

ENSAYO COMPARATIVO DE TRES METODOS DE PLANTACION A RAIZ DESNUDA

DE Toona ciliata M. Roem. var. australis (F.v.M.) C.DC.

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Germánico Chacón Narváez



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA  
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación  
Departamento de Ciencias Forestales  
Turrialba, Costa Rica  
Marzo, 1972

ENSAYO COMPARATIVO DE TRES METODOS DE PLANTACION A RAIZ DESNUDA

DE Toona ciliata M. Roem. var. australis (F.v.M.) C.D.C.

Tesis

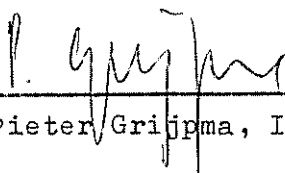
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados  
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

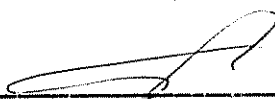
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



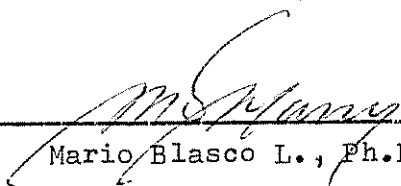
Pieter Grijpma, Ir.

Consejero



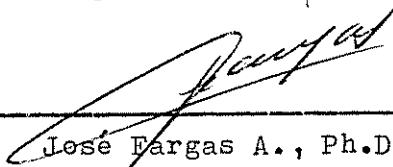
Gilberto Pérez, Ph.D.

Comité



Mario Blasco L., Ph.D.

Comité



José Fargas A., Ph.D.

Comité

Marzo, 1972

A mis padres

A mi esposa

A mi hijo

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento a los señores profesores Pieter Grijpma, Ir., Consejero Principal, Gilberto Páez, Ph.D., Mario Blasco L., Ph.D. y José Fargas A., Ph.D., miembros del Comité Consejero, por el asesoramiento y revisión del presente estudio.

Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA por haberle otorgado la beca.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.

Al Servicio Forestal del Ecuador.

A todos sus profesores, colegas, amigos, personal auxiliar, personal de campo y a todas aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

## BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Otavalo, Ecuador, el 3 de abril de 1935.

Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Nacional "Otavalo" de su ciudad natal, graduándose de Bachiller.

Efectuó sus estudios universitarios en la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria de la Universidad Central del Ecuador, graduándose de Ingeniero Agrónomo el 15 de noviembre de 1968.

Ingresó al Servicio Forestal del Ecuador en 1964 y continúa en esta Institución estatal, hasta la presente fecha.

En octubre de 1970 ingresó a la Escuela para Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, como estudiante del Departamento de Ciencias Forestales. Finalizó sus estudios de postgrado y obtuvo el grado de Magister Scientiae en marzo de 1972.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. Características generales de <u>Toona ciliata</u> var. <u>australis</u> .....	3
2.1.1. Condiciones ecológicas .....	4
2.1.2. Aspectos silviculturales .....	5
2.1.3. Plagas y enfermedades .....	7
2.2. Métodos de plantación forestal .....	7
2.2.1. Clasificación .....	7
2.2.2. Poda de hojas .....	8
2.2.3. Resultados experimentales .....	9
2.2.4. Cuidados en la producción de plantas a raíz desnuda .....	11
2.2.5. Supervivencia y replantes .....	12
2.3. Uso de antitranspirantes en las plantas .....	12
3. MATERIALES Y METODOS .....	15
3.1. Localización del experimento .....	15
3.2. Clima .....	15
3.3. Suelo .....	17
3.4. Preparación del terreno .....	18
3.5. Especie y materiales utilizados .....	18
3.6. Tratamientos .....	21
3.7. Diseño experimental y análisis estadístico ....	23
3.8. Obtención de datos .....	24
4. RESULTADOS .....	26
4.1. Efecto de los tratamientos sobre la superviven- cia de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> .....	26
4.2. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento en altura de las plantas .....	29
4.3. Efecto de los tratamientos en el crecimiento en diámetro del tallo de las plantas .....	31
4.4. Respuesta a los tratamientos, medida en peso fresco de la parte aérea de las plantas de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> .....	34

	<u>Página</u>
5. DISCUSION .....	38
6. CONCLUSIONES .....	43
7. RESUMEN .....	45
7a. SUMMARY .....	47
8. LITERATURA CITADA .....	49
APENDICE .....	53

## LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº		<u>Página</u>
1	Porcentaje de supervivencia de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> , ocho semanas después de la plantación .....	26
2	Análisis de variancia de los efectos de tratamientos sobre el promedio de supervivencia, tasa de crecimiento en altura, tasa de crecimiento en diámetro y peso fresco de la parte aérea de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> , a las doce semanas de efectuada la plantación .....	28
3	Alturas promedias alcanzadas por las plantas de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> , desde la fecha de plantación hasta las doce semanas .....	30
4	Diámetros promedios alcanzados por las plantas de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> desde la fecha de plantación, hasta las doce semanas .....	32
5	Pesos frescos promedios de la parte aérea de las plantas de <u>Toona ciliata</u> var. <u>australis</u> , al término del experimento .....	34
6	Características físicas y químicas del suelo donde se efectuó la plantación .....	36
7	Descripción del perfil del suelo .....	54
8	Resumen de datos meteorológicos .....	56



## LISTA DE FIGURAS

Figura Nº		<u>Página</u>
1	Mapa de localización del área del experimento	16
2	Distribución de las plantas y tratamientos en el campo, mediante el diseño experimental de bloques al azar, con ocho repeticiones y seis plantas por parcela .....	19
3	Precipitación registrada en el sitio de la plantación durante el experimento y promedios calculados con base en observaciones de 26 años (1944-1970) .....	37
4	Planta de <u>Toona ciliata</u> var. <u>australis</u> en el campo. Puede apreciarse su forma característica, la yema terminal y la base del tallo fijada por la lámina de metal también visible en la fotografía, al igual que la regla que sirvió para la medición de la altura .....	57
5	A) Material de plantación, correspondiente a los 10 tratamientos del experimento. Los números colocados en el empaque de yute, corresponden a los tratamientos.  B) Plantas del tratamiento 1 o método de plantación a maceta (Testigo), en recipientes metálicos, listas para ser transportadas al sitio de la plantación (la regla tiene 1 m) .....	58
6	Influencia de los tratamientos sobre el porcentaje de supervivencia de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> , durante el transcurso del experimento .....	59
7	Efecto de los tratamientos en el porcentaje de supervivencia, 12 semanas después de la plantación .....	60
8	Influencia de los tratamientos sobre el crecimiento en altura de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> (ecuaciones esperadas) .....	61

Figura Nº		<u>Página</u>
9	Influencia de los tratamientos sobre el crecimiento en diámetro de <u>T. ciliata</u> var. <u>australis</u> (ecuaciones esperadas) .....	62
10	Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la parte aérea de las plantas, 12 semanas después de la plantación .....	63

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad se nota gran interés en todo el mundo para aumentar la superficie cubierta con plantaciones forestales (37). Este interés está justificado entre otros, por los altos rendimientos que generalmente se obtienen y por la posibilidad de utilizar mano de obra rural no especializada, que está ampliamente disponible en los países en vías de desarrollo.

En las zonas tropicales de América Latina, existen muchos lugares con precipitaciones anuales mayores a 3.000 mm, debido a lo cual sus suelos son bastante pobres en cuanto a fertilidad y las condiciones de temperatura y humedad favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas, que no permiten una eficiente utilización de los suelos mediante cultivos agrícolas. Sin embargo, para estos mismos lugares se preveen buenas posibilidades en el aumento de los bosques artificiales, especialmente con especies de rápido crecimiento y de gran valor comercial.

Entre las especies consideradas como promisorias que merecen especial atención, conforme sugiere Grijpma (26), se encuentra Toona ciliata M. Roem. var. australis (F.v.M.) C.DC., sobre todo por su resistencia al ataque del barrenador de las Meliaceae, Hypsipyla grandella (Zeller), importante plaga que no ha podido ser controlada satisfactoriamente hasta la presente fecha.

La ejecución de planes de reforestación en gran escala no es tarea fácil y para alcanzar los mejores resultados, es indispensable encontrar solución adecuada a una serie de problemas, todos ellos de gran importancia. Así por ejemplo, los altos costos de transporte de plantas en maceta u otros recipientes, desde el vivero hasta el sitio de plantación, y los costos relativamente elevados de estas

plantas así preparadas. De ahí la necesidad de mejorar las técnicas de plantación y encontrar métodos menos costosos, que permitan obtener buenos resultados o que garanticen por lo menos, un buen porcentaje de supervivencia y un desarrollo inicial satisfactorio, en la fase de establecimiento de la plantación.

Muchas veces la falta de suficiente número de plantas en momentos oportunos y las dificultades de acceso a ciertos lugares, debido a su topografía muy accidentada o por falta de caminos, son limitaciones importantes del tradicional método de plantación a maceta. En consecuencia, el empleo de plantas a raíz desnuda, ha sido y puede ser en muchos casos, una de las alternativas principales en la solución de este problema.

Según estas consideraciones y en cuanto a la especie T. ciliata var. australis, es poco lo que se conoce en América Latina sobre su cultivo, métodos de plantación y demás requerimientos silviculturales. Además en trabajos de forestación en gran escala, el ahorro de pocos centavos de dinero por plantas o aún menos, podría resultar en economía de grandes sumas de dinero al momento de totalizar las inversiones. De ahí que se ha intentado mejorar los métodos de plantación a raíz desnuda, a fin de obviar las numerosas limitaciones del método a maceta y emplearlos en plantaciones de T. ciliata var. australis.

El objetivo principal de este trabajo consistió, en la evaluación de tres métodos y tres niveles de plantación a raíz desnuda de T. ciliata var. australis, frente al método convencional de plantación a maceta, respecto a supervivencia y crecimiento inicial en la fase de establecimiento del bosque.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Características generales de *Toona ciliata* var. *australis*

Esta especie forestal es de origen asiático y tan parecida a las del género Cedrela de América Latina, que De Candolle (11) la agrupó dentro de este. En 1846, Roemer (43) separó los cedros asiáticos y los agrupó en el género Toona, siendo más tarde confirmada esta clasificación por Smith (46). Stylos\* indica que hasta ahora no ha podido determinar diferencias entre T. ciliata y T. ciliata var. australis. Por tanto, parece que todavía hace falta una revisión más completa del género Toona, con el fin de contar con una identificación definitiva de las especies de este género. En forma preliminar se puede señalar los siguientes sinónimos de la especie Toona ciliata var. australis: Toona ciliata Roem, Toona australis Harms, Cedrela australis F.v.M. y Cedrela toona Roxb. ex Rotll. (27).

Los árboles de esta especie son decíduos, muy grandes, que pueden alcanzar 50 m de altura y 1,50 m de diámetro; tronco generalmente recto y sin ramas en un 75%; las gambas son frecuentes en áreas tropicales (13, 20, 32).

La corteza de los árboles maduros tiene un color gris, café o rojizo y mide aproximadamente de 6 a 15 mm de grueso; la corteza se desprende en escamas grandes y posee un líquido de color oscuro, olor agradable y sabor amargo (5, 13, 20, 32, 50).

Las hojas son decíduos, alternas, compuestas, frecuentemente paripinadas, de 30-50 cm de largo, 6-12 pares de folíolos y en la

---

\* Comunicación personal a Pieter Grijpma, Marzo de 1972.

mayoría 7 pares (27). Benthall (5) afirma que las hojas pueden llegar a medir hasta 100 cm de largo. Los folíolos son opuestos o ligeramente opuestos, glabros, oval-lanceolados, amplios en la base, ápice acuminado, de 8-13 cm de largo y 7-8 cm de ancho, los márgenes en ciertas ocasiones son ondulados, los lados desiguales y curvados, de color verde amarillento en las hojas maduras y rojizo en las hojas jóvenes. Los pecíolos de los folíolos miden aproximadamente 6 mm (5, 13, 15).

Según Francis (20) las flores son olorosas, agrupadas en panícula grande, terminal; las flores individuales miden aproximadamente 4 mm de largo, el cáliz está formado de 5 lóbulos y mide de 1-2 mm de largo. En el interior del cáliz están 5 pétalos de forma ovalada y de 4 mm de largo aproximadamente. Los estambres varían en número de 4 a 6. El ovario tiene en la parte superior del estilo, un estigma redondo y plano. La floración se presenta en general todos los años, en setiembre y octubre.

Los frutos son cápsulas leñosas, de forma oblonga, miden de 2-2,5 cm de largo y 0,75-1,00 cm de diámetro, con una abertura apical de 5 valvas; contiene de 20-25 semillas con alas membranosas en ambos lados, insertadas en las 5 cavidades de la columna central. Smith (46) indica que los frutos de Toona y Cedrela son similares, con la diferencia que los primeros son mucho más pequeños y tiene la columna central solamente angulada.

#### 2.1.1. Condiciones ecológicas

Se encuentra en los bosques tropicales pluviales de Nueva Gales del Sur y Queensland, Australia, donde la precipitación anual es

igual o mayor a 1500 mm (20). Su distribución varía desde uniforme en Nueva Gales del Sur, hasta concentrada en Queensland. La temperatura en estas regiones alcanza  $43^{\circ}\text{C}$  como máximo y  $-2^{\circ}\text{C}$  como mínimo. Según Streets (47) la especie puede resistir ligeras heladas.

La especie, conocida también como cedro australiano, crece de preferencia donde el suelo es rico y bien drenado. No soporta suelos arcillosos y compactos, ni arenosos y pobres; con frecuencia crecen a orillas de los ríos. El sistema radical es superficial y requiere un buen abastecimiento de agua y elementos minerales en las capas superiores del suelo. Esta especie crece desde zonas bajas, hasta 1700 m de altitud (13, 32).

#### 2.1.2. Aspectos silviculturales

Las semillas son livianas, existiendo aproximadamente 300 por gramo. Letourneux (34) reporta que la germinación de semillas frescas alcanza un promedio de 90%, después de 8 a 12 días. Otros autores como Magini y Tulstrup (35), indican que la germinación empieza 9 días después de la siembra y que se puede obtener de 60-80%. Grijpma y Ramalho (27) reportan un promedio de 84% de germinación, obtenido de experimentos en Turrialba.

