



# UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

**Propagación por esquejes de tres especies medicinales  
*Buddleja globosa* Hope., *Aristolelia chilensis* (Mol) Stuntz. y  
*Aloysia triphylla* L'Her. mediante el uso de ácido indolbutírico**

Tesis presentada como parte de  
los requisitos para optar al  
grado de licenciado en  
Agronomía.

**Rodrigo Alejandro Oyanadel Segovia**  
Valdivia Chile 2002

PROFESOR PATROCINANTE

FIRMA

Peter Seemann F.  
Ing. Agr. Dr. rer.hort.

---

PROFESORES INFORMANTES

Ricardo Fuentes P.  
Ing. Agr., M. Sc.

---

Nancy Andrade S.  
Ing. Agr., M.Sc.

---

A mi querida familia gracias por el apoyo de tantos años en especial a la Chabelita y Gloria quienes compartieron con migo muchas de mis penas y alegrías.

No puedo dejar de agradecer a mis amigos y compañeros con quienes compartí una hermosa etapa de la vida. Especial agradecimiento a Don C. Walkenhot (y asu familia), Flaca Coté, Mc Cabello, [Dport@AxeBah.com](mailto:Dport@AxeBah.com), Diablo, Loretiño, Carito R., Daniela, Chico Torres, Claudita, ML, Sra Nelly, Sra Magali, Paolita, Leonel H.

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Definición de planta medicinal	3
2.2	Descripción de las especies	3
2.2.1	<i>Buddleja globosa</i> Hope.	3
2.2.1.1	Descripción botánica	3
2.2.1.2	Distribución geográfica	4
2.2.1.3	Usos del matico	5
2.2.1.4	Antecedentes de propagación	6
2.2.2	<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stuntz	6
2.2.2.1	Descripción botánica	6
2.2.2.2	Distribución geográfica	7
2.2.2.3	Usos del maqui	8
2.2.2.4	Antecedentes de propagación	8
2.2.3	<i>Aloysia triphylla</i> L'Her.	9
2.2.3.1	Descripción botánica	9
2.2.3.2	Distribución geográfica	9
2.2.3.3	Usos del cedrón	10
2.2.3.4	Antecedentes de propagación	11
2.3	Aspectos generales de la propagación vegetativa	11
2.4	Propagación vegetativa por estacas de tallo	12
2.5	Origen y desarrollo anatómico de raíces adventicias	12
2.6	Factores que afectan la regeneración de raíces	13
2.6.1	Reguladores de crecimiento	14

Capítulo		Página
2.6.1.1	Auxinas	14
2.6.1.1.1	Cofactores	19
2.6.1.1.2	Inhibidores	20
2.6.2	Nutrición de la planta madre	20
2.6.3	Edad de la planta madre	22
2.6.4	Tipo de estaca	22
2.6.5	Época de recolección	23
2.6.6	Condiciones ambientales	24
2.6.6.1	Temperatura	24
2.6.6.2	Luz	24
2.6.6.3	Agua	25
2.6.6.4	Sustrato	25
2.6.7	Tratamiento mecánico	27
2.7	Desinfección	27
3	MATERIAL Y MÉTODO	28
3.1	Material	28
3.1.1	Ubicación del ensayo	28
3.1.2	Material vegetal	28
3.1.3	Lugar de colecta del material vegetal	28
3.1.4	Material de colecta	29
3.1.5	Material de invernadero	29
3.1.5.1	Cama de propagación	29
3.1.5.2	Instalaciones	29
3.1.6	Material de laboratorio	30
3.2	Método	30
3.2.1	Recolección de material vegetal	30
3.2.2	Selección del material vegetal	31

Capítulo		Página
3.2.3	Tratamiento de esquejes	31
3.2.3.1	Tratamiento mecánico	31
3.2.3.2	Tratamiento con auxina	31
3.2.3.3	Desinfección	32
3.2.3.4	Parámetros a evaluar	32
3.2.4	Condiciones ambientales	32
3.2.4.1	Sustrato	33
3.2.4.2	Temperatura	33
3.2.4.3	Agua	33
3.2.4.4	Luz	33
3.2.5	Duración del ensayo	33
3.2.6	Diseño experimental y análisis estadístico	33
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
4.1	Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de esqueje sobre el crecimiento radical y aéreo en estacas de <i>B. globosa</i>	35
4.2	Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de esqueje sobre el crecimiento radical y aéreo en estacas de <i>A. chilensis</i>	43
4.3	Efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre el crecimiento radical y aéreo en estacas de <i>A. triphylla</i>	49
5	CONCLUSIONES	54
6	RESUMEN	57
	SUMMARY	59

