciencia e Investigación Forestal 2 (3), Santiago.