Se aconseja recoger las cápsulas (frutos) de los árboles, poco antes de que estén maduras, luego ponerlas a secar y separar las semillas con ayuda de una zaranda (13).

Las semillas pueden ser almacenadas hasta por un año sin perder su viabilidad, si se las envasa en seco y en latas herméticamente cerradas, manteniéndolas a 4 o  $5^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

La siembra se realiza en semilleros o camas adecuadas de germinación y luego las plantas son repicadas o plantadas directamente en el campo. En África tropical se acostumbra utilizar plantas aproximadamente de 1 año de edad y de 1,20 m de altura, las cuales se plantan en época seca cuando han perdido sus hojas; si se planta a comienzos de la época lluviosa, se usa tocones. Este material puede ser almacenado hasta por seis semanas en condiciones húmedas. Sin embargo, según experimentos efectuados en la India con T. ciliata, mejores resultados se obtienen al ser plantados inmediatamente; en estado seco los tocones solo pueden utilizarse por 3 o 4 días (13, 33). En Rhodesia del Sur con T. ciliata y en Turrialba con T. ciliata var. australis, se ha obtenido buenos resultados con plantas de 8-15 y 30 cm, respectivamente (27, 47).

El rápido crecimiento, el enraizamiento superficial y las grandes necesidades de la especie en cuanto al suministro de agua y elementos nutritivos, indican que el espaciamiento de plantación puede ser amplio. Experimentos en Turrialba (27) sugieren que se puede emplear un espaciamiento de 2,5 x 2,5 o 3 x 3 m.

Las plantas jóvenes son sensibles a la competencia de malas hierbas y por tanto, las plantaciones durante los primeros años deben mantenerse limpias (13, 47). Acerca del crecimiento en plantaciones, se sabe muy poco; Letourneux (34) señala para Asia tropical un crecimiento inicial bajo, equivalente a 30 cm en el primer año, pero indica que el desarrollo subsecuente es rápido. Párraga (39) en un experimento efectuado en Turrialba, Costa Rica, obtuvo un incremento promedio en altura de 1,32 m a los 10 meses de la plantación. En Hawaii, en plantaciones de 22 años efectuadas a raíz



desnuda con plantas de 30-60 cm, se han obtenido alturas de 30-36 m y diámetros de 25-55 cm, debido a lo cual la especie T. ciliata var. australis es considerada la más prometedora de todas las introducidas al país (12).

### 2.1.3. Plagas y enfermedades

En Africa, Asia y Australia, los mayores enemigos, sobretudo en la juventud, son los barrenadores Hypsipyla robusta Moore y Zeuzera coffea (13, 15, 20, 34, 47). En América Latina, hasta el momento no se ha encontrado ataques del barrenador Hypsipyla grandella (27). En Australia, larvas de Pingasa sp. (Geometridae) comen las hojas y pueden causar daños de consideración (7). Las hormigas cortadoras, particularmente las del género Atta son frecuentemente dañinas y pueden causar serios retrasos en plantaciones jóvenes, según se ha podido observar en Turrialba, Costa Rica (27). También se encontró aquí, un severo ataque en las hojas causado por Planococcus sp. (Cochinilla harinosa), durante una época extraordinariamente seca.

Según Letourneux (34), las plantaciones de T. ciliata en Asia tropical pueden ser afectadas fuertemente por el hongo Fomes lucidus.

## 2.2. Métodos de plantación forestal

### 2.2.1. Clasificación

De acuerdo con Flinta (19), se pueden considerar varios métodos de plantación, según se empleen plantas con cepellón, a raíz desnuda, siembra directa o estacas. Toumey y Korstian (48) indican que en general se los puede clasificar en dos grupos ya sea que utilicen:

- a) Plantas con las raíces encerradas en un bloque de tierra; o
- b) Plantas con las raíces al descubierto.

Dentro del primer grupo estaría comprendido el método llamado frecuentemente plantación a maceta e implicaría simplemente que las plantas con cepellón se encuentran protegidas dentro de una maceta o envase cualquiera. Al respecto, Goor y Parry (25, 40) reportan que se han ensayado una inmensa variedad de materiales para recipientes o macetas, pudiendo citarse entre otros: tubos de fieltro de techar, madera en chapas, chapa de zinc, plástico, papel, cartón, metal, hormigón, tierra, tierra y turba prensada, barro cocido, hojas de plantas, recíduos de madera y tubos de bambú.

En el segundo grupo quizá podrían incluirse otros tipos de plantación, que pueden utilizar materiales conocidos como: toconcillos de vivero, tocones altos, plantones deshojados, plantones deshojados pequeños, plantas despuntadas, estacas y brotes de raíz, todos los cuales han sido descritos por Parry (40).

#### 2.2.2. Poda de hojas

A veces es conveniente según señala Gilormini (23) podar algunas hojas para disminuir por un tiempo la transpiración, hasta que la planta esté completamente reestablecida y con sus raíces en perfecto funcionamiento. El mismo autor indica, que la poda podría servir a la planta, para defenderle de condiciones atmosféricas adversas en el sitio de plantación; pero considera, que existe el peligro de infección por las heridas que se dejan en las plantas.

Toumey y Korstian (48) indican que los daños producidos por la poda, dependen principalmente de la especie y de las condiciones del

lugar. En general, las frondosas son más resistentes que las coníferas.

La poda de hojas también se puede aplicar con fines diferentes, tales como en el caso de los plántones deshojados, para evitar daños por ramoneo de animales o a fin de dominar la vegetación adventicia baja y facilitar las labores de escarda, según explicación de Parry (40).

### 2.2.3. Resultados experimentales

Walters (49) manifiesta que en ciertos lugares como en Hawaii, es cuestión de controversia saber si conviene plantar a raíz desnuda o con pan de tierra. Afirma además, que estudios recientes revelan que la supervivencia, el vigor y el crecimiento inicial son mejores en plantas con pan de tierra, sin que implique desde luego que éstas deben preferirse, pues las diferencias encontradas no son grandes ni definitivas.

Según estudios realizados por Parry (40), todos los métodos de plantación a maceta son caros, no solo por el costo de las macetas o recipientes, sino también de todas las operaciones tales como: riego, escardas, asombrado, y sobre todo transporte. El mismo autor señala, que otro inconveniente cuando se proyecta una producción en gran escala de plantas a maceta, sería el empobrecimiento y disminución de la tierra del vivero, que debería ser constantemente restituida.

Barres (3) manifiesta que la producción de plantas a maceta a más de ser cara, muchas veces no alcanza a cubrir las necesidades de plantaciones en gran escala, debido a lo cual afirma que en la actualidad está muy extendido el método de plantación a raíz desnuda.

Marrero (36) experimentó en Puerto Rico con Pinus caribaea Morelet var. hondurensis, Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq. y Cybistax donnell-smithii (Rose) Seibert, especies maderables que fueron plantadas a maceta y a raíz desnuda; resultando que, a los seis meses la supervivencia para todas sobrepasó el 90% en ambos métodos y el crecimiento también fue similar, aún después de 23 meses.

Brisco (8) reporta que se realizó un ensayo en Puerto Rico, con plantas de Pinus caribaea Morelet var. hondurensis crecidas hidropónicamente y no se consiguieron resultados satisfactorios en el trasplante a raíz desnuda, ya que el promedio de supervivencia de los mejores tratamientos, fue apenas del 46 por ciento; justificándose en consecuencia el uso a costo elevado de material de plantación producido en bolsas de polietileno.

Según Flinta y Parry (19, 40), las plantas a raíz desnuda no se utilizan mucho en los trópicos, debido a que el tiempo suele ser muy variable, con épocas de sequía y de calor, muy perjudiciales para el arraigamiento. De ahí que las plantaciones a raíz desnuda son adecuadas para utilizarse solo en condiciones de plantación favorables, como por ejemplo, a principios de una estación lluviosa, en días nublados y en el caso de que exista suficiente humedad en el suelo. La plantación a raíz desnuda indican, estos mismos autores, es una práctica muy común en muchas latifoliadas y coníferas, pero requiere más investigación local, especialmente sobre técnicas a recomendar para determinadas especies y en diversos ambientes, lo cual redundará en un menor costo final de plantación.

Walters (49) señala que al no ser afectadas las plantas a maceta en el trasplante su crecimiento es continuo, mientras que las

plantas a raíz desnuda necesitan de un tiempo para recuperarse, tal como sucede con plantas de Eucalyptus saligna cuyo período de recuperación es de 3 a 6 semanas, después del cual se ha encontrado que su tasa de crecimiento es similar a la que se obtiene con plantas a maceta.

#### 2.2.4. Cuidados en la producción de plantas a raíz desnuda

Entre los más importantes se pueden señalar los siguientes:

a) Con el fin de que las plantas adquieran rusticidad y puedan resistir mejor el trasplante durante períodos eventuales de condiciones extremas, es recomendable según Parry (40), reducir gradualmente el suministro de agua a las plantas, con anticipación de uno o dos meses a esa fecha; práctica que se conoce como "atemperación", o en inglés "hardening off".

b) La poda de raíces es una técnica muy conocida para mejorar la supervivencia al trasplante de algunas especies forestales (45). Allen (2) reporta que se lograron buenos resultados en Pinus longifolia, mediante una adecuada poda de las hojas cerca del tiempo del trasplante.

c) Antes de proceder a la extracción de las plantas del medio de enraizamiento para ser transportadas al lugar de la plantación, es recomendable de acuerdo con Gilormini (23) comprobar si el suelo está seco y en caso afirmativo, debe darse un riego abundante para facilitar el arranque o extracción de las plantitas, con la menor pérdida de raíces.

d) Las plantas a raíz desnuda deben protegerse contra el sol, durante todos los movimientos a fin de evitar que se sequen sobre

todo las raíces; para el efecto, se recomienda cubrir las raíces con tierra húmeda y realizar la plantación lo más pronto posible. A este respecto, Barres (4) manifiesta que resultados experimentales prueban que la exposición de las raíces del pino hondureño (Pinus caribaea var. hondurensis) por más de 21 minutos al sol y viento, aumenta rápidamente la mortalidad al trasplante y reduce el crecimiento inicial.

#### 2.2.5. Supervivencia y replantes

Goor (24) recomienda que la zona plantada sea inspeccionada por personal idóneo, 3 o 4 semanas después de las operaciones de plantación y replantada en general, solamente si la supervivencia es inferior al 75 por ciento, considerando que esta es una labor costosa sobre todo cuando hay que hacer en grandes proporciones. El mismo autor indica, que el replante en especies de rápido crecimiento, es casi inútil después del primer año, debido a que casi siempre el nuevo material es suprimido por los árboles próximos.

Gilormini (23) reporta que en Estados Unidos de Norte América se considera generalmente un éxito, cuando la plantación ha sobrepasado el 60 por ciento de supervivencia.

#### 2.3. Uso de antitranspirantes en las plantas

Se ha ensayado numerosas sustancias químicas para retardar la transpiración en las plantas que van a ser trasplantadas. Estas sustancias se denominan antitranspirantes y pueden clasificarse según Emerson y Hildreth (18), y Gale y Hagan (21) en tres grupos, según la forma como actúan:

a) Materiales que causan un cierre de los estomas, tales como herbicidas, fungicidas, inhibidores metabólicos y hormonas; estos son relativamente baratos, pero la acción es poco persistente, en muchos casos no mayor de 15 días;

b) Materiales que forman películas delgadas sobre las hojas, tales como ciertos alcoholes, cuyos resultados aún no son bien conocidos; y,

c) Materiales que forman películas gruesas sobre las hojas, cerrando directamente los estomas, como sucede con algunas resinas y sustancias plásticas. Desafortunadamente, todavía no se conocen bien los efectos de todos estos materiales en algunos importantes procesos biológicos de las diferentes especies forestales, como la nutrición y la fotosíntesis, debido a lo cual no es posible recomendar en forma general un determinado tipo de antitranspirante.

Gartner, O'Rourke y Hamner (22) reportan que una suspensión de resina plástica llamada comercialmente V.L. 600 aplicada al follaje de plantas a raíz desnuda de Picea alba, permitió la supervivencia de un 75 por ciento, mientras que las no tratadas murieron todas por efecto de la sequía. Resultados similares se han obtenido con otras especies, habiéndose observado no solo un aumento en el porcentaje de supervivencia, sino también un crecimiento más vigoroso dos meses después del trasplante, sin efectos adversos en la mayoría de los casos.

Allen (2) señala que la baja supervivencia de plantaciones de pino (Pinus longifolia) a raíz desnuda, se debe frecuentemente al desecamiento de las plantas, como consecuencia del disturbio causado al sistema radicular con el consiguiente aumento de la transpiración.

El mismo autor dice, que un tratamiento combinado de poda de agujas y cobertura del follaje con cexa (Dowax) mejoró la supervivencia, aunque la cubierta de Dowax no siempre fue satisfactoria, debiendo usarse únicamente en pruebas preliminares, hasta conocer mejor su empleo.

Emerson y Fildroth (18) y Miller, Neilson y Bandemer (38) manifiestan que se ha obtenido buenos resultados en cuanto a reducción de la transpiración en plantas de Pinus austriaca, mediante el empleo de aceites, resinas y otros compuestos en emulsión; habiéndose alcanzado una reducción de más del 68 por ciento de la transpiración medida en el testigo (26,3 g/día), rociando aceite puro de maíz al follaje de coníferas, aparentemente sin efectos perjudiciales hasta después de varios meses del experimento.

En opinión de Métro (37), recientes trabajos con empleo de anti-transpirantes han demostrado la conveniencia de proseguir las investigaciones en este importante campo.



### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del experimento

La preparación del material de plantación, se realizó en el vivero del Departamento de Ciencias Forestales del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del IICA, localizado en Turrialba, Costa Rica, a 600 m de altura s.n.m. El terreno donde se efectuó la plantación, se encuentra ubicado en el sitio denominado "Llano San Lucas", propiedad del IICA (véase Fig. 1); sus coordenadas geográficas son las siguientes: 9° 53' 58" de latitud norte y 83° 39' 30" de longitud oeste (14).

