

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
Departamento Silvicultura



INDUCCIÓN RIZOGENICA EN ESTACAS DE  
WEINMANNIA TRICHOSPERMA CAV. (TINEO) MEDIANTE  
TRATAMIENTOS AUXÍNICOS.

CONCEPCION - CHILE

2000

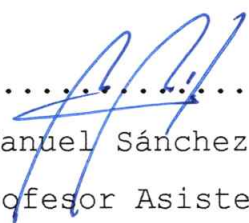
INDUCCIÓN RIZOGENICA EN ESTACAS DE  
WEINMANNIA TRICHOSPERMA CAV. (TINEO) MEDIANTE  
TRATAMIENTOS AUXÍNICOS.

Profesor Asesor

  
.....  
Sra. Darcy Ríos Leal


Profesor Asociado; Profesora de  
Biología y Química; M.Sc; Dra.

Profesor Asesor

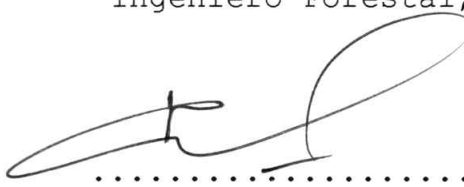
  
.....  
Sr. Manuel Sánchez Olate  
Profesor Asistente  
Ingeniero Forestal, Dr.



Director Departamento  
Silvicultura

  
.....  
Sr. Manuel Sánchez Olate  
Profesor Asistente  
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano Facultad de Ciencias  
Forestales

  
.....  
Sr. Fernando Drake Aranda  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

Dra. Darcy Ríos Leal : Noventa puntos.

Dr. Manuel Sánchez Olate : Noventa puntos.

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
1.1 Descripción de la especie.....	2
1.2 Propagación sexual.....	3
1.3 Propagación asexual o vegetativa.....	3
1.3.1 Propagación por estacas.....	4
1.4 Reguladores del crecimiento.....	6
II MATERIAL Y MÉTODO.....	8
2.1 Selección del material (estacas).....	8
2.2 Tratamiento de las estacas.....	8
2.3 Condiciones ambientales durante el enraizamiento.....	9
2.4 Diseño experimental.....	9

		IV
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
3.1	Enraizamiento de estacas de Tineo realizadas en Otoño.....	11
3.1.1	Porcentaje de enraizamiento.....	11
3.1.2	Número de raíces.....	12
3.1.3	Longitud promedio de raíces (cm) .	14
3.1.4	Mortalidad de estacas (%).....	15
3.2	Enraizamiento de estacas de Tineo realizados en Primavera..	16
3.2.1	Porcentaje de enraizamiento.....	16
3.2.2	Número de raíces.....	17
3.2.3	Longitud promedio de raíces (cm) .	17
3.2.4	Mortalidad de estacas (%).....	18
IV	CONCLUSIONES.....	20
V	RESUMEN.....	21

SUMARY.....	22
VI BIBLIOGRAFÍA.....	23
VII ANEXO.....	26



## INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
1. Porcentaje de estacas enraizadas de Tineo frente a las diferentes concentraciones de auxinas.....	12
2. Número de raíces presentes en estacas de Tineo frente a diferente concentración auxínica.....	13
3. Longitud promedio de raíces(cm) generadas en estacas de Tineo bajo diferentes concentraciones de auxinas.....	14
4. Porcentaje de estacas muertas de Tineo bajo diferentes dosis de auxinas.....	15
5. Porcentaje de estacas enraizadas de Tineo frente a las diferentes concentraciones de auxinas.....	16
6. Número de raíces presentes en estacas de Tineo frente a diferente concentración auxínica.....	17
7. Longitud promedio de raíces(cm) generadas en estacas de Tineo bajo diferentes concentraciones de auxinas.....	18
8. Porcentaje de estacas muertas de Tineo bajo diferentes dosis de auxinas.....	19

## I INTRODUCCION

Una de las especies nativas de Chile con gran potencial ornamental, es Weinmannia trichosperma Cav. (Tineo o Palo Santo), debido a la belleza de sus hojas y su abundante floración.

Esta especie posee semillas muy pequeñas, con una alta capacidad de germinación 90% (Rodríguez, et al., 1995), pero según Donoso (1995), esta semilla microscópica produce plántulas muy pequeñas y débiles que tienen dificultades para establecerse si no cuentan con el sitio y la protección adecuada en su primera etapa de crecimiento.

Por estar en la categoría de especie en peligro de extinción (Conaf, 1989), por ser una especie de interés especial para los distintos sitios según estado de conservación (Conaf, 1996), por su baja capacidad de sobrevivir en etapas iniciales y si no se cumplen ciertas condiciones ambientales y edáficas, es necesario que se maneje su regeneración. Una alternativa real al manejo de esta especie es la reproducción vegetativa, obteniendo plantas pequeñas pero con capacidad de floración y fructificación en corto plazo y con las mismas características fenotípicas de la planta donadora. Bajo este concepto, se puede abastecer mercados nacionales e internacionales con productos de Tineo en un corto tiempo (flores, frutos, hojas) y a largo plazo (madera y corteza) siguiendo el criterio de sostenibilidad y sustentabilidad del recurso forestal.