Capítulo		Página
7	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXOS	69

## INDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Matico ( <i>Buddleja globosa</i> )	4
2	Maqui ( <i>Aristotelia chilensis</i> )	7
3	Cedrón ( <i>Aloysia triphylla</i> )	10
4	Sistema de riego intermitente	30
5	Enraizamiento de <i>B. globosa</i> . Grado 6.	38
6	Efecto del AIB sobre la calidad de enraizamiento en <i>B. globosa</i> (Tukey 99%)	39
7	Efecto del AIB sobre el número de brotes en <i>B. globosa</i> (Tukey 99%)	40
8	Interacción entre concentraciones de AIB y el tipo de esqueje empleado con respecto al parámetro número de brotes en <i>B. globosa</i> (Tukey 99%)	43
9	Efecto del AIB sobre el largo de brotes en <i>A. chilensis</i> (Duncan 95%)	45
10	Enraizamiento de <i>A. chilensis</i> . (a) grado 1 ; (b) grado 6	46
11	Interacción entre concentraciones de AIB y el tipo de esqueje empleado con respecto al parámetro largo de brotes en <i>A. chilensis</i> (Tukey 99%).	48
12	Interacción entre concentraciones de AIB y el tipo de esqueje empleado con respecto al parámetro número de brotes en <i>A. chilensis</i> (Tukey 99%).	49
13	Enraizamiento de cedrón. (a) grado 1; (b) y (c) grado 3; (d) grado 6	51
14	Efecto del AIB sobre el porcentaje de enraizamiento en <i>A. triphylla</i> (Tukey 95%).	53



**INDICE DE CUADROS**

Cuadros		Página
1	Tratamientos auxinicos para las diferentes especies	31
2	Fechas de inicio y término del ensayo por especie	33
3	Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento radical en matico	36
4	Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento aéreo en matico	37
5	Efecto del tipo de estaca sobre el crecimiento radical en matico	41
6	Efecto del tipo de estaca sobre el crecimiento aéreo en matico	42
7	Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento radical y aéreo en maqui	44
8	Efecto del tipo de esqueje sobre el crecimiento radical y aéreo en <i>A. chilensis</i>	47
9	Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento radical en <i>A. triphylla</i>	50
10	Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento aéreo en <i>A. triphylla</i>	52

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Análisis de varianza para los parámetros evaluados en esquejes de matico	70
2	Análisis de varianza para los parámetros evaluados en esquejes de maqui	73
3	Análisis de varianza para los parámetros evaluados en esquejes de cedrón	76
4	Test de comparación de media de Tukey en esquejes de matico	79
5	Test de comparación de media de Tukey y Duncan en esquejes de maqui	84
6	Test de comparación de media de Tukey (95%) del parámetro porcentaje de enraizamiento en esquejes de cedrón	86
7	Valores promedios matico	87
8	Valores promedios maqui	88
9	Valores promedios cedrón	89
10	Registro de temperaturas ambientales bajo invernadero (en °C), período enero-marzo de 1999	90
11	Promedios semanales de fotoperíodo (horas de luz) para los 40°S, período enero-marzo	93

## 1. INTRODUCCION

Las plantas han sido no sólo una fuente de alimento para el hombre o sus animales, sino también una parte importante de su cultura, religión, salud, etc. en las diferentes civilizaciones. Por ello, en la actualidad es de gran interés la investigación de las plantas en búsqueda de sus propiedades en especial, las medicinales.

Hoy en día se está observando una nueva tendencia, el regreso a lo natural, demostrándose esto en la aparición de los “nuevos” productos orgánicos, la elección de sustancias no contaminantes, la preferencia por productos reciclados y la búsqueda en la naturaleza de nuevas curas que alivien de enfermedades al hombre.

La utilización de plantas medicinales para el alivio de enfermedades no sólo es una moda pasajera, sino más bien, es una parte importante en el mercado de la salud, llenando el vacío entre la oferta y la demanda de medicamentos en los países en desarrollo y como una forma alternativa de sanación.

En términos de cultivo la recolección de plantas medicinales y aromáticas debería realizarse sin perder de vista las medidas de conservación, ello para no dañar dramáticamente el recurso y resguardar la variabilidad de las especies. Por lo anterior, se hace necesario seleccionar, mantener y propagar las plantas seleccionadas.

Por consiguiente, se hace necesario contar con medios rápidos,

eficientes y económicos para poder mantener las características genéticas de las plantas medicinales, como también lograr una rápida propagación de éstas.

Al respecto, se plantea como hipótesis, que es factible propagar vegetativamente las especies matico, maqui y cedrón mediante técnicas de estaquillado. Por este motivo, el objetivo del presente trabajo es determinar el efecto del ácido indolbutírico, sobre la calidad, porcentaje del enraizamiento, el número y largo de brotes en los esquejes de tres especies medicinales matico (*Buddleja globosa*), maqui (*Aristotelia chilensis*) y cedrón (*Aloysia triphylla*).

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Definición de planta medicinal:

De acuerdo con la OMS (Organización Mundial de la Salud), las plantas medicinales corresponderían a todo vegetal que contiene en uno o más de sus órganos sustancias que pueden ser utilizadas con fines terapéuticos o que son precursores por hemisíntesis farmacéutica (MONTES et al., 1992).

La séptima parte de las especies vegetales, son consideradas como plantas medicinales ya que son capaces de elaborar principios activos. Estos últimos corresponden a sustancias que ejercen una actividad farmacológica, beneficiosa o perjudicial para el organismo vivo (FERNÁNDEZ, 1994).

### 2.2 Descripción de las especies.

A continuación se presentan diversos antecedentes de las plantas empleadas en el presente trabajo de tesis.

#### 2.2.1 *Buddleja globosa* Hope.

Familia: Buddlejaceae.