#### 3.2. Clima

El clima de la región es cálido, excesivamente lluvioso y húmedo (9, 28). Según la clasificación ecológica de Holdridge (30), corresponde a Bosque Subtropical Húmedo. En el Cuadro 8 se presenta un resumen de datos meteorológicos, según el cual, la temperatura media anual correspondiente es de 22,29°C y la precipitación media anual es de 2.682,5 mm (31).

La precipitación durante el transcurso de la plantación, se determinó mediante un pluviómetro instalado en el centro del área plantada y efectuando lecturas cada dos semanas. Los datos obtenidos y los promedios de 26 años de medición, están representados en la Figura 3.



Fig. 1. Mapa de localización del área del experimento. El sitio donde se realizó la plantación de T. ciliata var. australis está indicado por la flecha de la parte superior derecha.

### 3.3. Suelo

Según Dóndoli y Torres (17), Hardy (28) y posteriormente Hardy y Bazán (29), el suelo donde se realizó la plantación pertenece a la Serie denominada "Instituto, Fase normal". La descripción del perfil correspondiente efectuada por Aguirre (1) se encuentra en el Cuadro 7.

Las principales características físicas y químicas, así como el contenido de humedad del suelo se presentan en el Cuadro 6. Estas fueron determinadas mediante análisis de laboratorio y siguiendo los métodos que a continuación se indican.

El pH en agua (solución 1:1) y en solución de  $\text{ClCa}_2$  0,01 M (relación 1:2), se determinó mediante el método de Peech (41). Las mediciones se hicieron en un potenciómetro Beckman de electrodos de vidrio, modelo 96.

La determinación del porcentaje de materia orgánica se efectuó utilizando el método descrito por Sáiz del Río y Bornemiza (44).

El porcentaje de nitrógeno total se obtuvo por el método semi-micro Kjeldahl, de Bremner (6), adaptado por Díaz-Romeu.

La determinación del fósforo disponible, se realizó mediante el método de Bray (44) modificado por Sáiz del Río y Bornemiza.

Las bases: potasio, calcio y magnesio, se determinaron siguiendo el método de Díaz-Romeu y Elerdi (16). Las lecturas se efectuaron en un espectro fotómetro de absorción atómica, marca Perkin-Elmer, modelo 505.

El porcentaje de humedad se encontró por diferencia de peso, de las muestras recién tomadas y su respectivo peso seco, luego de

permanecer 24 horas en la estufa a 105°C.

La muestra utilizada en todos los análisis indicados, estuvo formada por la mezcla de 480 submuestras, extraídas el siguiente día de la plantación. Cada submuestra se tomó aproximadamente a 10 cm de distancia desde la base del tallo de las plantas y correspondió a una capa de suelo de 20 cm de profundidad.

#### 3.4. Preparación del terreno

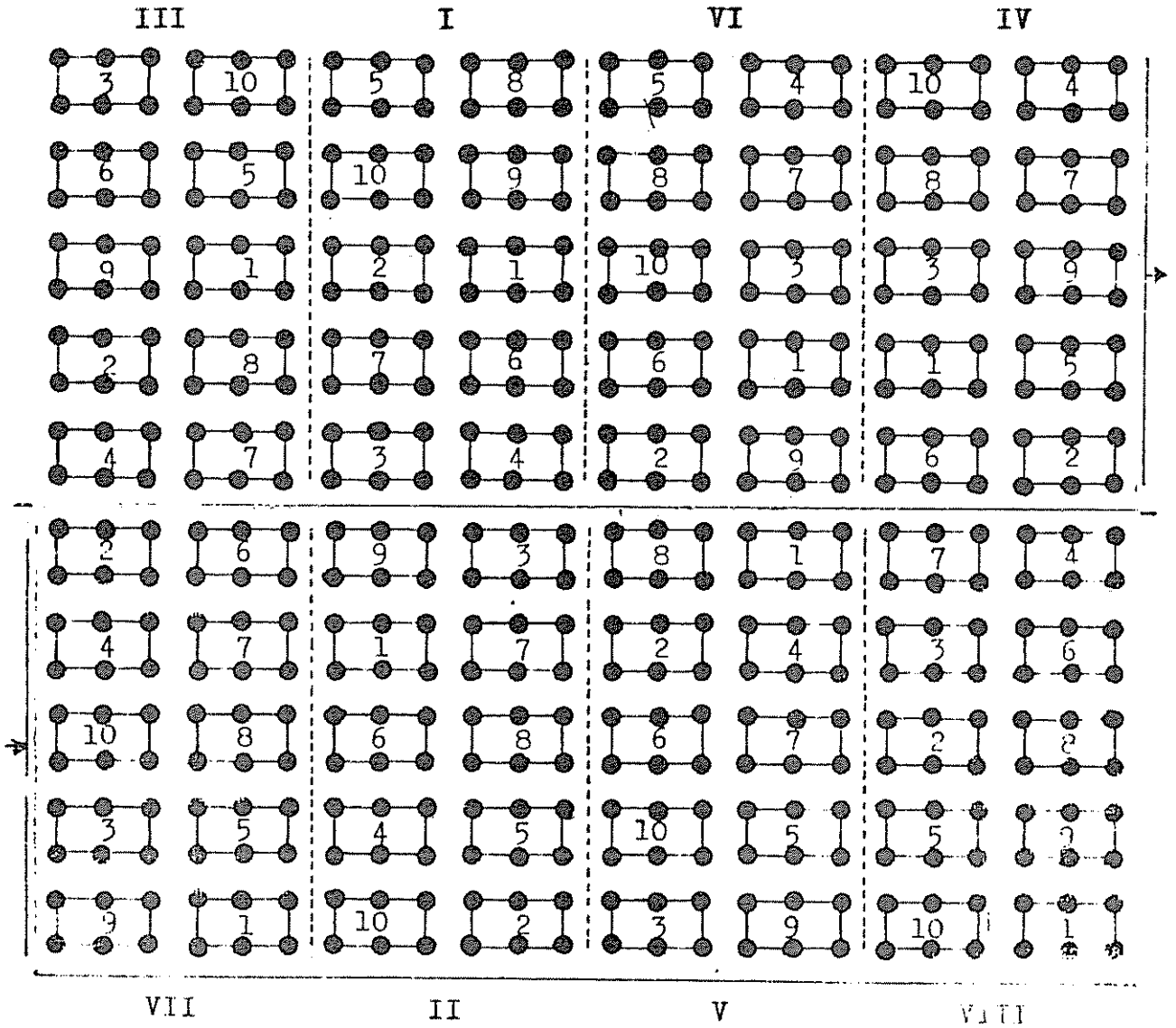
La vegetación existente antes de la plantación, constituida por pastos y malezas, fue eliminada completamente a ras del suelo, mediante una limpieza con machete. También fueron retiradas las piedras pequeñas y troncos que se encontraron en la superficie del terreno.

El trazado de los hoyos se efectuó en la forma denominada "marco real" y con un espaciamiento entre hoyos de 1 m. Se utilizó esta distancia reducida, que no es la apropiada para la especie, considerando que los arbolitos tenían que ser cortados a las doce semanas, para la determinación del peso fresco de la parte aérea y que como consecuencia del corto período de desarrollo, no habría lugar a competencia.

La apertura de hoyos tuvo lugar una semana antes de la plantación, utilizando barras de acero que permitían remover el suelo hasta una profundidad aproximada de 20 cm.

#### 3.5. Especie y materiales utilizados

Se eligió para el experimento, la especie Toona ciliata H. Roem. var. australis (F.v.M.) C.DC., debido a que ésta es considerada promisoría para América Latina, dadas sus buenas características



Escala: 1:150

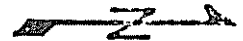


Fig. 2. Distribución de las plantas y tratamientos en el campo, mediante el diseño experimental de bloques al azar, con ocho repeticiones y seis plantas por parcela.

silviculturales y gran valor comercial de la madera. Además como se indicó anteriormente, tiene la importante ventaja de ser resistente al ataque del barrenador de las Meliaceae Hypsipyla grandella (26).

Las plantas se obtuvieron mediante siembra en cajones de madera que medían 50 x 10 cm, manteniendo húmedo el medio de germinación por capilaridad, en la forma descrita por Grijpma (27). Se utilizó como medio un suelo fértil y fino, sobre cuya superficie aplanada se colocaron las semillas al voleo y luego se cubrieron con una capa de 2 a 3 mm de grosor, del mismo suelo. Los cajones de germinación se protegieron del sol y de la lluvia, poniéndolos bajo techo.

La siembra indicada tuvo lugar en el vivero del Departamento de Ciencias Forestales del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del IICA, el 24 de junio de 1971. La semilla utilizada fue procedente de Hawaii y dio aproximadamente 80 por ciento de germinación.

Dos semanas después de efectuada la siembra y cuando las plantitas tenían más o menos 5 cm de altura, fueron trasplantadas en recipientes metálicos, contruidos con láminas de hierro galvanizado de 0,2 mm de grueso y cubiertos con pintura anticorrosiva, de forma de un prisma rectangular de 6,5 cm por lado y 15 cm de altura, sin fondo y con capacidad para 549 c.c.

Concluido el repique y siguiendo técnicas rutinarias, las plantas quedaron a campo abierto y allí permanecieron hasta el momento de recibir los tratamientos previos a la plantación en el campo. Una descripción más detallada de todas estas técnicas de vivero, se encuentra en un estudio realizado por Ponce y Grijpma (42).

El antitranspirante utilizado en el ensayo se denomina con el nombre comercial Foligard y es una sustancia plástica en emulsión,

fabricada por U.B.S. Chemical Company, a Division of A. E. Staley de EE.UU.

### 3.6. Tratamientos

Se consideraron diez tratamientos, enumerados de 1 a 10 para su identificación en el campo, en la siguiente forma:

- 1) A maceta (Testigo)
- 2) A raíz desnuda, sin poda, nivel 1
- 3) A raíz desnuda, sin poda, nivel 2
- 4) A raíz desnuda, sin poda, nivel 3
- 5) A raíz desnuda, con poda, nivel 1
- 6) A raíz desnuda, con poda, nivel 2
- 7) A raíz desnuda, con poda, nivel 3
- 8) A raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 1
- 9) A raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 2
- 10) A raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 3

Cada tratamiento estuvo formado por 48 plantas de aproximadamente cuatro meses de edad, teniendo un promedio general para todos los tratamientos de 53,1 cm de altura y 3,6 mm de diámetro (véase Fig. 5A).

El método de plantación a maceta consistió, en llevar las plantas con sus recipientes metálicos, desde el vivero hasta el sitio de plantación; y, plantarlas extrayéndolas de dichos recipientes, al mismo momento de ejecutar esta operación (véase Fig. 5B).

Los tratamientos 2, 3 y 4 que forman en conjunto el llamado método de plantación a raíz desnuda sin poda, se diferencia del

tratamiento 1 o método a maceta, en que su medio de enraizamiento fue totalmente removido en el vivero. Las raíces fueron cubiertas con una mezcla de tierra y agua y envueltas en una tela de yute (véase Fig. 5A).

Los tratamientos 5, 6 y 7 que constituyen en conjunto el método designado como plantación a raíz desnuda con poca, se distinguen de los demás, por cuanto las plantas en este caso recibieron una poda de las hojas, dejando en cada una solo un par de hojas terminales (véase Fig. 5A).

Por último, los tratamientos 8, 9 y 10 que forman en grupo el llamado método de plantación a raíz desnuda con antitranspirante, difieren de los demás tratamientos porque en este caso, el follaje de las plantas fue rociado abundantemente hasta un cubrimiento total, con una disolución de Foligard, preparada en la proporción volumétrica recomendada por los fabricantes (1 parte del producto y 4 de agua). La aplicación del antitranspirante así preparado, se hizo con una bomba sin uso anterior, de las que se emplean en la agricultura para pequeñas fumigaciones (véase Fig. 5A).

Falta explicar, en qué consistieron los tres niveles mencionados, 1, 2 y 3. El nivel 1 indica que la preparación y empaquetado de las plantas, se efectuó aproximadamente una hora antes de comenzar la operación de plantación del mismo día. Los tratamientos correspondientes al nivel 2, estuvieron listos para ser llevados a la plantación, con tres días de anticipación; y, los del nivel 3, seis días antes de la misma fecha.

Se aclara, que durante el tiempo que las plantas permanecieron a raíz desnuda y empaquetadas hasta el momento de la plantación, no



se aplicaron riegos y estuvieron en la sombra bajo el techo de un galerón del vivero.

### 3.7. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con ocho repeticiones y seis plantas por parcela. La plantación al campo se efectuó el 26 de octubre de 1971 y abarcó una superficie aproximadamente de  $423 \text{ m}^2$ , con una equivalencia de  $2 \text{ m}^2$  por parcela (véase Fig. 2).

Los datos obtenidos fueron procesados en una computadora IBM 1130 del Centro de Estadística y Computación del IICA, en Turrialba, Costa Rica. El análisis estadístico utilizado para la interpretación de los resultados experimentales comprendió dos partes: un análisis de relación, a través del cual se ajustaron los datos de altura y diámetro al modelo matemático de regresión lineal, estudiándose en esta forma la correlación de las variables mencionadas simultáneamente con el factor tiempo. El otro análisis se relaciona con la comparación de los tratamientos, a través de las llamadas "comparaciones ortogonales de clases", utilizando la técnica factorial de la forma  $3 \times 3 + 1$ ; donde están representados tres métodos, tres niveles y el testigo.

Las consideraciones que se tuvieron para aplicar este diseño, fueron principalmente los señalados por Calzada (10), en relación al número de tratamientos empleados, disminución del error experimental y aumento de precisión de los resultados.