La producción por estacas requiere que la planta madre cumpla ciertos requisitos para que sus estacas puedan enraizar y un lugar apropiado que facilite los procesos de formación de raíces adventicias.

En este trabajo se analiza cualitativa y cuantitativamente el efecto de 3 auxinas (AIA, AIB, ANA) a diferentes concentraciones en el enraizamiento de estacas de Tineo.

### **1.1 Descripción de la especie.**

El Tineo, pertenece a la Familia Cunoniaceae y al tipo forestal Siempreverde, encontrándose también, en rodales maduros puros, aparentemente coetáneos, dentro del tipo forestal Alerce en la Cordillera de la Costa (Donoso, 1995). Es una especie de origen subantártico que se encuentra en Chile desde la Provincia de Linares hasta la Provincia de Última Esperanza. Crece en partes húmedas del bosque, en quebradas cerca del agua e incluso a veces en lugares pantanosos. Se encuentra en ambas cordilleras, entre los 5 y 950 m s.n.m.; alcanzando una altura de hasta 30 m y un diámetro de 1 m. Posee flores hermafroditas, blancas o blanco cremosas; el fruto es una cápsula ovalada de un color castaño clara a rojiza en la madurez (Rodríguez, et al., 1995), florece de Noviembre a Diciembre, seguido de una fructificación muy rápida, casi simultáneamente con la floración; la plena maduración de los frutos se observa durante los meses de Enero a Febrero (Rodríguez, et al., 1983).



## **1.2 Propagación sexual.**

La reproducción sexual supone casi en todos los casos la intervención de dos individuos: masculino y femenino. Esto permite hacer innumerables combinaciones entre genotipos, en el momento de la fecundación. Los genes de las plantas parentales se recombinan al azar y crean nuevas entidades genéticas similares a sus progenitores, pero al mismo tiempo diferente de ellas y entre sí (Muñoz, 1997).

## **1.3 Propagación asexual o vegetativa.**

La reproducción asexual, es el proceso donde se emplean partes vegetativas de la planta original para obtener un nuevo individuo con las mismas características de ésta (Peña, 1979). Según Hartmann y Kester (1987), esto es posible debido a que cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar la planta entera, denominándose a este comportamiento como totipotencia celular.

Existen varios métodos para propagar vegetativamente un individuo, tales como acodos, estacas, injertos, cultivos de tejidos, etc. Una de las formas más utilizadas para reproducir asexualmente una planta, corresponde a la propagación vegetativa por estacas (Hartmann y Kester, 1987; Awad, 1993).

Algunos estudios realizados para determinar una propagación adecuada en especies nativas, los han realizado investigadores extranjeros. Es así como Sheat(1965), mencionado por Sabja (1980), establece que se puede propagar Tineo empleando estacas con talón de madera

semidura, obtenidas en verano y colocadas en invernadero con temperatura en el sustrato. Además Awad (1993), concluye que no hay diferencias significativas entre las distintas concentraciones de AIB (0, 250, 500, 1000, 2000, 4000 ppm) para ningún parámetro evaluado (N° de raíces, longitud raíz principal, grado enraizamiento, etc.); el % de enraizamiento varía entre 41% y 53%. Según éstos resultados, no se recomienda el uso de AIB para enraizar Tineo en Primavera-Verano.

**1.3.1 Propagación por estacas.** Wright (1964), citado por Mera (1990), indica que el método de propagación por estacas consiste en separar una rama de la planta original, para luego implantarla en forma adecuada, enraizarla para que dé origen a una nueva planta. Heede y Lecourt (1981), establecen que las ventajas de la propagación por estacas son: reproducir fielmente las características de la variedad o de la rama que las originó, mayor rapidez en el desarrollo vegetativo, y la precocidad en la producción de semillas y frutos, comparado con las plantas de origen embrionario. Entre las desventajas se pueden nombrar, las plantas obtenidas por estacas son menos vigorosas, como consecuencia de tener un sistema radicular adventicio más susceptible a enfermedades.

Las estacas reaccionan de distintas maneras de acuerdo a las especies y a factores tales como: grado de lignificación de la rama, presencia de hojas, aplicación de hormonas y época en que se recolectan, entre otras (Peña, 1979), dependiendo de la naturaleza del órgano separado, ya

sea de rama, de brote, de raíz o de hoja (Heede y Lecourt, 1981).

Mahlstade y Haber (1957), citados por Gutiérrez (1988), indican que el nivel nutricional de la estaca depende de la época del año en que es tomada y del vigor de la planta madre. Estará relacionado con el tipo de especie de que se trate (perenne o caducifolia) y la posición de la estaca en el árbol (sectores de la planta en que se ha disminuido el crecimiento provocan una mayor acumulación de carbohidratos), pero para tener éxito en el enraizamiento adventicio también se debe tomar en consideración las condiciones ambientales como la humedad ambiental, temperatura, luz y sustrato (Hartmann y Kester, 1987; Gutiérrez, 1988; Mera, 1990; Muñoz, 1997).