Nombre común: Matico, panil, pañil, palniñ, palguin, panguin.

**2.2.1.1 Descripción botánica.** Esta planta perenne puede llegar hasta los 3 metros de altura, posee hojas opuestas, entre 10 a 15 cm de largo, lanceoladas y de borde almenado; rugosas en la superficie superior y felpudas en la parte inferior (HOFFMANN et al., 1992).

Los pelos que cubren las partes nuevas y cara inferior de las hojas son unicelulares, constan de un pequeño pedículo que se divide en cuatro

ramificaciones horizontales (MELLADO, 1923).

Las flores son hermafroditas, amarillas a anaranjado, dispuestas en densas cabezuelas globosas (Figura 1), pedunculadas de 1.5 a 2 cm de diámetro. Su fruto corresponde a una cápsula bivalva (RODRIGUEZ *et al.*, 1983).



**FIGURA 1 Matico (*Buddleja globosa*)**

FUENTE: Adaptado de OREGON STATE UNIVERSITY (2002).

Las semillas del matico son muy pequeñas, estimándose de 1 a 1.5 millones por kilogramo (VOGEL, 2000).

Este arbusto correspondería a una especie dioica, presentando en las flores femeninas estaminodios<sup>1</sup>.

2.2.1.2 Distribución geográfica. En Chile el género se encuentra

---

<sup>1</sup> RIVEROS, M. (2001). Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

representado por dos especies, utilizándose solamente el matico (*B. globosa*) como una especie medicinal, la cual crece en forma silvestre en cerros y quebradas entre Santiago y Chiloé (HOFFMANN et al., 1992), la otra especie correspondería a *B. gayana* (Benth) (LOPEZ., 1980).

Esta especie se encuentra creciendo naturalmente, además de Chile, en Perú y en Argentina, incluso se le encuentra fuera de sus límites naturales gracias a su cultivo (RODRIGUEZ et al., 1983).

2.2.1.3 Usos del matico. Para los mapuches el matico posee características vulnerarias, empleada también contra dolencias internas (HOFFMANN et al., 1992).

Gusinde (1936) citado por HOFFMANN et al. (1992), señala su uso contra el reumatismo, aplicando a la zona afectada hojas envueltas en un paño previamente maceradas y calentadas.

Tanto las hojas como las flores se emplean en medicina popular, ya sea para curar heridas, tratar úlceras y/o atacar afecciones intestinales (FERNÁNDEZ, 1994) .

ROZZI (1984), indica que la infusión de esta planta serviría para el control de tenia solitaria (*Tenia solium* L.), empleando para ello una parte de matico, dos partes de romero y dos de huingon, teniendo que agregarle pepas de zapallo molido al momento de beber.

Esta especie se destaca por sus múltiples usos medicinales ya sea para las enfermedades de estómago, colitis, pulmón o cualquier herida interior (MUÑOZ et al., 1981; VILLAGRAN et al., 1983).

---

Otro uso de esta planta, correspondería a la tinción de tejidos, confiriendo un color café a las prendas (FERNÁNDEZ, 1994; RATHGEB, 1999b).

2.2.1.4 Antecedentes de propagación. En la propagación de esta especie se emplean tanto las semillas como las estacas, siendo las primeras las que poseen las más altas capacidades generativas (en primavera-verano previo remojo por 48 hrs). Las estacas enraízan fácilmente con concentraciones entre 500 y 2000 ppm de AIB (ácido indolbutírico) o ANA (ácido naftalenacético) en un medio de buen drenaje y en cama caliente (VOGEL, 2000).

## 2.2.2 *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz

Familia: Elaeocarpaceae.

Nombres populares: Maqui, maquie, clon, queldron, koelon.

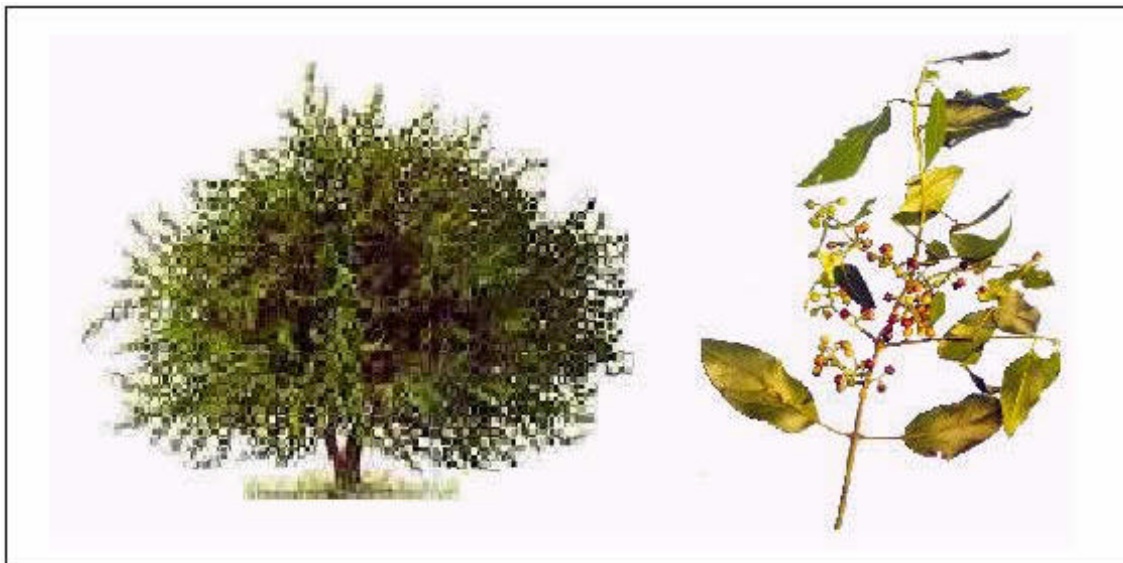
2.2.2.1 Descripción botánica. Es un pequeño árbol siempre verde, de unos 4 a 5 metros de altura (Figura 2). Posee ramas delgadas y flexibles, de corteza lisa. Hojas opuestas, de forma oval y de borde aserrado. Su fruto es esférico de, color negro (HOFFMANN et al., 1992).