### 3.8. Obtención de datos

Todas las mediciones y observaciones se hicieron en forma individual, o sea, planta por planta, hasta cubrir el número total de plantas del experimento. En esta forma, al siguiente día de realizada la plantación, se midió la altura de las plantas, desde la base del tallo (altura fijada mediante una pequeña lámina metálica colocada en el suelo), hasta la parte superior de la yema terminal. La herramienta utilizada para la medición fue una regla graduada que permitió una precisión en las medidas, de aproximadamente 1 mm. Las demás mediciones de altura se hicieron cada dos semanas y siguiendo igual procedimiento (véase Fig. 4).

En las mismas fechas se midió el diámetro del tallo de cada planta, a una altura de 30 cm desde la base (lámina metálica) y utilizando un calibrador de precisión de 1/4 de mm. En vista de que la sección de los tallos no era en la mayoría de los casos de forma completamente circular, se realizaron las mediciones siempre en una misma dirección.

La evaluación de la supervivencia, comenzó a las dos semanas después de la plantación y se realizó mediante el contaje directo de las plantas en cada parcela. Esta operación se repitió cada dos semanas, hasta la terminación del experimento.

Una vez concluido el período de las doce semanas después de la fecha de la plantación el 24 de enero de 1972, se procedió a cortar todas las plantas en la base del tallo, teniendo siempre como referencia las mismas láminas metálicas indicadas anteriormente. Seguidamente se agruparon las plantas por tratamiento, y se identificó cada

una por su posición dentro de la parcela, valiéndose de un número que se adhirió al tallo con cinta plástica.

Finalmente se llevaron las plantas al laboratorio donde se determinó el peso para cada una, utilizando una balanza eléctrica con precisión de 1/10 g. Esta operación se efectuó el mismo día del corte de las plantas y en el menor tiempo posible, a fin de evitar diferencias entre los tratamientos por pérdida de peso debido a la rápida transpiración de las plantas.

#### 4. RESULTADOS

En este capítulo se analizan e interpretan los efectos de los tratamientos sobre supervivencia, altura, diámetro y peso fresco de las plantas de T. ciliata var. australis, luego del trasplante en el campo.

##### 4.1. Efecto de los tratamientos sobre la supervivencia de T. ciliata var. australis

En el Cuadro 1 se presenta los porcentajes de supervivencia de la especie y las diferentes respuestas a los tratamientos en estudio. Estos datos se obtuvieron a las ocho semanas después de la fecha de plantación y permanecieron invariables hasta las doce semanas en que finalizó el experimento (Fig. 6).

Cuadro 1. Porcentaje de supervivencia de T. ciliata var. australis, ocho semanas después de la plantación.

Tratamientos:	%
1) A maceta (Testigo)	100 ✓
2) Raíz desnuda sin poda, nivel 1	91
3) Raíz desnuda sin poda, nivel 2	79
4) Raíz desnuda sin poda, nivel 3	83
5) Raíz desnuda con poda, nivel 1	94
6) Raíz desnuda con poda, nivel 2	54
7) Raíz desnuda con poda, nivel 3	62
8) Raíz desnuda con antitranspirante, nivel 1	92
9) Raíz desnuda con antitranspirante, nivel 2	74
10) Raíz desnuda con antitranspirante, nivel 3	75

En el Cuadro 1 y en el correspondiente histograma (Fig. 7) al igual que en el Cuadro 2 se nota claramente que existen diferencias importantes de supervivencia entre los tratamientos. En vista de que todas las plantas fueron de la misma especie, edad y recibieron iguales cuidados durante su desarrollo en el vivero, diferenciándose únicamente en cuanto a los tratamientos aplicados, se supone que las diferencias en supervivencia se debieron a esta fuente de variabilidad.

En comparación con el testigo que fue significativamente superior ( $P < 0,01$ ) a todos los demás tratamientos, se puede indicar también el alto porcentaje de supervivencia ( $> 90\%$ ) alcanzado mediante los métodos de plantación a raíz desnuda sin poda y con aplicación del antitranspirante al primer nivel. Se probó además que el método de plantación con poda de hojas fue marcadamente inferior ( $P < 0,01$ ) frente al método sin poda de hojas. En el Cuadro 2 se observa también que las respuestas lineales y cuadráticas son altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Esto indica que hubo una disminución de supervivencia del nivel 1 hacia el nivel 3, acentuándose en el nivel 2 que fue el más bajo.

En cuanto a las interacciones de métodos por respuesta lineal y cuadrática, no se encontraron diferencias importantes ( $P > 0,05$ ), observándose dentro de estos métodos una tendencia similar en cuanto al efecto de los tres niveles estudiados.

Cuadro 2. Análisis de variancia de los efectos de tratamientos sobre el promedio de supervivencia, tasa de crecimiento en altura, tasa de crecimiento en diámetro y peso fresco de la parte aérea en F. ciliata var. australis, a las doce semanas de efectuada la plantación.

Fuente de variación	G.L.	C u a d r a d o s   m e d i o s			
		Supervivencia	Altura	Diámetro	Peso
Repeticiones	7	0,048 NS	0,077**	0,016**	567,502**
Tratamientos	9	0,170**	0,054**	0,020**	1074,342**
A maceta vs. otros	1	0,336**	0,231**	0,125**	7606,939**
Con antitranspirante vs. otros	1	0,016 NS	0,056*	0,017**	554,602*
Sin poda vs. con poda	1	0,250**	0,100**	0,024**	938,099**
Respuesta lineal	1	0,435**	0,011 NS	0,000 NS	203,775 NS
Respuesta cuadrática	1	0,308**	0,040*	0,008*	219,780 NS
Antitranspirante x R.l.	1	0,014 NS	0,003 NS	0,001 NS	9,137 NS
Antitranspirante x R.c.	1	0,001 NS	0,017 NS	0,003 NS	118,592 NS
Con poda y sin poda x R.l.	1	0,066 NS	0,014 NS	0,000 NS	0,002 NS
Con poda y sin poda x R.c.	1	0,102 NS	0,007 NS	0,000 NS	18,150 NS
Error experimental	63	0,027	0,009	0,002	79,675
TOTAL	79				

\* Significativo (P < 0,05)

NS No significativo

\*\* Altamente significativo (P < 0,01)

#### 4.2. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento en la altura de las plantas

Los valores de las alturas promedio registradas para los diez tratamientos y medidas cada dos semanas desde la fecha de plantación hasta las doce semanas, se presentan en el Cuadro 3.

Con base en estos datos se calcularon las tasas de crecimiento en altura, cuyos promedios se presentan también en el Cuadro 3. El análisis de variancia de estas tasas señaló diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) para los tratamientos estudiados, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2. Con base en este análisis y mediante comparaciones ortogonales de clases, se pudo encontrar una superioridad del método de plantación a macete ( $P < 0,01$ ), frente a los demás tratamientos. Antes de continuar con este análisis, conviene notar que el crecimiento en altura de las plantas, durante el período de observaciones después de la plantación, fue sumamente bajo para todos los tratamientos, inclusive para el método de plantación a macete que alcanzó un incremento promedio de 5,4 cm. En efecto Párraga (39), en un reciente estudio realizado con la misma especie y en la misma zona en que se desarrolló este experimento, encontró un incremento promedio en altura de 39 cm en los primeros cuatro meses después de la plantación, lo que equivaldría aproximadamente a 29 cm durante las primeras 12 semanas.

Los tratamientos del método de plantación con aplicación del antitranspirante y los demás a raíz desnuda con poda y sin poda de hojas, difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) en favor de los primeros.

Cuadro 3. Alturas promedias alcanzadas por las plantas de T. ciliata var. australis, desde la fecha de plantación hasta las doce semanas.

Tratamientos*	Alturas medias en cm												Incremento medio de 12 semanas cm	Tasa promedio de incremento semanal cm
	0	2	4	6	8	10	12							
1)	59,6	60,5	61,4	61,8	62,8	64,2	66,0	6,4	0,49					
2)	57,8	58,2	59,2	59,5	60,2	61,0	61,8	4,0	0,33					
3)	55,2	55,8	56,5	57,1	57,6	58,3	59,2	4,0	0,32					
4)	48,4	48,8	49,6	50,0	50,7	51,5	53,0	4,6	0,36					
5)	55,5	56,2	56,8	57,2	57,7	58,4	59,2	3,7	0,29					
6)	53,0	53,4	54,0	54,1	54,4	54,8	55,4	2,4	0,18					
7)	43,8	44,3	44,8	45,3	45,6	46,3	47,2	3,4	0,27					
8)	55,4	55,9	56,9	57,2	57,9	58,5	59,3	3,9	0,32					
9)	54,0	54,6	55,4	55,8	56,4	57,2	58,2	4,2	0,33					
10)	48,3	49,1	49,9	50,3	50,9	52,0	53,6	5,3	0,41					

\* Tratamientos:

- 1) Maceta (Testigo)
- 2) Raíz desnuda, sin poda, nivel 1
- 3) Raíz desnuda, sin poda, nivel 2
- 4) Raíz desnuda, sin poda, nivel 3
- 5) Raíz desnuda, con poda, nivel 1
- 6) Raíz desnuda, con poda, nivel 2
- 7) Raíz desnuda, con poda, nivel 3
- 8) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 1
- 9) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 2
- 10) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 3



En cuanto a los métodos de plantación sin poda y con poda de hojas, este último fue marcadamente inferior al primero ( $P < 0,01$ ).

El análisis de variancia también reveló diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para la respuesta cuadrática, lo cual indica como en el caso de la supervivencia, una respuesta inferior de las plantas al nivel 2.

No se detectaron diferencias importantes ( $P > 0,05$ ) en lo que se refiere al efecto de las interacciones de los métodos de plantación a raíz desnuda por cada una de las respuestas lineal y cuadrática.

El crecimiento en altura de las plantas en función del tiempo, presenta una tendencia lineal muy fuerte, ( $R^2 > 75\%$ ). En la Figura 8 se presentan las variaciones en altura, según esta tendencia y el efecto de los tratamientos y tiempo.

#### 4.3. Efecto de los tratamientos en el crecimiento en diámetro del tallo de las plantas

Los diámetros promedios obtenidos para cada uno de los diez tratamientos en estudio, se presentan en el Cuadro 4.

También se calcularon las tasas de crecimiento en diámetro correlacionando los valores de las diferentes observaciones efectuadas como ya se ha indicado cada dos semanas, las cuales aparecen también en el mismo Cuadro. El análisis de variancia con base en estos valores señala diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) para los tratamientos estudiados y los resultados se encuentran en el Cuadro 2. Según esto y a través de las comparaciones ortogonales de clases, se puede hacer las siguientes consideraciones.

Cuadro 4. Diámetros promedios alcanzados por las plantas de T. ciliata var. australis, desde la fecha de plantación, hasta las doce semanas.

Tratamientos*	Diámetros medios en mm												Incremento medio de 12 semanas mm	Tasa promedio de incremento semanal mm
	0	2	4	6	8	10	12	12	12	12	12	12		
1)	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	6,1	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	3,2	0,26
2)	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	5,1	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	1,7	0,14
3)	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	5,0	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	1,6	0,13
4)	3,3	3,5	3,7	3,9	4,2	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1,7	0,14
5)	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3	4,7	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	1,4	0,11
6)	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	1,0	0,08
7)	3,4	3,6	3,7	3,8	3,9	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	1,1	0,09
8)	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,9	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	1,9	0,15
9)	3,7	3,8	4,0	4,2	4,4	4,8	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	1,5	0,12
10)	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,9	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	2,1	0,17

\* Tratamientos:

- 1) A maceta (Testigo)
- 2) Raíz desnuda, sin poda, nivel 1
- 3) Raíz desnuda, sin poda, nivel 2
- 4) Raíz desnuda, sin poda, nivel 3
- 5) Raíz desnuda, con poda, nivel 1
- 6) Raíz desnuda, con poda, nivel 2
- 7) Raíz desnuda, con poda, nivel 3
- 8) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 1
- 9) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 2
- 10) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 3

El método de plantación a maceta es superior ( $P < 0,01$ ) en comparación con los métodos a raíz desnuda, siendo en consecuencia el mejor de todos los tratamientos utilizados. Por otra parte, el promedio del método de plantación con aplicación del antitranspirante y los demás tratamientos correspondientes a los métodos sin poda y con poda de hojas, difiere significativamente ( $P < 0,01$ ) en favor del método con aplicación del antitranspirante.

Nuevamente se observe que existe una diferencia marcada, entre los métodos de plantación sin poda y con poda de hojas, resultando tal diferencia en favor del primero ( $P < 0,01$ ). No se detectó diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) para la respuesta lineal, lo cual indica que el comportamiento de los niveles 1 y 3 fue más o menos similar. Es decir, no hubo aumento de altura entre estos niveles, en ningún sentido.

La respuesta cuadrática muestra diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) debido sobre todo a la tasa bastante baja del nivel 2 del método con poda de hojas. Además tanto en los niveles del método sin poda de hojas como en el método con aplicación del antitranspirante, se observa una notable desviación del nivel 2, de la respuesta aproximadamente similar de los niveles 1 y 3.

No se detectaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para las interacciones de los métodos de plantación a raíz desnuda con las respuestas lineal y cuadrática, es decir, la influencia de los métodos no fue suficientemente grande, para cambiar el efecto producido por los niveles, en el crecimiento en diámetro de las plantas estudiadas.

El crecimiento en diámetro de las plantas estudiadas presenta una tendencia lineal muy fuerte ( $R^2 > 75\%$ ), cuya representación gráfica se encuentra en la Figura 9.

4.4. Respuesta a los tratamientos, medida en peso fresco de la parte aérea de las plantas de *T. ciliata* var. *australis*

Los pesos frescos promedios por tratamiento se indican en el Cuadro 5, cuyas diferencias se pueden apreciar mejor en la Figura 10.

Cuadro 5. Pesos frescos promedios de la parte aérea de las plantas de *Toona ciliata*, al término del experimento.