En la propagación por estacas sólo es necesario que se forme un nuevo sistema radicular, ya que existe un sistema caulinar en potencia y yemas vegetativas que aseguran la formación de un vástago (Hartmann y Kester, 1987). En plantas leñosas, las raíces adventicias se originan en diversos tejidos; así, Kramer y Kozlowski (1960), citados por Valenzuela (1988), establecen que las raíces originadas de heridas se desarrollan a partir de yemas en reposo, que se ubican cerca de las ramas muertas o heridas del cambium. Estas raíces pueden originarse en el tallo, cuando aún no se han cortado las estacas, permaneciendo latentes hasta la separación de ellas. Estas estructuras corresponden a raíces preformadas. Al originarse del tallo las raíces adventicias deben generar una conexión vascular completa

con el tallo, de esta forma pueden ser perdurables y funcionales.

#### **1.4 Reguladores del crecimiento.**

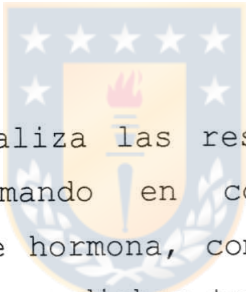
La presencia de sustancias inductoras del enraizamiento, endógenas y/o exógenas, han permitido efectuar grandes avances en la propagación vegetativa (Gutiérrez, 1988). Las sustancias inductoras pueden ser clasificadas en dos categorías; hormonas vegetales propiamente tales, y compuestos sintéticos que actúen como los anteriores.

Las hormonas vegetales de mayor importancia, desde el punto de vista de la formación de raíces adventicias, son las Auxinas (Weaver, 1976), ellas estimulan la actividad cambial, produciendo una movilización de la reserva de nutrientes hacia los sitios de iniciación radicular (Gurumurti et al., 1984; citados por Thirunavoukkarasu, 1995).

Las auxinas elaboradas por los meristemos apicales de los brotes a partir de sustancias producidas por las hojas, excitan primeramente el crecimiento celular y luego su división y de ese modo contribuyen al desarrollo de los brotes jóvenes (Heede y Lecourt, 1981), pero la respuesta de las estacas de tallo a las auxinas sintéticas es variable, dependiendo de la concentración, clase diamétrica y edad de la planta madre (Kumar y Mandal, 1995).

Weaver (1976), señala que existen muchos métodos para aplicar los reguladores de crecimiento a las estacas de tallo. No obstante, los únicos tres métodos que en la

actualidad han llegado a utilizarse en forma práctica son la inmersión rápida (aproximadamente 5 segundos en una solución concentrada del producto disuelto en alcohol), el remojo prolongado (24 horas de remojo con concentraciones del producto químico que va desde 20 ppm en especies de enraizamiento fácil, hasta 200 ppm en las de enraizamiento más difícil) y el polvoreado (200 a 1000 ppm de hormonas en madera blanda y cinco veces esa cantidad en madera dura). Al respecto, McGuire et al. (1988) citado por Thirunavoukkarasu (1995), dicen que el mejor método de enraizamiento es el de inmersión rápida debido a que la auxina disuelta en alcohol puede ser fácilmente absorbida por los tejidos.



En éste trabajo se analiza las respuestas rizogénicas de estacas de Tineo tomando en consideración tanto la concentración y tipo de hormona, como el efecto que ejerce la estación del año en que dichos tratamientos se aplican.

## II MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1 Selección del material (estacas).

Se procedió a extraer estacas de Tineo en quebradas del sector Trongol Bajo, en dos períodos del año (Otoño y Primavera), con el fin de conocer el efecto de la época sobre el enraizamiento. En cada período se seleccionaron individuos juveniles (3-7 años) con una altura que varía entre 1.5 a 3 m desde donde se obtuvieron las estacas. La recolección del material vegetal se realizó en la mañana, para mantener el estado de turgencia del tejido, eligiendo sólo material rígido y macizo ubicado en la base de las ramas, las cuales poseían una longitud mínima de 20 cm. El material seleccionado fue puesto en un recipiente de plumavit, en donde se mantuvieron en un ambiente frío y húmedo por medio de una capa de hielo en la parte superior del recipiente, sin contacto directo con el material vegetal.

### 2.2 Tratamiento de las estacas.

En el laboratorio se confeccionaron estacas de segundo orden de una longitud promedio de 10 cm. El corte en la base de la estaca se realizó en forma oblicua al eje de ésta mediante una tijera podadora, previamente desinfectada. El corte basal se realizó debajo de un nudo o en el punto de unión de una hoja. Se extrajeron las hojas inferiores del tallo, dejando 2 ó 3 hojas apicales, las que se cortaron para reducir la superficie evapotranspirante. En la base de las estacas se procedió a realizar 2 heridas en forma de incisiones longitudinales entrecruzadas, de unos 2 cm aproximadamente, para ser colocadas

posteriormente en un recipiente plástico conteniendo una solución fungicida (Benomilo a 0.3 g/l) para impedir la acción de posibles hongos. Luego de media hora en esta solución, se procedió a la aplicación de los distintos tratamientos auxínicos, para lo cual se utilizó AIB, AIA y ANA en soluciones de 0, 500, 1000, 3000, 5000, 8000 y 10000 ppm, mediante inmersión lenta durante 26 horas, en oscuridad.