Las flores poseen un color amarillo pálido, de unos 5 a 6 mm. de diámetro con un cáliz compuesto por 5 sépalos lanceolados y una corola 5 pétalos. La flor masculina con 10 a 15 estambres, dispuestos en dos verticilos, que rodean a un ovario rudimentario. Las flores femeninas poseen un ovario grueso verdoso y trilocular (RODRIGUEZ et al., 1983).

El fruto al llegar a la madurez corresponde a una baya de color negro brillante, de 4 a 5 mm. de diámetro. Contenidas en esta baya se encuentran 2 a 4 semillas angulosas de 3 mm de largo y 2 mm de ancho (RODRIGUEZ et al.,



1983). Céspedes (1988), citado por BITTNER et al. (1995), menciona que el color púrpura del fruto se debe a la presencia de antocianidinas.



**FIGURA 2 Maqui (*Aristotelia chilensis*)**

FUENTE: Árbol adaptado de ARANCIBIA et al., (Sf)

2.2.2.2 Distribución geográfica. En Chile crece desde Limarí hasta Aisén, tanto en el Valle Central como en los faldeos de ambas cordilleras, encontrándose desde casi el nivel del mar hasta los 2500 m.s.n.m. (RODRIGUEZ et al., 1983).

Esta especie es capaz de colonizar terrenos recientemente despejados, utilizando eficientemente los nutrientes del suelo, logrando de este modo retener los nutrientes en el sistema al evitar la erosión (RODRÍGUEZ y MALDONADO, 1997)

Según Silva y Bittner (1992), citados por POBLETE (1997), esta familia está representada en Chile por tres especies, *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz, *Crinodendron hookerianum* Gay. (chaquihue) y *Crinodendron patagua*

Mol. (patagua).

2.2.2.3 Usos del maqui. Los frutos se utilizan por su riqueza de taninos contra diarreas (MONTES y WILKOMIRSKY, 1985). De estos frutos se puede hacer una chicha, la cual posee propiedades astringentes y además funcionaría como una especie de tónico (Murillo, 1889 citado por HOFFMANN et al., 1992).

Las hojas machacadas pueden servir como cataplasmas, aplicando éstas en la espalda para disminuir la fiebre (ZIN y WEISS, 1998).

Houghton y Manby (1985), citados por HOFFMANN et al. (1992) y MUÑOZ et al. (1981), señalan que la infusión de las hojas se emplea para la curación de las heridas, tumores, garganta inflamada, además de febrífugo y analgésico.

El maqui también es empleado para la tinción, tomando sus frutos y mezclándolos con las raíces de llampangue (*Francoa appendiculata* Cav.) (MUÑOZ, 1994)

Su madera se emplea en artesanía y para la construcción de instrumentos musicales por ser frágil y sonora, además de este uso también se le emplea como cuerda (DOLL et al. 1999).

Esta especie es empleada frecuentemente en jardinería, siendo utilizada tanto en áreas verdes pequeñas o grandes, disponiéndose en forma aislada o formando matorrales (PEREZ, 1997).

2.2.2.4 Antecedentes de propagación. DOLL et al. (1999), indican que esta planta posee una buena reproducción vegetativa, ello sería la razón por la cual es poca la información acerca de su reproducción sexual. Es posible lograr un

77 % de germinación entre otoño e invierno luego de una inmersión por 72 hrs. y en un medio que contenga arena, manteniendo la temperatura entre 23 y 25 °C.

DOLL et al. (1999), recomiendan para su reproducción vegetativa emplear estacas apicales sin lesión basal y usando arena como sustrato de propagación. Además de ello el autor recomienda no emplear concentraciones superiores a 1000 ppm de AIB o ANA.

### **2.2.3 *Aloysia triphylla* (L'Her.)**

Familia Verbenaceae.

Nombre común: Cedrón, Lemon verbena, Hierva Luisa.

2.2.3.1 Descripción botánica. Es un arbusto de hojas caducas de unos 5 m. Sus hojas son lanceoladas dispuestas en grupos de tres (Figura 3), teniendo un largo de 8 a 10 cm, poseyendo un borde liso y de color verde pálido (GRIEVE, sf.).

Los tallos son largos, delgados y surcados por pequeñas “costillas longitudinales” (CABRERO, 1997).