<u>Tratamientos</u>	<u>Gramos</u>
1) A maceta (Testigo)	55,6
2) Raíz desnuda, sin poda, nivel 1	29,0
3) Raíz desnuda, sin poda, nivel 2	23,4
4) Raíz desnuda, sin poda, nivel 3	24,2
5) Raíz desnuda, con poda, nivel 1	21,7
6) Raíz desnuda, con poda, nivel 2	14,6
7) Raíz desnuda, con poda, nivel 3	13,8
8) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 1	28,4
9) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 2	23,8
10) Raíz desnuda, con antitranspirante, nivel 3	28,8

Los resultados del análisis de variancia y de las comparaciones ortogonales de clases se encuentran en el Cuadro 2. Según estos resultados se encontró diferencia significativa ( $P < 0,01$ ) para los tratamientos. Esta diferencia se debe al efecto marcadamente superior

del método de plantación a maceta ( $P < 0,01$ ), frente a todos los demás tratamientos y por otro lado, a la manifiesta superioridad del método sin poda, frente al método con poda de hojas que en definitiva fue el que dio los resultados más bajos.

También se detectó diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en favor del método con antitranspirante, frente a los demás métodos a raíz desnuda. La significancia, de las respuestas lineal y cuadrática, así como la de las interacciones de estas con los métodos de plantaciones a raíz desnuda, no parecen tener importancia ( $P > 0,05$ ) y en consecuencia, no se puede señalar una tendencia definida entre niveles y entre métodos y niveles en cuanto a peso.

Cuadro 6. Características físicas y químicas del suelo donde se efectuó la plantación,

---

Profundidad cm	0 - 20
Humedad promedia %	58
Color	Pardo obscuro
Textura franco arcilloso:	
Arena %	32,6
Limo %	29,0
Arcilla %	38,4
Materia orgánica %	7,97
Nitrógeno total %	0,46
Fósforo ppm	4,70
Potasio meq/100 g de suelo	1,78
Calcio meq/100 g de suelo	8,45
Magnesio meq/100 g de suelo	3,31
pH:	
H <sub>2</sub> O	5,2
CaCl <sub>2</sub>	5,0

---

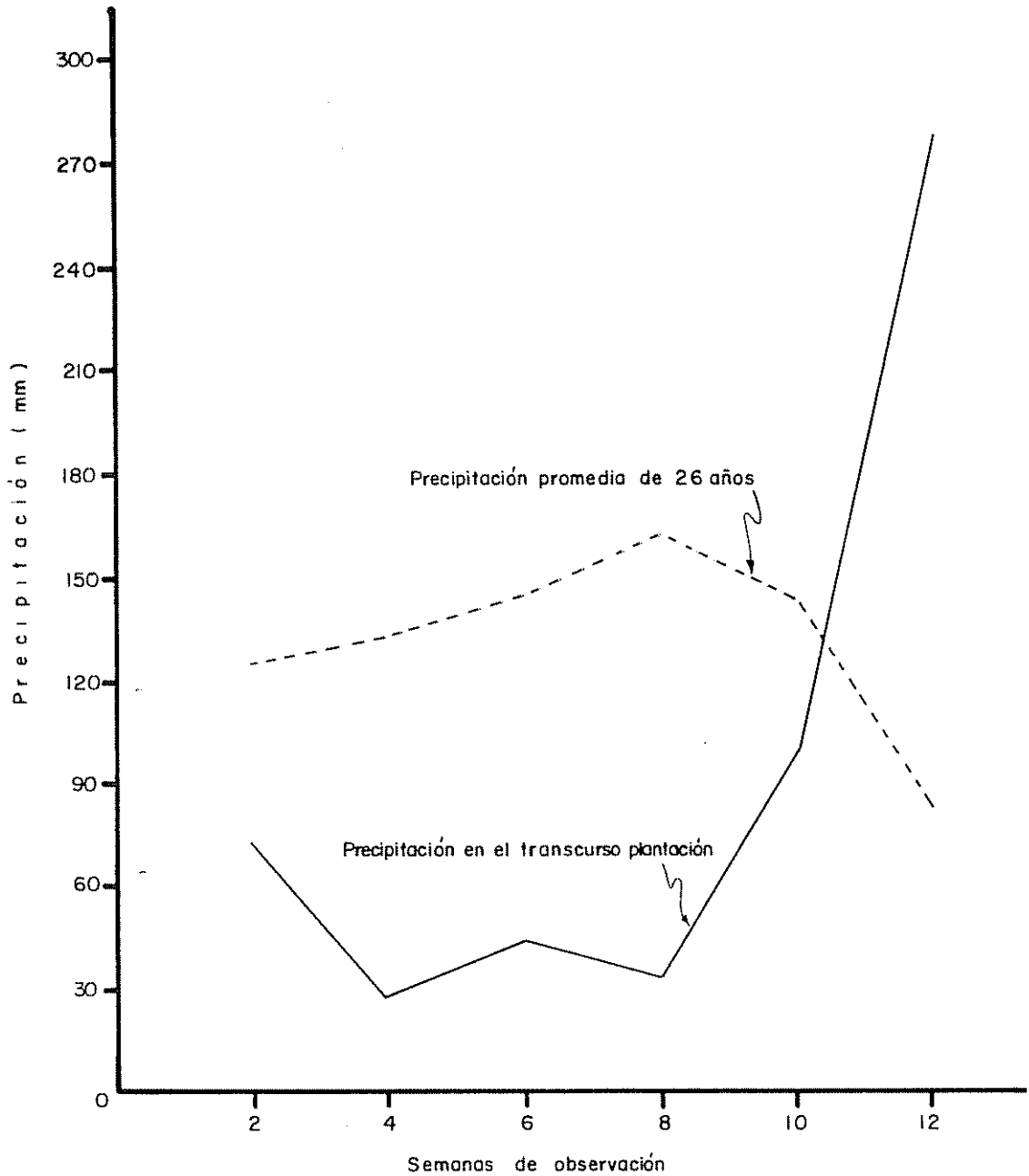


Fig 3 Precipitación registrada en el sitio de la plantación durante el experimento y promedios calculados con base en observaciones de 26 años (1944-1970)\*

\* Fuente: Observatorio meteorológico del CTEI.

## 5. DISCUSION

No obstante el tiempo muy seco que se presentó durante el transcurso de la plantación, con la consiguiente elevada tasa de transpiración y desecamiento de las plantas, los resultados en supervivencia fueron bastante satisfactorios para todos los tratamientos. Efectivamente, mediante la aplicación de los métodos de plantación a raíz desnuda, se alcanzó una supervivencia superior al 90 por ciento en el nivel 1, o sea en plantas cuyo material de enraizamiento fue removido al mismo día de la plantación. Esto se puede considerar un éxito, ya que para otras especies se aceptan normalmente valores más bajos (60-75%), conforme lo señalan Gilormini (23) y Goor (24).

La marcada inferioridad del método de plantación con poda de hojas, tal como se aplicó en este experimento, indica que no debe utilizarse esta técnica como medio para mejorar la supervivencia en una plantación de T. ciliata var. australis, si se utilizan plantas a raíz desnuda que no son plantadas inmediatamente. La aplicación de la poda de hojas, aparentemente causó una considerable disminución de la tasa de transpiración de las plantas durante su almacenamiento. Es probable que la fotosíntesis haya disminuido a tal punto, que pudo haber resultado insuficiente para mantener un equilibrio nutricional en las plantas, necesario sobre todo para el sistema radicular que influye directamente en el porcentaje de supervivencia de una plantación, según Allén, Gale y Hagan (2, 21).

Además, como señala Gilormini (23), las heridas producidas por efecto de la poda aplicada a las plantas, pueden haber permitido progresivamente la entrada y multiplicación de hongos y otros organismos



perjudiciales que dieron como resultado la muerte de varias plantas.

La disminución de la supervivencia del nivel 1 hacia el nivel 3 en los métodos de plantación a raíz desnuda, podría atribuirse a la mayor desecación de las plantas en el nivel 3 durante su almacenamiento y la consecuente disminución de la turgencia y vigor para el arraigamiento, ya que la plantación generalmente es necesario hacer lo más pronto posible, conforme lo señalado por Allen (2), y Flinta (19). Este efecto sería similar a lo observado por Krishnaswamy y Dabral (33), quienes informan que el arraigamiento fue menor en tocos plantados después de 3 o 4 días de extraídos de la tierra, que al efectuar la plantación inmediatamente.

Las respuestas de las plantas al método de plantación a raíz desnuda, en lo que respecta a crecimiento en altura y diámetro, al igual que en aumento de peso fresco, son bastante similares y más bajas que las obtenidas con la plantación a maceta. De acuerdo con Walters (49), el crecimiento inicial de las plantas a raíz desnuda luego de plantadas en el campo definitivo, no es continuo, puesto que necesitan cierto tiempo para recuperarse de la alteración causada por la separación de su medio de enraizamiento. Este retraso en el crecimiento puede persistir mucho tiempo y resultar perjudicial sobre todo en regiones cálidas y húmedas, donde el rápido crecimiento de malezas, puede obligar a efectuar un mayor número de limpiezas o chapeos, con los consiguientes aumentos en los costos de mantenimiento, conforme anota el mismo autor. Sin embargo, sería importante conocer, si estas diferencias en crecimiento desaparecen en poco tiempo, o persisten. Además, interesa saber su influencia en el

volumen y calidad de la madera producida al final del turno de la plantación o bosque, bajo el método de plantación a raíz desnuda.

El bajo crecimiento en altura y diámetro, puede deberse no solamente al efecto del método de plantación, sino también a la extraordinaria sequía que ocurrió durante el transcurso de la plantación. Además, los suelos de la Serie Instituto donde se realizó la plantación son mal drenados, desarrollándose condiciones de gleización (1, 13, 32). Muy probablemente esta causa explicaría, la existencia de condiciones reductoras que impiden una buena respiración radicular. Por otra parte, la acidez de los suelos, las bajas concentraciones de fósforo y la poca saturación de bases (9,35 meq/100 g), pudieron influir también en el escaso desarrollo de las plantas. Dentro de las bases, y según la escala de Hardy (28), el único catión en concentraciones medianas a altas, es el magnesio.

Al igual que en supervivencia, también en crecimiento y aumento de peso fresco, los resultados obtenidos con los métodos de plantación a raíz desnuda, demuestran que no es recomendable el nivel 2 para plantaciones de E. ciliata var. australis, o sea utilizando plantas con tres días de remoción de su material de enraizamiento. El buen comportamiento del nivel 3 podría atribuirse en cambio, a una respuesta favorable de las plantas en relación directa con la disminución del agua disponible en el suelo, similar a lo que se obtiene por medio de la atemperación.

La superioridad del método con aplicación del antitranspirante, sobre los demás métodos a raíz desnuda, posiblemente en la práctica no tiene mucha importancia, ya que si se descarta el método con poda de hojas el cual dio los resultados menos satisfactorios, la diferen

cia frente al método sin poda, sería muy pequeña.

En contraste con el crecimiento en diámetro y altura de las plantas estudiadas, es notable la ausencia de significancia estadística ( $P > 0,05$ ) para las respuestas lineal y cuadrática del peso fresco. Esto podría atribuirse a una menor influencia de los niveles, dado el gran porcentaje que representa en el peso fresco, el peso del agua contenida en la parte aérea de las plantas.

La superioridad del método de plantación a maceta frente a los demás tratamientos, confirma los resultados obtenidos en otras investigaciones (8, 49). Las plantas a maceta se plantaron con pan de tierra y por consiguiente sin causar ninguna alteración importante en las raíces. Además, las plantas a maceta no sufrieron el desecamiento que se presentó en las plantas a raíz desnuda durante el tiempo que permanecieron empaquetadas antes de ser plantadas, ni estuvieron expuestas a los daños por efecto del calor, que se produce al permanecer las plantas en contacto unas con otras.

Sin embargo, el crecimiento y aumento de peso fresco de las plantas a maceta, parecen haber sufrido también los efectos de la sequía registrada durante la época de la plantación. Así Párraga (39), en un reciente experimento, efectuado con T. ciliata en la misma zona, encontró en plantaciones a maceta un incremento promedio en altura de 29 cm en vez de 6,4 cm que se registró en este experimento. En igual forma el crecimiento en diámetro, también parece ser bajo, pues en todo el período observado, apenas se produjo un incremento promedio de 3,2 mm.

Walters (49), reporta que en plantaciones de Eucalyptus saligna realizadas en Hawaii, encontró mejores resultados con plantas a maceta, pero aclara que cualquier ganancia en supervivencia y desarrollo, podría ser compensada por los costos más altos de preparación, transporte y plantación que implican el método a maceta. Observaciones durante períodos más largos de tiempo, podrían rendir mayor y mejor información a fin de determinar, junto con un detallado análisis de costos, la importancia y utilidad práctica de las diferencias encontradas en el crecimiento de la especie T. ciliata var. australis, después de la plantación en el campo y bajo los diferentes tratamientos ensayados en este experimento.

## 6. CONCLUSIONES

1. La supervivencia en plantaciones a raíz desnuda de T. ciliata var. australis, por cualquiera de los métodos utilizados: sin poda, con poda, y con aplicación del antitranspirante al follaje, no constituye mayor problema. Aún bajo el método con poda de hojas, se alcanzó una supervivencia promedio de 70 por ciento.
2. Es notable la gran resistencia de Toona al trasplante. Utilizando plantas a raíz desnuda, el porcentaje de supervivencia sobrepasó el 90 por ciento, en los tratamientos de trasplante inmediato, después de la remoción del material de enraizamiento.
3. El crecimiento de las plantas de Toona en altura y diámetro, parece retrasarse en la fase inicial de una plantación efectuada a raíz desnuda, frente al desarrollo más o menos ininterrumpido de una plantación a maceta. Sin embargo, aún no se ha podido establecer en este experimento, si las diferencias anotadas son transitorias o permanentes.
4. Con el empleo de los métodos de plantación a raíz desnuda en la forma descrita en este experimento, se puede esperar variaciones en la supervivencia, solo en el transcurso de las primeras ocho semanas desde la fecha de la plantación. En consecuencia, la reposición de fallas puede comenzar inmediatamente después de ese período de tiempo.
5. La poda de hojas en la especie estudiada, afecta notablemente la supervivencia de las plantas no trasplantadas inmediatamente. También perjudica el desarrollo inicial de las plantas a raíz

desnuda, luego de la plantación en el campo. Por tanto, no parece ser una técnica recomendable para esta Meliacea.