Por otro lado, se preparó un sustrato de Vermiculita : Perlita (1:1 v/v) mediante esterilización en horno a una temperatura de 100°C por 24 horas, luego se colocó en la cama caliente y se pusieron las estacas ordenadas por tratamiento.

### **2.3 Condiciones ambientales durante el enraizamiento.**

Después de poner las estacas en la cama caliente, se aplicó el riego una o dos veces al día por un tiempo de cinco minutos dependiendo de las necesidades de humectación del sustrato, con el fin de mantener las condiciones de humedad de la cama caliente necesarias para el enraizamiento. También, cada 15 días se aplicó Benomilo para prevenir la formación y entrada de hongos al sustrato y estacas. La temperatura en el sustrato se mantuvo alrededor de 20 °C.

### **2.4 Diseño experimental.**

En el análisis estadístico del estudio, se utilizó un diseño de Parcela Dividida, en donde la parcela está constituida por el tipo de auxina y la subparcela por las concentraciones de ésta. La unidad muestral fue de 3 estacas, repetida 3 veces. Se aplicó 3 tipos de auxinas con

7 concentraciones distintas, lo que arrojó un total de 63 unidades muestrales para cada estación a evaluar, obteniendo un total de 378 estacas al término del estudio.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de los parámetros establecidos (% enraizamiento, n° de raíces, longitud de raíces, y % mortalidad de estacas). Cuando hubo diferencias significativas, éstas se identificaron mediante el test de Tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .





### III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Enraizamiento de estacas de Tineo en Otoño.

**3.1.1 Porcentaje de enraizamiento.** Los resultados obtenidos para la época de Otoño muestran diferencias significativas de los tratamientos dentro y entre auxinas (Tabla 1). Así, cuando se utiliza ANA, el mayor porcentaje de estacas enraizadas se logra a una concentración de 8000 ppm (77.8%), bajando luego a 55.6% en 3000 ppm. El menor porcentaje de estacas enraizadas con esta auxina se obtuvo con 500 ppm.

En cambio, con AIA existe una menor diferencia, puesto que se obtiene 55.6% de enraizamiento con 1000 y 10000 ppm, 66.7% en 500 y 5000 ppm y la mejor respuesta se obtuvo en 8000 ppm con un 100% de estacas enraizadas. El porcentaje de enraizamiento más bajo se registró en el tratamiento control.

Cuando el inductor rizogénico es AIB, se aprecia que casi todas las concentraciones obtuvieron altos porcentajes de enraizamiento. Es así como en las concentraciones 500, 1000, 5000 y 10000 ppm se registró 77.8%, 100%, 100% y 88.9%, respectivamente. En cambio, se encontró que a 8000 ppm el porcentaje de enraizamiento sólo logra un 11.1 %, esto se puede deber a factores distintos a los evaluados (ambientales) que afectaron negativamente a las estacas.

**Tabla 1. Porcentaje de estacas enraizadas de Tineo, frente a las diferentes concentraciones de auxinas.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	44.4 <sub>b</sub>	22.2 <sub>a</sub>	44.4 <sub>a</sub>	55.6 <sub>a</sub>	44.4 <sub>a</sub>	77.8 <sub>b</sub>	44.4 <sub>a</sub>
AIA	22.2 <sub>a</sub>	66.7 <sub>b</sub>	55.6 <sub>a</sub>	77.8 <sub>ab</sub>	66.7 <sub>b</sub>	100 <sub>b</sub>	55.6 <sub>a</sub>
AIB	22.2 <sub>a</sub>	77.8 <sub>b</sub>	100 <sub>b</sub>	66.7 <sub>a</sub>	100 <sub>c</sub>	11.1 <sub>a</sub>	88.9 <sub>b</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Estos resultados indican que dentro de las auxinas, AIB es el que induce una mejor respuesta al enraizamiento de este tipo de estacas en otoño. Esta inducción está asociada a auxinas endógenas (Heede y Lecourt, 1981; Gutiérrez, 1988) puesto que el control (sin auxina) también logra enraizar, y las auxinas exógenas elevan la tasa de estacas enraizadas. Al utilizar auxinas exógenas se potencia la actividad celular, dando mejor resultado en la inducción rizogénica de estacas leñosas, las cuales, por lo general se comportan como recalcitrantes (Valenzuela, 1988; Hartmann y Kester, 1987).

**3.1.2 Número de raíces.** A medida que aumenta la concentración de ANA, aumenta el número de raíces (Tabla 2), lográndose el valor más alto con 8000 ppm (8 raíces/estaca), siendo significativamente mayor al control (1.9 raíces/estaca). En cambio con AIA, la mejor respuesta se obtiene a 8000 ppm (8.4 raíces/estaca), pero también a 3000 ppm se genera un alto número de raíces (7.6 raíces/estaca), lo que lleva a concluir que el tratamiento se podría realizar a ésta concentración y obtener un 77.8 %

de estacas enraizadas, tal como se observara en la Tabla 1. En el control sólo se logró un promedio de 0.9 raíces/estaca, siendo el valor más bajo de las respuestas. Con AIB existe una mayor amplitud de los resultados puesto que con 500, 1000, 5000, 10000 ppm se obtuvieron los promedios más altos para esta variable (7.3, 7.1, 7.4, 6.5 raíces/estaca, respectivamente) y el más bajo fue el control (0.4 raíces/estaca).