Sus diminutas flores, blancas o rosado claro, se agrupan en panículas terminales de 10 a 15 cm de largo (RATHGEB, 1999).

2.2.3.2 Distribución geográfica. Esta especie si bien algunos autores la consideran nativa (MONTES et al., 1992), ello no sería tal<sup>2</sup>, sino a una especie de origen americano, encontrándose en Chile en estado de cultivo (ACEVEDO,

---

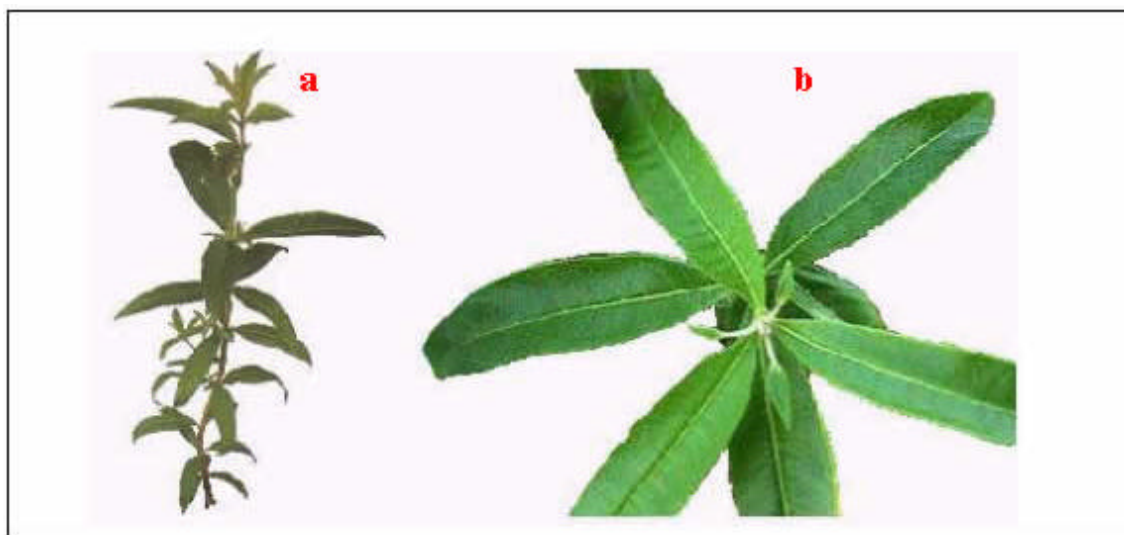
<sup>2</sup> MEZA, I. (2000). Investigador, Museo Nacional de Historia Natural de Santiago Sección Botánica. Comunicación personal.

1951; MARTICORENA y QUEZADA, 1985)

Esta planta prefiere suelos franco arenosos y permeables, prosperando en clima templado-cálido, cálido incluso en climas templado al resguardo de bajas temperaturas. Siendo cultivado en la zona norte y central del país (Muñoz, 1987 citado por CABRERO, 1997).

El cedrón es sensible al frío y posee altos requerimientos de agua (PURDUE UNIVERSITY, 1997).

ROZZI (1984), atribuye a esta planta propiedades tranquilizantes, incluso señala que algunos terapeutas la recomiendan para conciliar el sueño en casos de insomnio y destacarla como una buena infusión para el relajamiento.



**FIGURA 3 Cedrón (*Aloysia triphylla*).**

FUENTE: (a) modificado de THE WHOLE HERB (2002)

(b) Adaptado de SISA (2002).

2.2.3.3 Usos del cedrón. Esta planta se emplea como febrífugo, sedante y como un antiespasmódico (GRIEVE, sf.).

Según RATHGEB (1999), esta planta también se emplea contra migrañas, vértigo, náuseas e incluso contra el insomnio.

Con sus hojas molidas se pueden hacer cataplasmas las que pueden calmar el dolor de muelas (ZIN y WEISS, 1998).

2.2.3.4 Antecedentes de propagación. ORELLANA (1996), señala que esta planta se puede multiplicar tanto por semillas como por medio de mugrones y estacas. Sin embargo existiría una baja o nula germinación de las semillas<sup>3</sup>.

Con respecto a su reproducción vegetativa se recomienda recolectar estacas en otoño–invierno con un diámetro de 0.5-1.0 cm y de unos 15 cm de largo. Estas estacas se untan en enraizantes y se colocan en un sustrato de arena y tierra. Cuando se trata de brotes tiernos, es posible enraizarlos en camas calientes y aplicando solución hormonal en forma líquida<sup>4</sup>.

### **2.3 Aspectos generales de la propagación vegetativa.**

La propagación asexual consiste en la multiplicación empleando partes vegetativas de la planta, ello es posible gracias a dos características de las células vegetales, la totipotencia y la desdiferenciación (HARTMANN y KESTER, 1998).

La propagación vegetativa es importante para preservar la homogeneidad genética de las plantas, distinguiéndose en diferentes áreas tales como: en la horticultura, floricultura, forestal y en el mejoramiento convencional (SHAMSHADb, 1995). Este método se ha empleado para multiplicar rápidamente un gran número de especies, siendo de gran importancia en la reforestación en zonas áridas, en donde un rápido crecimiento

---

<sup>3</sup> DÉLANO, I. (2000). Ingeniero Agrónomo Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, La Platina. Comunicación personal.