6. El mejor comportamiento de las plantas del nivel 3 de los métodos a raíz desnuda, o sea con seis días de permanencia sin material de enraizamiento, frente al nivel 2 que corresponde a solo tres días sin material de enraizamiento, sugiere la conveniencia de probar niveles más elevados a fin de encontrar el nivel óptimo.
7. Los resultados de crecimiento en altura y diámetro, así como de peso fresco al final del experimento, favorecieron al método de plantación a raíz desnuda con aplicación del antitranspirante, en contraste con los del método de plantación a raíz desnuda con poda de hojas, que fueron los más bajos.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en Turrialba, Costa Rica, durante el período comprendido entre junio de 1971 y enero de 1972. El objetivo principal fue evaluar tres métodos y tres niveles de planta ción a raíz desnuda de Toona ciliata var. australis. Esta especie forestal es considerada como una de las más promisorias para las regiones tropicales de América Latina, en razón de sus buenas características silviculturales, alto valor comercial de la madera y especialmente debido a su resistencia al ataque del barrenador Hypsipyla grandella de las Meliaceae.

En este experimento se consideró como testigo, el tradicional método de planta ción a maceta, el mismo que si bien es bastante efectivo, en la práctica y en plantaciones en gran escala, presenta grandes limitaciones, especialmente debido a sus altos costos.

Los métodos de planta ción a raíz desnuda ensayados fueron los siguientes: a) planta ción sin poda de hojas; b) planta ción con poda de hojas; y c) planta ción con aplicación de un antitranspirante.

A las plantas podadas se les dejó solamente el último par de hojas junto a la yema apical. El antitranspirante fue una sustancia plástica en emulsión, denominada comercialmente Foligard y aplicada mediante intenso rociamiento al follaje de las plantas, momentos antes de removerse el material de enraizamiento.

Los niveles de planta ción a raíz desnuda, empleados en este experimento, se refieren al tiempo (0, 3 y 6 días) que permanecieron las plantas completamente separadas de su material de enraizamiento, antes de ser plantadas en el campo definitivo.

La respuesta de los métodos y niveles indicados se midió en supervivencia, crecimiento en altura y diámetro, así como en producción de biomasa (parte aérea), doce semanas después de la plantación.

Los porcentajes de supervivencia, alcanzados mediante la aplicación de los métodos de plantación a raíz desnuda fueron satisfactorios, pues en ningún caso bajaron del 70 por ciento y más bien, bajo ciertos tratamientos fueron superiores al 90 por ciento. El mejor promedio en supervivencia correspondió después del testigo, al método de plantación a raíz desnuda sin poda, el cual fue ligeramente superior al método con aplicación del antitranspirante y marcadamente superior al método con poda de hojas.

La supervivencia bajo los métodos de plantación a raíz desnuda, permaneció invariable desde las ocho semanas después de efectuada la plantación, pudiéndose por tanto iniciar la reposición de fallas, inmediatamente después de este corto período.

Los resultados del crecimiento en altura y diámetro, así como de peso fresco al final del experimento, favorecieron al método de plantación a raíz desnuda con aplicación del antitranspirante, en contraste con los del método de plantación a raíz desnuda con poda de hojas que fueron los más bajos. En consecuencia, la poda de hojas no parece ser una práctica recomendable en plantaciones a raíz desnuda de esta Meliacea.

Además, se encontró una disminución de supervivencia de las plantas, desde el nivel 1 hacia el nivel 3, notablemente acentuada por efecto del nivel 2. En forma similar, los resultados más bajos se obtuvieron casi siempre bajo el nivel 2, tanto en crecimiento, como en aumento de peso fresco de las plantas estudiadas.



7a. SUMMARY

The main objective of this study carried out in Turrialba, Costa Rica, between June 1971 and January 1972, was to evaluate three methods of naked root planting of Toona ciliata var. australis as compared to the conventional method employing potted planting stock.

The Australian red cedar was selected for this experiment in view of its promising aspects as a plantation tree in the Latin American tropics with respect to its valuable timber and its resistance against the shootborer Hypsipyla grandella (Zeller).

The three methods of naked root planting employed, were a) naked root planting; b) naked root planting and additional pruning of the leaves; c) naked root planting and an additional application of an anti-transpirant, on the leaves.

Pruning consisted of the removal of all leaves except the last pair adjacent to the terminal bud. The anti-transpirant used was a plastic emulsion, called Foligard, produced by U.B.S. Chemical Co., a division of A.E. Staley, USA. It was sprayed on the leaves till the dripping point was reached.

Each method was further subdivided into three time levels of planting 0, 3 and 6 days after the removal of the rooting medium. Field planting of all treatments, including the control plot (potted plants) was executed on the same day. A factorial design of  $3 \times 3 + 1$  with eight replications of six plants each, was employed; the control plot consisted of 48 potted seedlings.

The response to the methods and time levels was measured in terms of survival, height and diameter growth, as well as biomass production, 12 weeks after planting.

With respect to survival, the best result obtained referred to the naked root planting without pruning; survival in this method was slightly higher than in the method employing the anti-transpirant and markedly superior to the method which employed additional pruning of the leaves.

Planting immediately after removal of the rooting medium resulted in more than 90% survival of the seedlings in all three methods employed. This was considered a success in view of the abnormally low precipitation during the first eight weeks after planting.

Eight weeks after field planting, no variations in survival rates were observed in any of the treatments, indicating that under the conditions of the experiment, replanting could take place eight weeks after planting in all methods and time levels used in this study.

Pruning seemed to have an adverse effect on survival and growth on T. ciliata var. australis.

Growth in height, diameter and biomass were highest in the method utilizing the anti-transpirant, this in contrast to the method which incorporated pruning of the leaves. In the latter method growth and biomass production were the lowest of all methods employed. A decrease in survival, and growth in height, diameter and biomass was encountered between time levels 1 to 5, which had minimum in time level 2 (field planting three days after the removal of the rooting medium).

Apparently the better results in survival, growth in height, diameter and biomass are due to a "hardening off"-effect of time level 3 (six days after removal of the rooting medium).

8. LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 139 p.
2. ALLEN, K. R. Foliage treatments improve survival of longleaf pine plantings. *Journal of Forestry* 53(10):724-727. 1955.
3. BARRÉS, H. Rooting media for growing pine seedlings in hydroponic culture. U.S. Forest Service. Research Note. ITF-2. 1964. 4 p.
4. \_\_\_\_\_. Effects of root exposure on Honduras pine planting stock. *Turrialba* 15(4):348-349. 1965.
5. BENTHALL, A. P. The trees of Calcutta and its neighbourhood. Calcutta, Thacker Spink, 1946. p. 110.
6. BREMNER, J. H. Total nitrogen. In Black, C. A. et al. *Methods of Soil Analysis*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp. 1171-1175.
7. BRIMBLECOMBE, A. R. Control of the Cedar looper. Queensland. *Journal of Agricultural Science* 15(3):159-160. 1958.
8. BRISCOE, C. E. Survival of bare-rooted Honduras pine in Puerto Rico. *Turrialba* 19(2):291-292. 1969.
9. BUDOWSKI, G. y SCHREUDER, G. F. The climate at Turrialba. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. *Communications from Turrialba* no. 68. 1961. 19 p.
10. CALZADA, J. Experimentación agrícola, con aplicación a la ganadería. Lima, Ediciones Agro-ganaderas, 1954. 360 p.
11. CAUDOLLE, C. DE. Meliaceae DC. In *Monographiae Phanerogamarum*. Paris, 1878. v. 1, pp. 599-752. (Original no consultado, citado en Smith Junior, C. E. A revision of *Cedrela* (Meliaceae) *Fieldiana: Botany* 29(5):298. 1960).
12. CARLSON, H. K. y BRYAN, L. W. The Honaunau forest; an appraisal after seven years of planting. *Journal of Forestry* 61(9): 643-647. 1963.
13. CEDRELA ODORATA Linné et *Toona ciliata* H. Roem, caractères sylvicoles et méthodes de plantation. *Bois et Forêts des Tropiques* no. 81:29-34. 1962.
14. COSTA RICA. INSTITUTO GEOGRAFICO. Mapa topográfico de Tucurrique. San José, 1965. Escala 1:50.000.

15. CHEVALIER, A. Les toon's ou cedres bâtards, arbres de reboisement. Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale no. 272-274:152-165. 1949.
16. DIAZ-ROHEU, R. y BALERDI, F. Determinación de la capacidad de intercambio de cationes del suelo. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 3 p. (Mimeo).
17. DONDOLI, C. y TORRES, J. A. Estudio geoagronómico de la región oriental de la Meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1954. 180 p.
18. EMERSON, J. L. y WILDREEM, A. C. Preliminary report on reducing transpiration of transplanted evergreens. Science 77(2001): 433-434. 1935.
19. FLINTA, C. M. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma, FAO, 1960. 498 p. (Cuadernos de Fomento Forestal no. 15).
20. FRANCIS, W. D. Australian rain-forest trees. Sydney, Commonwealth of Australia, Forestry and Timber Bureau, 1951. pp. 202-206.
21. GALE, J. y HAGAN, R. H. Plant anti-transpirants. Annual Review of Plant Physiology 17:269-282. 1966.
22. GARTNER, J. B., CROUKE, V. L. y HAMNER, C. L. The influence of plastic resin in increasing survival with summer transplanted evergreens under severe conditions. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 54:508-510. 1949.
23. GILORNINI, J. A. Manual para la propagación de árboles y el establecimiento de plantaciones forestales en Puerto Rico. Río Piedras, Puerto Rico, Departamento de Agricultura y Comercio, Servicio de Bosques, 1947. 125 p.
24. GOOR, A. Y. Métodos de plantación en zonas áridas. Roma, FAO, 1956. 192 p. (Cuaderno de Fomento Forestal no. 6).
25. \_\_\_\_\_. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. Roma, FAO, 1964. 265 p. (Cuadernos de Fomento Forestal no. 16).
26. GRIJPMAN, P. Immunity of Toona ciliata N. Roem. var. australis (F.v.N.) C. DC. and Khaya ivorensis A. Chev. to attacks of Hypsipyla grandella (Zeller), in Turrialba, Costa Rica. Turrialba 20(1):85-93. 1970.

27. GRIJPMA, P. y RAMALHO, R. Toona spp., posibles alternativas para el problema del barrenador Hypsipyla grandella de las Meliaceae en América Latina. Turrialba 19(4):531-547. 1969.
28. HARDY, F. Senile soils. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1961. 76 p. (mimeo).
29. \_\_\_\_\_ y BAZAN, R. Studies in Costa Rican soils. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1963. 5 p. (mimeo).
30. HOLDRIDGE, L. R. Mapa ecológico de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1959. Escala 1:1.000.000.
31. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Resumen de datos meteorológicos desde la iniciación de observaciones, 1944 hasta diciembre 31, 1970. Turrialba, Costa Rica, 1970. 1 p.
32. KRAEMER, H. H. Native woods for construction purposes in the Western Pacific Region. Washington, D. C. Bureau of Yards and Docks, 1944. pp. 140-141.
33. KRISHNASWAMY, V. S. y DABRAL, S. N. The life of stumps of some forest species under moist and dry conditions. Indian Forester 81(7):408-410. 1955.
34. LETOURNEUX, C. Les méthodes de plantations forestieres en Asie Tropicale. Rome, FAO, 1957. 178 p. (Cahier no. 11).
35. MAGINI, E. y TULSTRUP, N. P. Notas sobre semillas forestales. Roma, FAO, 1956. pp. 121-122. (Cuaderno de Fomento Forestal no. 5).
36. MARRERO, J. Survival and growth of bagged and barerooted Honduras pine, cadam, and primavera. U.S. Forest Service. Research Note ITF-3. 1965. 4 p.
37. METRO, A. Silvicultura de los bosques artificiales. Montes 26(152):153-171. 1970.
38. MILLER, E. J., NEILSON, J. A. y BANDEMER, S. L. Wax emulsion for spraying nursery stock and other plant materials. Michigan Agricultural Experiment Station. Bulletin 282. 1937. (Original no consultado; citado en Gartner, J. B., O'Rourke, F. L. y Hamner, C. L. The influence of a plastic resin in increasing survival with summer transplanted evergreens under severe conditions. Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences 54:508-510. 1949).

39. PARRAGA, R. Costo de establecimiento de plantaciones con Toona ciliata N. Roem en Turrialba, bajo tres métodos de preparación de sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 65 p.
40. PARRY, H. S. Métodos de plantación de bosques en el Africa Tropical. Roma, FAO, 1957. 334 p. (Cuadernos de Fomento Forestal no. 8).
41. PEECK, H. Hydrogen-ion activity. In Black, C. A. et al., eds. Methods of Soil Analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp. 914-926.
42. PONCE, A. y GRIJPIA, P. Ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para producción de plantas forestales. Turrialba 20(3):333-343. 1970.
43. ROEMER, H. J. Familiarum naturalium regni vegetabilis synopsis monographicae, 1. Minarise, Hesper. 137, 1846. (Original no consultado, citado en Smith, Junior, C. E. A revision of Cedrela (Meliaceae). Fieldiana: Botany 29(5):298. 1960).
44. SAIZ DEL RÍO, J. F. y BOWENHISZA, E. Análisis químicos de suelos; métodos de laboratorio para diagnosis de fertilidad. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 107 p.
45. SHOULDERS, E. Root-pruning southern pines in the nursery. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Research Paper SO no. 5. 1963. 6 p.
46. SMITH, Jr., C. E. A revision of Cedrela (Meliaceae). Fieldiana: Botany 29(5):295-341. 1960.
47. STREETS, R. J. Exotic trees in the British Commonwealth. Oxford, Clarendon Press, 1962. pp. 223-224.
48. TOUHEY, J. T. y KORSEIAN, C. F. Seeding and planting in the practices of forestry. 3rd. ed. New York, Wiley, 1942. 520 p.
49. WALTERS, G. A. Bare-root and balled-root planting stock of saligna eucalyptus. Tree Planters' Notes 21(2):14-16. 1970.
50. WORTHINGTON, T. B. Ceylon trees. Colombo, Ceylon, The Colombo Apothecaries Co., 1959. 429 p.