**Tabla 2. Número de raíces presentes en estacas de Tineo frente a diferente concentración auxínica.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	1.9 <sub>b</sub>	2 <sub>a</sub>	2.3 <sub>a</sub>	4.5 <sub>a</sub>	2.9 <sub>a</sub>	8 <sub>b</sub>	3.3 <sub>b</sub>
AIA	0.9 <sub>a</sub>	4.9 <sub>b</sub>	2.6 <sub>a</sub>	7.6 <sub>b</sub>	6.1 <sub>b</sub>	8.4 <sub>b</sub>	1.8 <sub>a</sub>
AIB	0.4 <sub>a</sub>	7.3 <sub>c</sub>	7.1 <sub>b</sub>	4.2 <sub>a</sub>	7.4 <sub>b</sub>	1.3 <sub>a</sub>	6.5 <sub>c</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Las respuestas pueden asociarse a un bajo contenido endógeno de auxinas en la planta, debido a que la aplicación de auxinas exógenas potencia la actividad celular y con ello la formación de raíces adventicias (Valenzuela, 1988; Hartmann y Kester, 1987). En orden decreciente los mejores resultados se obtienen con la aplicación de AIB, AIA y ANA, concidiendo con los resultados obtenidos por Kumar y Mandal (1995) en la especie arbórea Dalbergia sisso Roxb..

**3.1.3 Longitud promedio de raíces (cm).** No se aprecia mayores variaciones en la longitud de raíces entre las diferentes concentraciones de ANA (Tabla 3), pero con 8000 ppm la longitud promedio de raíces es mayor, llegando a 0.9 cm; mientras que en el control, la longitud promedio no pasa de 0.1 cm. Cuando se analiza el efecto de AIA, se observa que las concentraciones de 500 y 8000 ppm originan raíces más largas, con 0.4 y 0.6 cm, respectivamente y a 1000 ppm se originan raíces más cortas (0.03 cm). En cambio con AIB se observa mayor variación en los resultados, llegando a 1 cm promedio en la concentración de 5000 ppm, 0.7 cm en 10000 ppm, y sólo 0.03 cm, en el control.

**Tabla 3. Longitud promedio de raíces (cm) generadas en estacas de Tineo bajo diferentes concentraciones de auxinas.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	0.1 <sub>b</sub>	0.2 <sub>a</sub>	0.2 <sub>b</sub>	0.4 <sub>b</sub>	0.2 <sub>a</sub>	0.9 <sub>c</sub>	0.4 <sub>b</sub>
AIA	0.2 <sub>b</sub>	0.4 <sub>b</sub>	0.03 <sub>a</sub>	0.3 <sub>ab</sub>	0.3 <sub>a</sub>	0.6 <sub>b</sub>	0.1 <sub>a</sub>
AIB	0.03 <sub>a</sub>	0.3 <sub>ab</sub>	0.1 <sub>b</sub>	0.2 <sub>a</sub>	1 <sub>b</sub>	0.3 <sub>a</sub>	0.7 <sub>c</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Por lo general, a mayor concentración la longitud de raíces es mayor, debido a que se produce una mayor diferenciación de los tejidos en primordios radiculares (Heede y Lecourt, 1981); pero a niveles elevados (10000 ppm) esta diferenciación tiende a disminuir (Hartmann y Kester, 1987). La excepción a lo anterior lo constituye AIB, por lo

que la longitud promedio de raíces es fuertemente dependiente del tipo de auxina.

**3.1.4 Mortalidad de estacas (%).** Los resultados de la tabla 4, muestran que con ANA se produjo un gran número de estacas muertas en las concentraciones 500, 1000, 5000, 10000 ppm fluctuando estos valores entre 44.4 y 55.5% estacas muertas. A 8000 ppm se obtuvo el menor % de mortalidad (22.2%). Por otro lado, con AIA se aprecia que en las concentraciones 0 y 10000 ppm hubo un gran número de mortalidad con 55.5 y 44.4% estacas muertas respectivamente, pero a 8000 ppm se aprecia la sobrevivencia del 100% de las estacas. También se observa que en los extremos de las concentraciones del AIB (0 y 8000 ppm) se encuentra el mayor número de estacas muertas con 66.6 y 55.5% respectivamente, pero a 1000 y 5000 ppm se aprecia 100% de sobrevivencia de las estacas.