<sup>4</sup> ITURRIETA, R. (1998). Director ejecutivo Vivero ADEPU Ltda. Comunicación Personal.

y desarrollo es importante.

Sabja (1980), citado por AWAD (1993), señala que existen varios métodos de propagación vegetativa, tales como el acodado, la injertación, el estaquillado, el cultivo de tejidos, etc. Entre los cuales el método más utilizado es la propagación por estacas, la cual consiste en separar una zona de la planta con algún tipo de yema activa, como por ejemplo, segmentos de tallos o raíces que poseen estos meristemas, para inducir el desarrollo del sistema aéreo, radical o ambos.

#### **2.4 Propagación vegetativa por estacas de tallo.**

Muchas son las plantas que se propagan por medio de estacas de tallo, dependiendo su tipo de la condición de la madera y la época del año (HARRIS, 1982).

La multiplicación a partir de estacas o esquejes, explota la capacidad de algunas plantas en las que un fragmento vegetal puede convertirse en una nueva planta totalmente desarrollada. En este proceso regenerativo, las raíces desarrolladas, ya sea de un fragmento de tallo, hoja o de yema, se denomina raíces adventicias (TOOGOOD, 2000).

#### **2.5 Origen y desarrollo anatómico de raíces adventicias.**

La formación de raíces depende fundamentalmente de una serie de factores internos o endógenos, los que interactúan en forma compleja y generan un amplio rango de efectos sobre el metabolismo, crecimiento y diferenciación (GUTIÉRREZ, 1995).

Se puede distinguir dos tipos de raíces adventicias, las ya existentes o preformadas y las raíces de lesión. Las primeras se desarrollan en tallos y

ramas cuando todavía están adheridos a la planta madre, pero que emergen cuando se separan de esta última. Las estacas de lesión, forman raíces posterior a la elaboración de la estaca (HARTMANN y KESTER, 1998).

El proceso de formación de raíces se divide en tres pasos donde al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con suberina, luego las células que están detrás de esta placa empiezan a dividirse y a formar una capa de células del parénquima (callo), después de ello ciertas células próximas al cambium vascular y al floema comienzan a formar las raíces adventicias (HARTMANN y KESTER, 1998).

El callo corresponde a una masa irregular de células de parénquima en varios estados de lignificación, originándose principalmente de células jóvenes en la base de la estaca en la región del cámbium vascular (HARTMANN y KESTER, 1998). Si bien, los autores consideran que el proceso de la formación de raíces es independiente a la generación del callo, reconocen que en ciertas especies la formación del callo pudiese ser precursora a la formación de raíces adventicias, como en el caso de *Pinus radiata* especie en que las raíces se formarían a partir del callo.

## **2.6 Factores que afectan la regeneración de raíces.**

En las especies vegetales, existen grandes diferencias sobre la capacidad de enraizamiento de los esquejes, enraizando algunas fácilmente, en tanto que otras, sometidas a las mismas condiciones, no tienen el mismo éxito (Alpi y Tognoni 1984, citado por KRAMM, 1987).

En algunas plantas, como la hiedra, los álamos, y algunas especies de la familia de las labiadas, existen raíces preformadas, las cuales permanecen en receso en los tallos, facilitando el posterior enraizamiento (TOOGOOD, 2000).

**2.6.1 Reguladores de crecimiento.** Para la iniciación de raíces adventicias, es necesario que existan sustancias con acción hormonal, poseyendo mayor efecto hormonal que otras. Se ha dedicado mucho estudio a estas relaciones pudiendo determinar varios grupos de tales sustancias con acción hormonal, entre ellas las auxinas, las citokininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno. De estas, las auxinas son las de mayor interés respecto a la formación de raíces en las estacas (HARTMANN y KESTER, 1998).

2.6.1.1 Auxinas. Ellas han sido las sustancias de crecimiento que más se han estudiado, participando en el crecimiento del tallo, la inhibición de yemas laterales, abscisión de hojas y frutos, desarrollo de frutos y la activación de las células del cámbium entre otros procesos (HARTMANN y KESTER, 1998).

LEOPOLD y KRIEDEMANN (1975), señalan que las auxinas participan ampliamente en toda la regulación de las diferentes tasas de crecimiento (tropismos y dominancia apical) y la diferenciación de tejidos (diferenciación de raíces y la base del corte).

Las auxinas no sólo son producidas por las plantas, sino que frecuentemente son elaboradas por organismos parásitos o simbióticos, causando por ejemplo, el crecimiento de una raíz por un estímulo de un hongo micorrizico (MacDougall y Dufrenoy (1944) citado por LEOPOLD y KRIEDEMANN, 1975).

La primera auxina fue descubierta por Kögl, Haagen-Smit y Erxleben en 1934, obteniéndola a partir de la orina humana, a este compuesto lo nombraron hetero-auxina, o como se conoce en la actualidad el ácido indolacético (AIA). Este último compuesto ya se conocía en 1885, cuando se logro extraer como un producto de la fermentación, sin embargo, en ese tiempo no se sospechaba de su actividad biológica (LEOPOLD, 1955; DEVLIN, 1980 y



SHAMSHAD, 1995a).