A P P E N D I C E

Cuadro 7. Descripción del perfil del suelo.

Perfil 28

- Ap<sub>1</sub> 0 - 20 cm Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) en húmedo y pardo gris oscuro (10YR 5/2) en seco; franco arcilloso; estructura granular, fina, débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable en húmedo; duro en seco; muchos poros tubulares, finos y medianos; abundante cantidad de raíces, finas y medianas; límite neto, plano.
- Ap<sub>2</sub> 20 - 32 cm Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo y pardo (10YR 5/3) en seco; presencia de moteados en forma de parches grandes, grises, rojo-amarillentos; franco arcilloso; estructura de bloques subangulares, fina, débil; ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable en húmedo, ligeramente duro en seco; muchos poros tubulares, finos; raíces comunes, finas y medianas; límite neto, plano.
- BC 32 - 44 cm Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) en húmedo y en seco (10YR 4/3); pocos moteos, finos difusos, rojizos y amarillentos; arcilloso; estructura granular, fina, moderada; adherente, plástico, friable en húmedo, duro en seco; muchos poros tubulares e intersticiales, finos y muy finos; presencia de fragmentos rocosos muy intemperizados que se disgregan en gravas finas angulares de coloraciones rojo-amarillentas; pocas raíces finas; límite difuso, irregular.



- C<sub>1</sub> 44 - 60 cm Pardo amarillento oscuro (10YR 5/4) en húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; abundantes moteos gleyzados en forma de parches; arcilloso; estructura de bloques subangulares, fina, débil; adherente, plástico, friable en húmedo, ligeramente duro en seco, muchos poros tubulares, finos y muy finos; abundantes fragmentos rocosos, muy disgregada en gravas finas rojo-amarillentas; límite difuso, irregular.
- C<sub>2</sub> 60 - 80 cm Gris oscuro (10YR 4/1) en húmedo y amarillo parduzco (10YR 6/6) en seco; presencia de gley; franco arcilloso; masivo, sin estructura; ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable en húmedo, ligeramente duro en seco; presencia de la roca madre, muy intemperizada.

Cuadro 8. Resumen de datos meteorológicos.

Mes	Temperatura** oC		Precipitación*		Días con más de 0,1 mm	Brillo solar*** Sumas de horas c/sol		Humedad** relativa %		Evaporación** (mm)	Prom. diaria
	Promedio	Media	Absoluta Máx. Mín.	Prom. mens. (mm)		Máxima 24 hrs	Prome- dio	Media diaria	Media mens. diaria		
Enero	25,87	21,00	31,0	176,4	164,9	18,5	143,2	4,61	85,6	107,4	3,46
Feb.	26,26	21,08	30,0	147,8	247,5	15,1	147,8	5,22	85,7	117,1	4,14
Marzo	27,08	21,85	31,5	79,0	81,5	13,5	159,7	5,14	84,5	139,7	4,50
Abril	27,35	22,34	31,7	135,1	287,9	15,3	149,7	4,98	85,2	133,8	4,44
Mayo	28,00	23,07	32,0	225,3	65,0	23,0	140,2	4,51	87,0	126,2	4,07
Junio	28,04	23,22	31,5	284,9	85,5	24,7	125,8	4,19	88,5	113,2	3,77
Julio	27,32	22,76	30,6	270,4	102,3	25,0	115,3	3,71	90,3	105,3	3,39
Agosto	27,60	22,81	30,0	234,0	99,1	24,3	111,8	4,24	88,9	118,9	3,83
Set.	28,01	23,04	30,8	249,8	99,1	22,3	139,5	4,63	88,2	122,1	4,05
Oct.	27,79	22,85	30,8	249,1	109,2	24,0	146,7	4,72	88,8	123,0	3,96
Nov.	26,56	22,10	30,1	283,1	115,3	23,0	125,4	4,16	89,4	96,1	3,20
Dic.	25,84	21,38	29,9	347,6	288,3	22,3	126,7	4,09	89,2	89,8	2,89
Total	---	---	---	2.682,5	---	251,0	1.651,8	---	---	1.392,6	---
Prome- dio	27,14	22,29	---	---	---	20,9	137,6	4,52	87,7	116,0	3,81

Fuente: Observatorio Meteorológico del CTEI

Perio de observaciones: \* 1944 - 1970

\*\* 1958 - 1970

\*\*\* 1964 - 1970

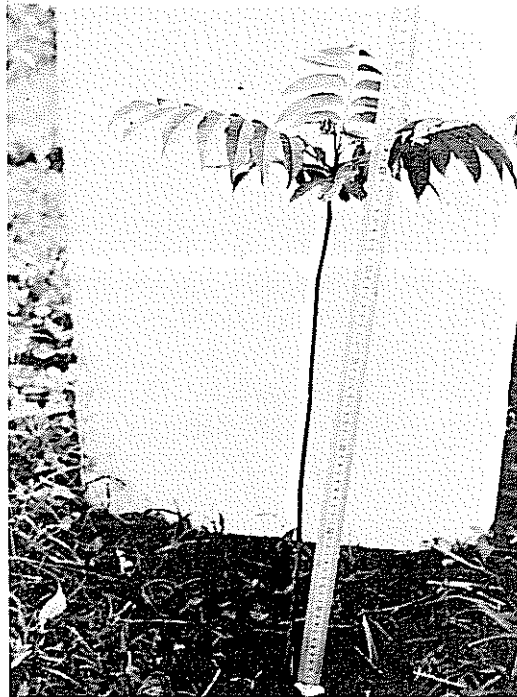
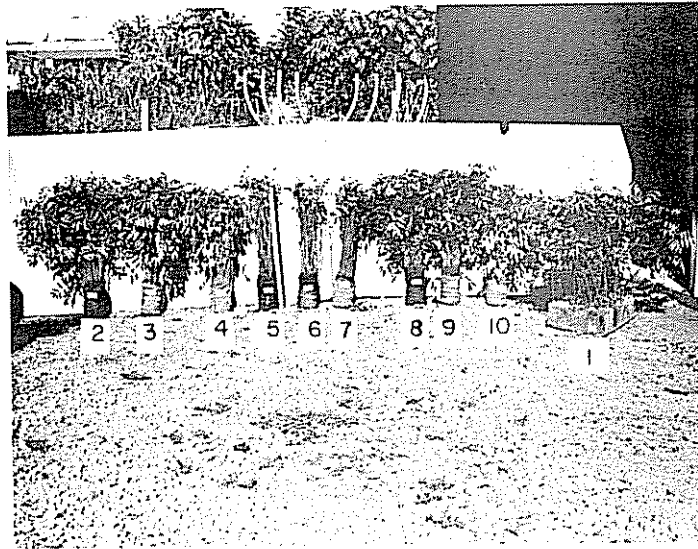
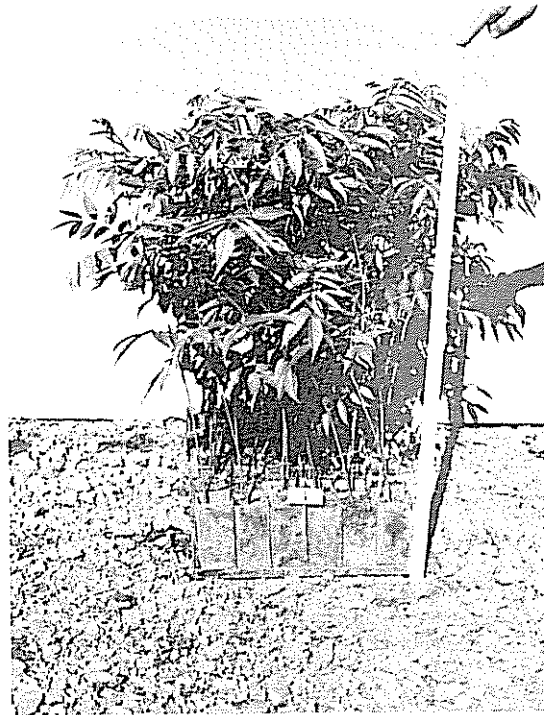


Fig. 4. Planta de Toona ciliata M. Roem var. australis en el campo. Puede apreciarse su forma característica, la yema terminal y la base del tallo fijada por la lámina de metal también visible en la fotografía, al igual que la regla que sirvió para la medición de la altura.



A



B

- Fig. 5. A) Material de plantación, correspondiente a los diez tratamientos del experimento. Los números indicados en la fotografía corresponden a los tratamientos.
- B) Plantas del tratamiento 1 o método de plantación a maceta (Testigo), en recipientes metálicos, listas para ser transportadas al sitio de la plantación (la regla tiene 1 m).

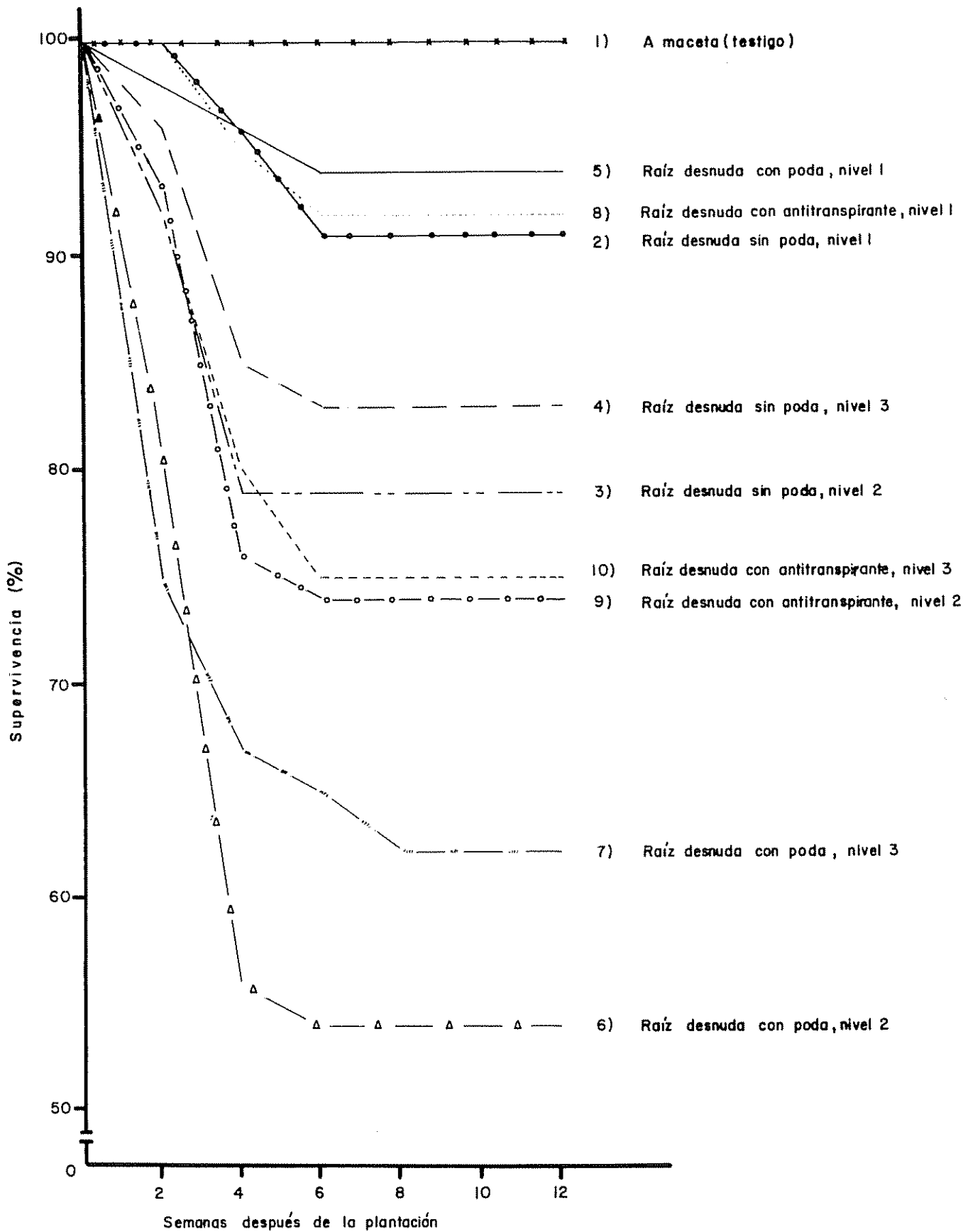


Fig. 6 Influencia de los tratamientos sobre el porcentaje de supervivencia de *T. ciliata* var. *australis*, durante el transcurso del experimento