**Tabla 4. Porcentaje estacas muertas de Tineo bajo diferentes dosis de auxinas.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	33.3 <sub>a</sub>	44.4 <sub>ab</sub>	44.4 <sub>c</sub>	33.3 <sub>a</sub>	55.5 <sub>c</sub>	22.2 <sub>b</sub>	55.5 <sub>b</sub>
AIA	55.5 <sub>b</sub>	33.3 <sub>a</sub>	22.2 <sub>b</sub>	22.2 <sub>a</sub>	33.3 <sub>b</sub>	0 <sub>a</sub>	44.4 <sub>b</sub>
AIB	66.6 <sub>b</sub>	22.2 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	33.3 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	55.5 <sub>c</sub>	11.1 <sub>a</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Estos resultados no muestran una tendencia clara, por lo cual sólo deben tomarse como referencia, estableciendo que la mortalidad de estacas puede deberse a factores distintos

a los aquí evaluados y que por lo general se relacionan con el ambiente (Valenzuela, 1988). Esta mortalidad también se puede deber a un mal empleo de los reguladores del crecimiento (auxinas) (Weaver, 1976).

### 3.2 Enraizamiento de estacas de Tineo en Primavera.

**3.2.1 Porcentaje de enraizamiento.** En primavera no existe diferencia significativa entre el efecto de auxinas y concentración de éstas sobre el porcentaje de enraizamiento de estacas de Tineo. En todos los tratamientos se obtuvo entre un 89 a 100% de enraizamiento (tabla 5).

**Tabla 5. Porcentaje de estacas enraizadas de Tineo frente a las diferentes concentraciones de auxinas.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	100 <sub>a</sub>	88.9 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>
AIA	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>
AIB	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	88.9 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>	100 <sub>a</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Los resultados permiten concluir que los contenidos internos de auxinas u otras sustancias de inducción rizogénica son adecuados para que la rizogénesis tenga lugar sin agregar auxinas exóticas. En tal caso, el material vegetal utilizado sólo requiere las condiciones ambientales mínimas para enraizar (Weaver, 1976; Gutiérrez, 1988; Mera, 1990), relacionándose más a temperatura de sustrato que a tipo y concentración de auxina.

**3.2.2 Número de raíces.** De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 6, se puede afirmar que para formar raíces en primavera, esta especie no necesita de tratamientos auxínicos, debido a que el control presenta un buen número de raíces (13.7, 9.4 y 6.9 raíces/estacas en ANA, AIA y AIB, respectivamente).

**Tabla 6. Número de raíces presentes en estacas de tineo frente a diferente concentración auxínica.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	13.7 <sub>b</sub>	8.7 <sub>a</sub>	>25 <sub>c</sub>	8.8 <sub>a</sub>	9.4 <sub>a</sub>	13.1 <sub>b</sub>	11 <sub>a</sub>
AIA	9.4 <sub>a</sub>	10 <sub>a</sub>	7.9 <sub>a</sub>	6.7 <sub>a</sub>	9.6 <sub>a</sub>	8.9 <sub>a</sub>	9.9 <sub>a</sub>
AIB	6.9 <sub>a</sub>	13.8 <sub>ab</sub>	12 <sub>ab</sub>	8.6 <sub>a</sub>	8 <sub>a</sub>	7.4 <sub>a</sub>	11.4 <sub>a</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Dada las condiciones óptimas para enraizar en esta época, las estacas responden mejor al tratamiento de inducción rizogénica (Weaver, 1976; Gutiérrez, 1988); (Mera, 1990).

**3.2.3 Longitud promedio de raíces (cm).** Los resultados muestran que en ANA los efectos en la longitud de las raíces se ven aumentados en el control y 10000 ppm, ambos con 0.6 cm, en cambio los menores valores se logran a 1000 y 3000 ppm con 0.2 cm (tabla 7). Cuando se analiza el efecto de AIA, se observa que al aplicar auxina a bajas concentraciones (500 y 1000 ppm) se logran los valores más altos de elongación radicular (0.4 cm), pero con 0 y 3000 ppm se obtienen los valores más bajos (0.08 cm). En AIB no

se aprecia gran diferencia en la longitud radicular, entre las diferentes concentraciones auxínicas utilizadas, siendo mejor la aplicación de 8000 ppm (0.3 cm) y el resultado más bajo con el control (0.07 cm).

**Tabla 7. Longitud promedio de raíces (cm) generadas en estacas de Tineo bajo diferentes concentraciones de auxinas.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	0.6 <sub>b</sub>	0.4 <sub>b</sub>	0.2 <sub>a</sub>	0.2 <sub>b</sub>	0.4 <sub>c</sub>	0.4 <sub>b</sub>	0.6 <sub>b</sub>
AIA	0.08 <sub>a</sub>	0.4 <sub>b</sub>	0.4 <sub>b</sub>	0.08 <sub>a</sub>	0.2 <sub>b</sub>	0.2 <sub>a</sub>	0.2 <sub>a</sub>
AIB	0.07 <sub>a</sub>	0.1 <sub>a</sub>	0.2 <sub>a</sub>	0.08 <sub>a</sub>	0.1 <sub>a</sub>	0.3 <sub>ab</sub>	0.2 <sub>a</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Bajo condiciones ambientales óptimas, se obtiene mayor tasa de diferenciación y división celular, lo cual contribuye a una mejor respuesta en la longitud de raíces adventicias (Weaver, 1976; Heede y Lecourt, 1981; Mera, 1990).

**3.2.4 Mortalidad de estacas (%).** Correspondiente con las elevadas tasas de enraizamiento registradas en esta época, los resultados de mortalidad de estacas se ven minimizadas (tabla 8), presentándose sólo 11.1% de estacas para ANA y AIB en concentraciones de 500 y 1000 ppm, respectivamente.