CORDOBA (1976), indica que se han descrito diversos centros de síntesis de auxinas en la planta, tales como los segmentos radicales, caulinares, primordios foliares, hojas en expansión, coleóptilo, etc. Estando las máximas concentraciones de auxina, en los ápices en crecimiento, tanto en la parte aérea como en las raíces (DEVLIN, 1980).

El ácido indolacético es sintetizado, principalmente, a partir de triptófano, ello gracias a las enzimas que contienen los tejidos jóvenes como por ejemplo hojas jóvenes (CORDOBA, 1976; SALISBURY y ROSS, 1985). Sin embargo, esto no ocurriría en tejidos más maduros, en donde perderían sus auxinas y la capacidad para producirlas (CORDOBA, 1976).

Las auxinas son compuestos que se caracterizan también por inducir el alargamiento de las células del brote, correspondiendo generalmente a ácidos con un núcleo cíclico insaturado o derivados de tales ácidos (DEVLIN, 1980).

SHAMSHAD (1995a), señala que el enraizamiento de bs esquejes muestra una polaridad, produciéndose las raíces en la base de la estaca. Este efecto se debería principalmente al movimiento basípeto de las auxinas. Sin embargo, este efecto de polaridad no tiene la misma intensidad en los distintos órganos de la planta, mostrando en las ramas un mayor efecto que en las raíces (HARTMANN y KESTER, 1998).

Si bien, en un principio se pensó que el movimiento de las auxinas dentro de las plantas era solamente basípeto (desde el ápice hasta la punta), Jacobs (1961) citado por DEVLIN (1980), demostró que en el tallo de *Coleus sp* la relación del transporte basípeto y el transporte acrópeto (de la base al ápice)

es de 3:1, a pesar de ello SHAMSHAD (1995a), señala que esto sólo ocurriría en una etapa de la planta, ya que en estado de floración esta misma especie presentaría una relación de 1,3:1,0. Por otro lado, existen antecedentes de que el movimiento de la auxina en las raíces sería acrópeto (SALISBURY y ROSS, 1985; Mitchell y Davies, 1975, Tsurumi y Ohwaki 1978 citados por REED et al,1998).

En contraste al movimiento de los iones, azúcar y otros solutos, el AIA usualmente no es transportado a través del floema, sino mas bien, a través de las células (SALISBURY y ROSS, 1985; DEVLIN, 1980).

Debido al transporte polar principalmente basípeto, la auxina tiende a concentrarse por sobre una zona de daño ya sea en el tallo o sistema radical. Esta acumulación estimula la iniciación de raíces adventicias en el lugar dañado (RAY, 1981).

Los trabajos de Thimann pusieron de manifiesto que la auxina dentro de la planta se encuentra en dos formas distintas, la primera es susceptible y fácil de extraer por métodos de difusión y la segunda más difícil de obtener, requeriría solventes orgánicos (DEVLIN, 1980). La auxina de difícil extracción se le denomina auxina combinada y se admite que esta sería la forma activa. En el segundo caso, la auxina de fácil extracción correspondería al exceso de hormona el que estaría en equilibrio con la auxina combinada (CORDOBA, 1976 y DEVLIN, 1980).

SHAMSHAD (1995a), señala que en auxinas conjugadas el grupo carboxilo se une a otras moléculas de la célula como glutamina, inositol y glucosa. Al formar las auxinas un complejo con las sustancias antes mencionadas permitiría una mayor resistencia a la desactivación enzimática catalizada por la auxina oxidasa (CORDOBA, 1976).

RAY (1981), indica que las plantas poseen mecanismos de regulación que impiden que el ácido indolacético se acumule dentro de los tejidos en niveles excesivos. Este proceso es regulado por el AIA oxidasa, la cual es capaz de descarboxilar a la auxina liberando anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) (LEOPOLD y KRIEDEMANN, 1975 y SALISBURY y ROSS, 1985).

La AIA oxidasa o enzima peroxidasa, corresponde a un grupo heterogéneo de isoenzimas, no manifestando todas la misma actividad en la degradación de la auxina (Ballastero 1985, citado por GUTIÉRREZ, 1995).

En el proceso rizogénico, se aprecian dos fases, en la primera se induce el enraizamiento, produciéndose un aumento en la actividad de las enzimas peroxidasas y una disminución del nivel de auxina endógena; en la segunda fase, comienza la formación del primordio radical y la actividad de la enzima peroxidasa y aumenta el nivel de auxina (GUTIÉRREZ, 1995). Esta teoría explicaría porqué algunos compuestos fenólicos, que reducen la velocidad de oxidación del AIA por las enzimas peroxidasas, inhiben el enraizamiento si son aplicadas durante la fase de inducción y lo estimulan durante la fase de iniciación (Ballestero1985, citado por GUTIÉRREZ, 1995).

DEVLIN (1980), indica que el movimiento de la auxina dentro de la planta no se debería solamente a la difusión, ya que esta hormona vegetal es capaz de circular contra un gradiente de concentración y a velocidades suficientemente altas como para excluir la difusión como principal método de transporte.