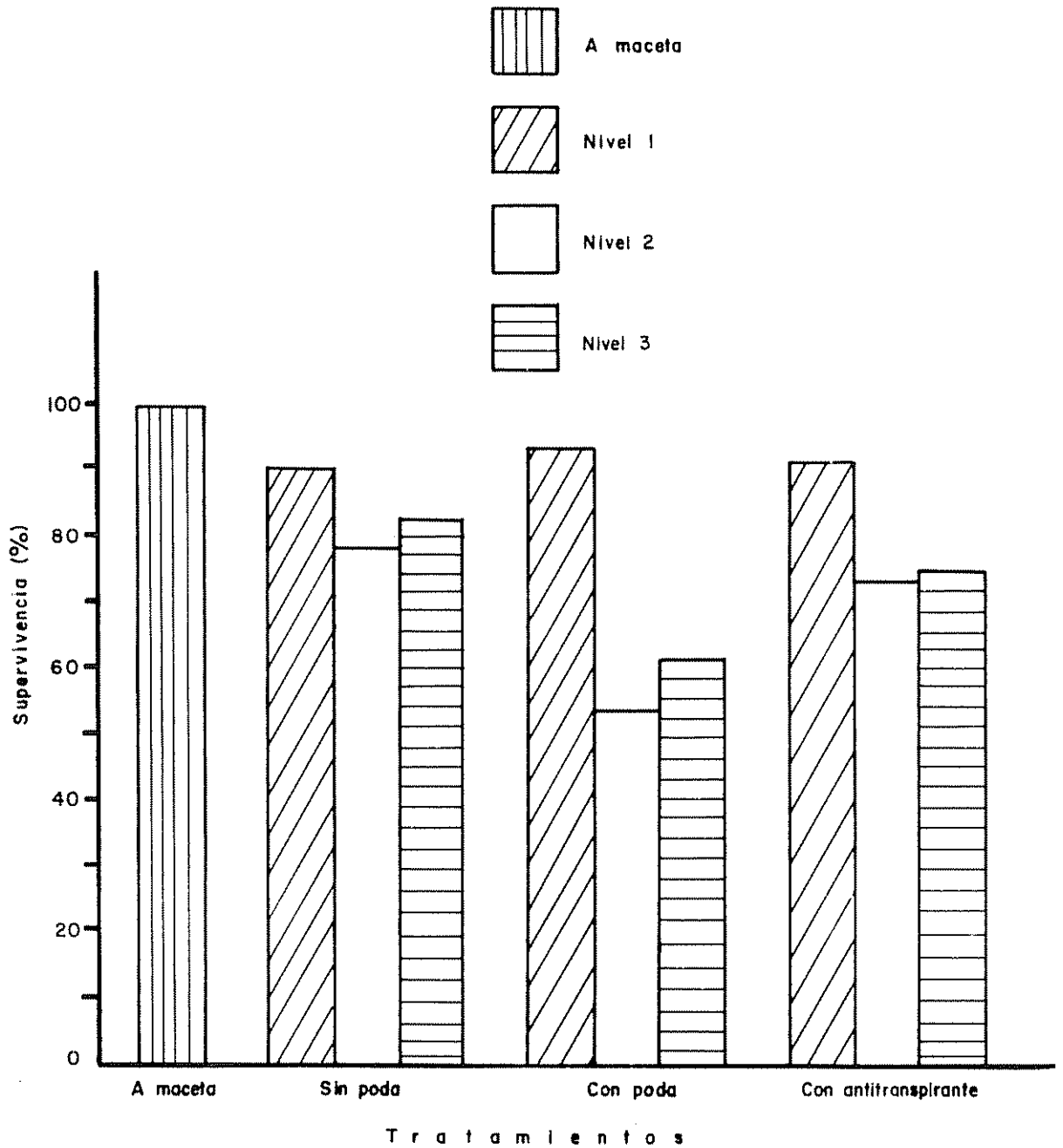


Fig. 7 Efecto de los tratamientos en el porcentaje de supervivencia, 12 semanas después de la plantación

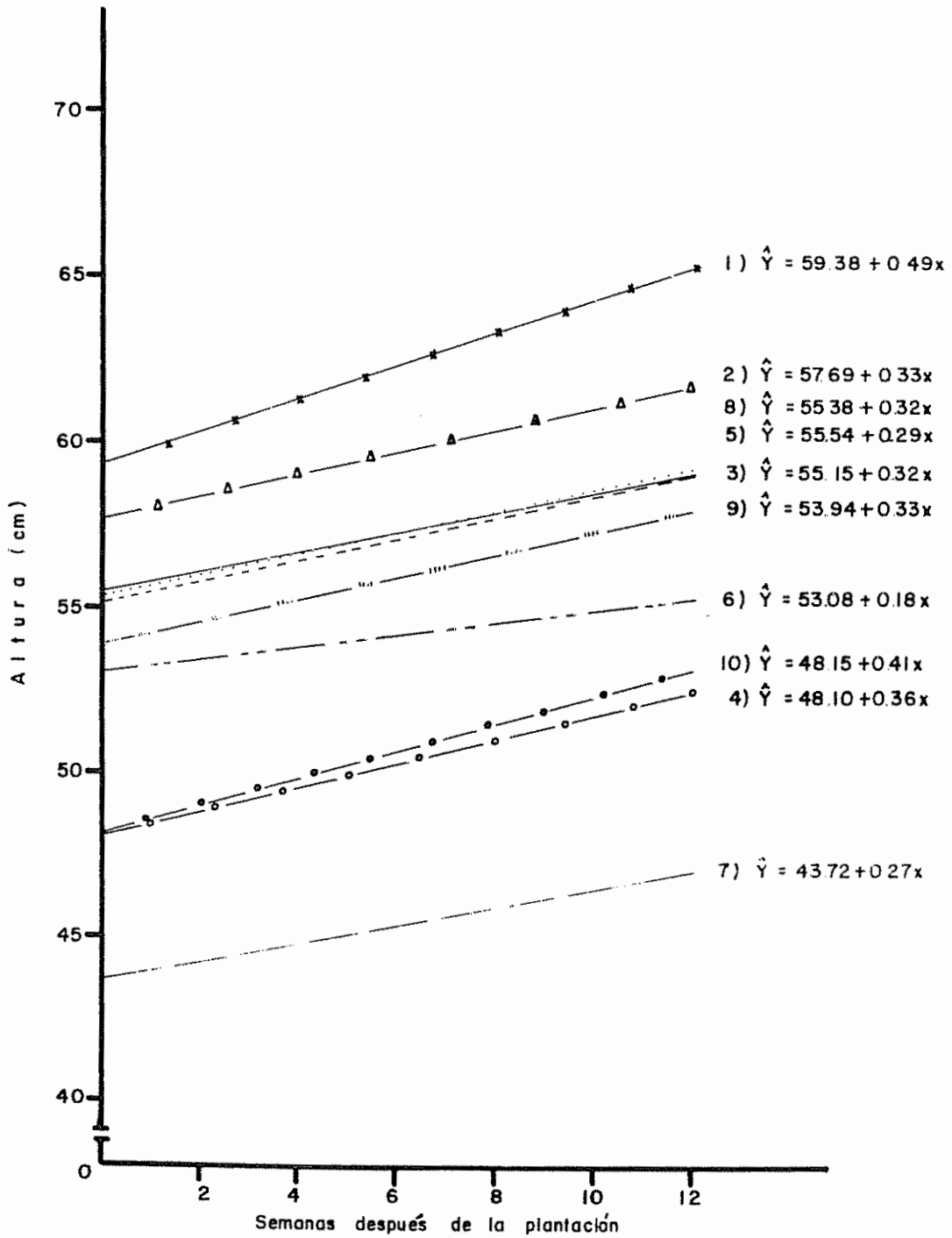


Fig 8 Influencia de los tratamientos sobre el crecimiento en altura de T. ciliata var. australis (ecuaciones esperadas)

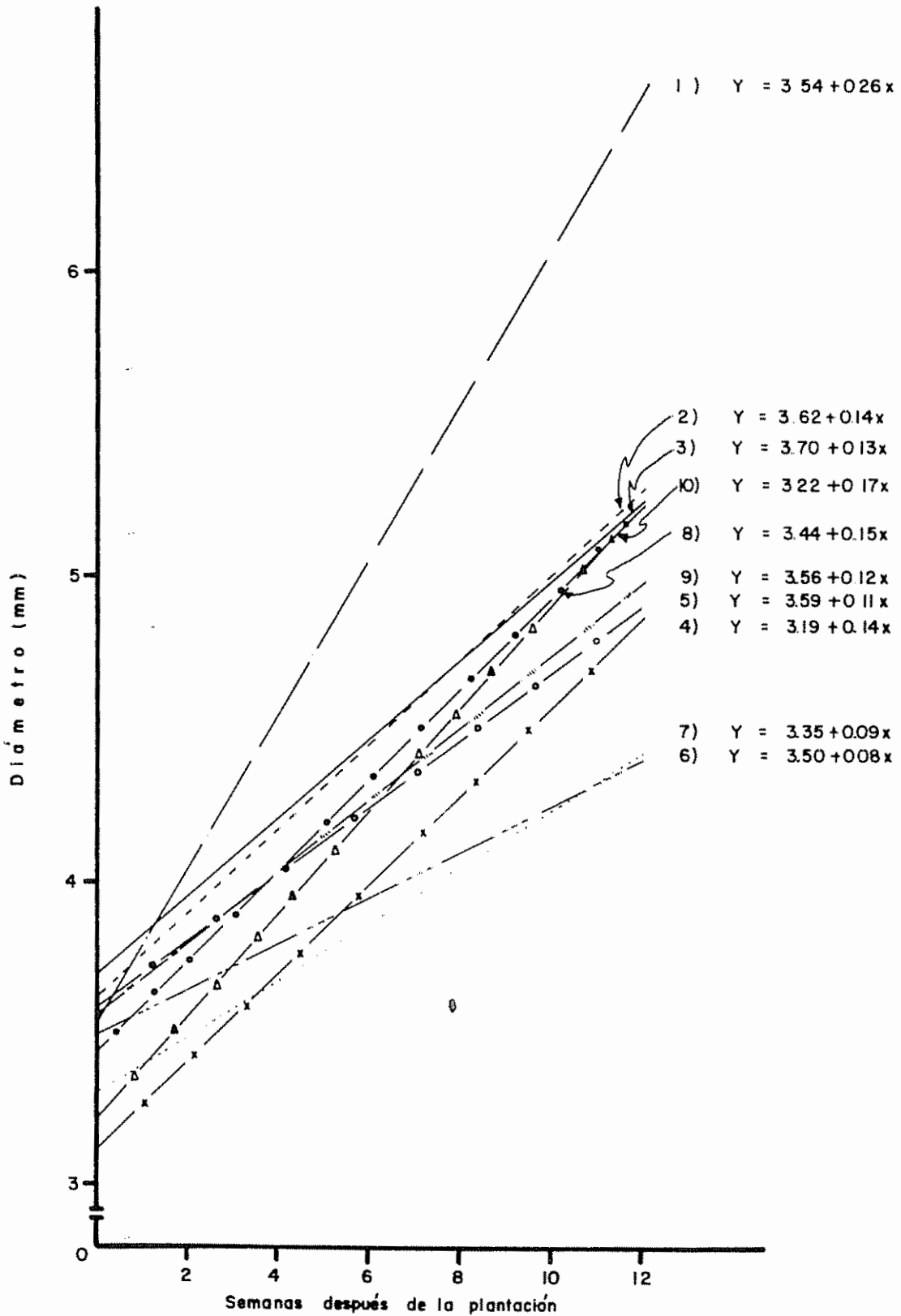


Fig.9 Influencia de los tratamientos sobre el crecimiento en diámetro de *T. ciliata* var. *australis* (ecuaciones esperadas)



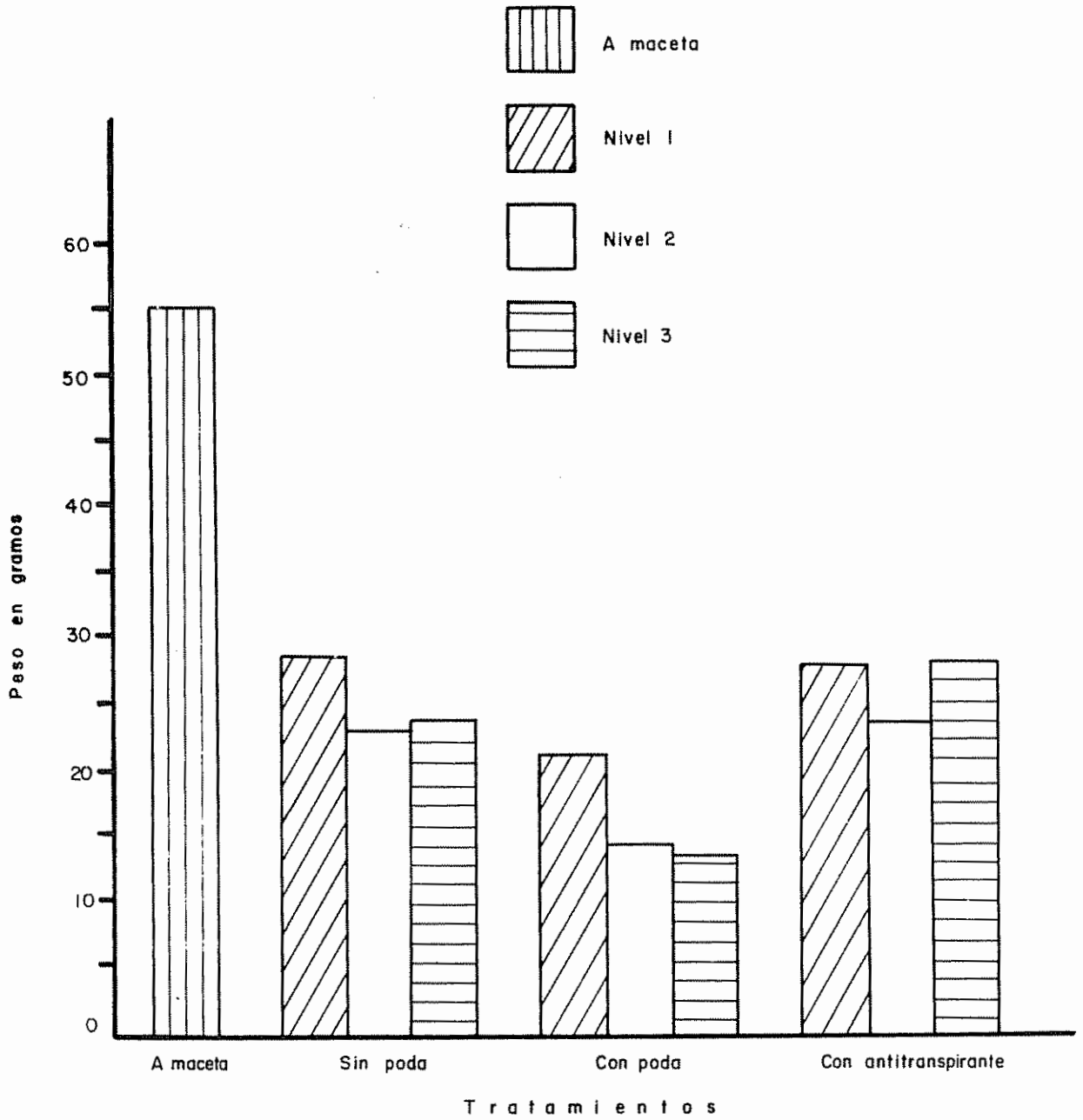


Fig.10 Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la parte aérea de las plantas, 12 semanas después de la plantación