**Tabla 8. Porcentaje estacas muertas de Tineo bajo diferentes dosis de auxinas.**

Auxina	Concentración auxínica (ppm)						
	0	500	1000	3000	5000	8000	10000
ANA	0 <sub>a</sub>	11.1 <sub>b</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>
AIA	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>
AIB	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	11.1 <sub>b</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>	0 <sub>a</sub>

**En el análisis estadístico se compararon diferentes hormonas a la misma concentración mediante el test de tukey a un nivel de  $P \leq 0.05$ .**

Las mayores tasas de supervivencia de estacas, pueden explicarse por las mejores condiciones ambientales registradas en primavera, lo que se asocia también con el aumento de la tasa de enraizamiento adventicio (Weaver, 1976; Mera, 1990).

En ensayos efectuados en forma paralela a los de esta tesis, se puede apreciar que al mezclar ANA, AIA y AIB, a 8000, 3000 y 5000 ppm, y a 5000, 8000 y 8000 ppm respectivamente se acelera el proceso de formación de raíces, ya sea en Otoño o Primavera, lo que lleva a formular un nuevo estudio para determinar cuál mezcla es la más óptima para enraizar Tineo. Hitchcock y Zimmermann (1940) citados por Weaver (1976), establecen, en general, que si se combinan las sustancias reguladoras del crecimiento éstas son más eficientes en la formación de raíces adventicias.

#### IV CONCLUSIONES

- El enraizamiento de estacas de Tineo en Otoño es dependiente de tratamientos auxínicos; no así en Primavera.
- En general, en todas las variables evaluadas, la mejor respuesta se obtiene con AIB y en menor grado con AIA y ANA, respectivamente.
- El control de los factores ambientales, tales como la posición de la estaca en la cama de enraizamiento, la humedad y temperatura del sustrato, entre otros, pueden ayudar a controlar la inducción rizogénica en Tineo.
- *Weinmannia trichosperma* cav. posee una elevada capacidad rizogénica en Primavera, lo que permite multiplicar la especie en forma fácil y a bajo costo.

## V RESUMEN

Estacas de segundo orden de 11 cm de longitud de *Weinmannia trichosperma cav.* fueron obtenidas de individuos juveniles en Otoño y Primavera de 1998. Estas fueron sometidas a un baño de fungicida y a la acción de ANA, AIA, AIB a concentraciones de 0, 500, 1000, 3000, 5000, 8000, 10000 ppm durante 26 horas. La manifestación radicular se llevó a cabo en camas calientes utilizándose como sustrato vermiculita : perlita (1:1 v/v).

Los resultados muestran que *W. trichosperma cav.* enraiza mejor en Primavera. Es así, como en general las auxinas a diferentes concentraciones logran un 100% de estacas enraizadas. En Otoño, los resultados muestran que AIB a 1000 y 5000 ppm logran el 100% de estacas enraizadas. De este trabajo se puede concluir que en Otoño se recomienda la utilización de auxinas para inducir la formación de raíces adventicias en estacas de Tineo, en cambio en Primavera no es necesario, debido a que las estacas del control poseen un alto nivel auxínico endógeno, por ello presentan buen enraizamiento al otorgarles las condiciones ambientales propicias para tal efecto. Al poseer una alta tasa rizogénica, permite que esta especie se pueda multiplicar en forma fácil y a bajo costo.

## SUMARY

Second orden *Weinmannia trichosperma cav.* cuttings of 11 cm long were obtained from seedlings in Autumm and Spring of 1998. Cuttings were subjected to a fungicidal solution and to the action of NAA, IAA and IBA in concentrations of 0,500,1000,3000,5000,8000 and 10000 ppm with a duration of 26 hours. The rooting was made in greenhouse conditions over a hot bed, the substrate occuppied was vermiculite and pearl (1:1, v/v).

The results show that *W. trichosperma cav.* Roots better in Spring. Thus, in general, auxins attain a 100% rootings at differents concentrations. In Autumm, the results show that IBA in 1000 and 5000 ppm attain a 100% rooting cuttings.

From this work we can conclude that in Autumm the use of auxins is recommended in order to induce root formation in Tineo cuttings. On the other hand, this is not necessary in Spring, on account that control have a high level endogenous auxins, for that reason they present good rooting rate in giving them favorable environmental conditions for such effect. By possessing a high rooting rate it permits this species to beable to multiply in an easy way and with a low cost.

## VI BIBLIOGRAFIA

- 1.- AWAD, G. 1993. Propagación vegetativa de seis especies vegetales nativas con posibilidades ornamentales. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- 2.- CORPORACION NACIONAL FORESTAL.(CONAF). 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
- 3.- CORPORACION NACIONAL FORESTAL.(CONAF). 1996. Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile. Ministerio de Agricultura. Edición Muñoz, Nuñez, Yañez. Santiago, Chile.
- 4.- DONOSO, C.1995. Bosques templados de Chile y Argentina, variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- 5.- GUTIERREZ, T. E. 1988. Enraizamiento de estacas de especies nativas chilenas, mediante el uso de auxinas sintéticas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 74 pp.

- 6.- HARTMANN, H. y KESTER, D. 1987. Propagación de plantas Principios y prácticas. Compañía Editorial Continental. México. 758 pp.
- 7.- HEEDE, V. D. y LECOURT, M. 1981. El estaquillado: Guía práctica de multiplicación de las plantas. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.
- 8.- KUMAR, P. y MANDAL, A. 1995. Effect of position and age of cuttings and auxins on induction and growth of roots in Dalbergia sissoo Roxb. The Indian Forester 121(3):201-205.
- 9.- MERA, E. 1990. Propagación vegetativa en Quillay. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción. Chile
- 10.- MUÑOZ, M. 1997. Efecto del n° de hojas y concentración de IBA en el enraizamiento de estaquillas de Eucalyptus globulus. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- 11.- PEÑA, A. 1979. Estudio de la propagación vegetativa en las especies Acacia cyanophilla Lindl., Atriplex repanda Phil. y Atriplex nummularia. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 120 pp

- 12.- RODRIGUEZ, R.; MATTHEI, O.; QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 pp.
- 13.- RODRIGUEZ, G. ; RODRIGUEZ, R. ; BARRALES, H. 1995. Plantas ornamentales chilenas. Gráfica Lamas. Concepción, Chile. 30 pp.
- 14.- SABJA, A. M. 1980. Métodos de Propagación vegetativa de algunas especies leñosas chilenas con posibilidades ornamentales. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- 15.- THIRUNAVOUKKARASU, M. 1995 Induction of rooting in leafy shoot cutting of Cinnamomum zeylanicum Breyn. By IBA. The Indian Forester 122(3)258-261.
- 16.- VALENZUELA, R. 1988. Efecto del periodo obtención de estacas y acción del Ac. Indol Acético (AIA) en el enraizamiento de Avellano Europeo (Corylus Avellana). Tesis de Grado. Fac. de Ciencias Forestales. Universidad Austral, Valdivia, Chile.
- 17.- WEAVER, R. J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas. México. 622 pp.

## VI ANEXO

### % Estacas enraizadas (Otoño)

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	2041411	20	102070.55	2.91	1.82
Factor A aux.	4240.46	2	2120	0.06	3.22
Factor B conc.	10470.24	6	1745.04	0.05	2.32
InteracciónA*B	2026700	12	168891.67	4.82	1.99
Error	1472607	42	35062.07		
Total	568803.6	62			

### N° raíces totales (Otoño)

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	11306.47	20	565.32	3.09	1.82
Factor A aux.	20.89	2	10.44	0.06	3.22
Factor B conc.	144.26	6	24043	0.13	2.32
InteracciónA*B	11141.33	12	928.44	5.08	1.99
Error	7676.68	42	182.78		
Total	3629.79	62			

### Longitud promedio de raíces (Otoño)

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	63	20	3.13	3.49	1.82
Factor A aux.	0.12	2	0.06	0.07	3.22
Factor B conc.	1.57	6	0.26	0.29	2.32
InteracciónA*B	60.96	12	5.08	5.66	1.99
Error	37.69	42	0.89		
Total	24.96	62			



**% Mortalidad (Otoño)**

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	641794.2	20	32089.71	3.09	1.82
Factor A aux.	2363.18	2	1182	0.11	3.22
Factor B conc.	5044.19	6	840.69	0.08	2.32
InteracciónA*B	634386.8	12	52865.57	5.09	1.99
Error	436261.9	42	10387.19		
Total	205532.3	62			

**%Estacas enraizadas (Primavera)**

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	5551423	20	277571.15	2.70	1.82
Factor A aux.	35.27	2	18	0.0002	3.22
Factor B conc.	176.33	6	29.39	0.0003	2.32
InteracciónA*B	5551211	12	462600.92	4.50	1.99
Error	4315935	42	102760.36		
Total	1235487	62			

**N° raíces totales (Primavera)**

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	55204.93	20	2760.25	2.41	1.82
Factor A aux.	39.69	2	20	0.02	3.22
Factor B conc.	61.50	6	10.25	0.01	2.32
InteracciónA*B	55103.74	12	4591.98	4.00	1.99
Error	48186.92	42	1147.31		
Total	7018.01	62			

**Longitud promedio de raíces (Primavera)**

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	41.741	20	2.087	3.030	1.82
Factor A aux.	0.659	2	0.3295	0.4785269	3.22
Factor B conc.	0.2756	6	0.0459	0.0667082	2.32
InteracciónA*B	40.806	12	3.4	4.9377593	1.99
Error	28.92	42	0.68857		
Total	12.817	62			

**% Mortalidad(Primavera)**

TABLA ANDEVA

F. de V.	SC	g.l.	MSC	F	F Tabla
Tratamientos	1.410	20	70.5	-3.998163	1.82
Factor A aux.	35	2	18	-0.999824	3.22
Factor B conc.	176.33	6	29.38833	-1.666657	2.32
InteracciónA*B	1199.05	12	99.92083	-5.666664	1.99
Error	-740.59	42	-17.63309		
Total	2151.24	62			