Si bien, es posible encontrar auxinas en la naturaleza, ellas también se han podido sintetizar químicamente, las cuales imitan la acción del AIA, como por ejemplo el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), comúnmente empleadas para producir enraizamiento. Sin embargo, el primero,

a pesar de considerarse como una auxina sintética, es posible encontrarlo en algunas plantas (SHAMSHAD, 1995a).

Estas auxinas sintéticas por lo general poseen un anillo con doble ligadura y una cadena lateral con un grupo ácido (RAY, 1981)

Según LEOPOLD (1955), en el comercio se emplea el ácido naftalén acético, el ácido indolbutírico y el ácido indolacético, sin embargo el ácido indolbutírico es el más empleado, ello debido a que posee una mayor eficiencia que los otros compuestos y es destruida más lentamente.

Las auxinas sintéticas estimulan las divisiones celulares del primordio radical, pudiendo incrementar la tasa en la cual los azúcares son descargados dentro del floema para su almacenamiento en el parénquima, promueven el transporte xilemático e incrementan el desarrollo del callo (Wilson 1994, citado por VARGAS *et al.*, 1999).

Una misma cantidad o concentración de auxina puede tener distintos efectos en la planta, actuando en el tallo como un estimulador del crecimiento y en la raíz actuar como un inhibidor. En otras palabras, las raíces son mucho más sensibles al efecto de la auxina que los tallos, pudiendo obtenerse algún grado de crecimiento de la raíz si se emplearan concentraciones más bajas de auxina (Devlin y Jackson 1961, citados por DEVLIN, 1980).

CONSIDINE (1983), señala que las hormonas pueden ser aplicadas de tres maneras diferentes: (1) como una solución acuosa (usualmente entre 50 y 200 ppm en donde la base de las estacas se sumerge por un periodo de 24 horas); (2) como una solución concentrada en etanol al 50 % (realizando una sumersión por unos 5 segundos y empleando generalmente 1000 a 2000 ppm); (3) o en formulaciones en talco (2000 a 5000 ppm).

Haissig citado por HARTMANN y KESTER (1998), señala que en plantas que poseen una difícil iniciación de raíces adventicias, a pesar del uso de auxinas, puede ser debida a uno a más de los siguientes factores: (1) Carencia de enzimas necesarias para sintetizar los conjugados de auxina-fenol inductores de enraizamiento; (2) falta de activadores de enzimas; (3) presencia de inhibidores de enzimas; (4) carencia de sustrato fenólicos; (5) separación física de las enzimas reaccionantes debido a compartimentación celular.

2.6.1.1.1 Cofactores. Hess (1962), citado por MUÑOZ (1974), fue el primero en introducir el concepto de cofactores, considerándolos como sustancias endógenas de las plantas, capaces de actuar sinérgicamente con ácido indolacético en el enraizamiento de estacas.

Ensayos realizados por Went citado por HARTMANN y KESTER (1998), permitieron descubrir que la presencia de yemas en el esqueje es de gran importancia, ya que en estas estructuras se forman otros compuestos o factores diferentes a la auxina, que permitirán el enraizamiento, es así que estacas privadas de yemas se ven imposibilitadas de emitir raíces.

Weaver (1980), citado por MORANDE (1990), señala que quizás los azúcares producidos en las hojas podrían ser cofactores del enraizamiento. Además el mismo autor señala que existen pruebas de que ciertos compuestos fenólicos, como el ácido cafeico, el catecol, y el ácido clorogénico, interactúan con las auxinas al inducir la iniciación de las raíces.

La concentración de auxina endógena, requerida para la iniciación de las raíces es regulada por la enzima oxidasa del AIA, pero a la vez la actividad de esta enzima puede verse inhibida por la acción de los compuestos fenólicos que actúan como cofactores del enraizamiento. Esta sería parte de la función

de estos compuestos fenólicos (Donoho *et al.* 1962, citados por MORANDE, 1990).

2.6.1.1.2 Inhibidores. Existen varias sustancias tanto exógenas como endógenas, naturales o sintéticas que actúan como inhibidores del proceso de enraizamiento (MUÑOZ, 1974). Según Hartney (1980) citado por MUÑOZ (1974), la concentración de inhibidores está en función de la edad de la hoja, como también en función de la edad del brote de la planta.

LEOPOLD y KRIEDEMANN (1975) y SALISBURY y ROSS (1985), sugieren que la inhibición de las auxinas podría ocurrir al aumentar la dosis de auxinas, las que estimularían la formación de etileno. En este caso, la inhibición a causa del etileno podría estar separada de su mecanismo de crecimiento.

MUÑOZ (1974), considera a las giberelinas como inhibidores del enraizamiento indicando que estas no pareciesen ser requeridas para el desarrollo de las raíces, mas bien, tendrían un efecto inhibitor del enraizamiento. Este efecto se debería al impedimento de divisiones celulares tempranas, evitando así el paso de los tejidos maduros a una condición meristemática.

**2.6.2 Nutrición de la planta madre.** Ella es de gran importancia para el buen desarrollo radical de los esquejes, pudiendo este efecto estar relacionado con ciertas relaciones carbohidratos / nitrógeno (HARTMANN y KESTER, 1998).

HARTMANN y KESTER (1998), señalan dos métodos que dan un indicio de cómo se puede seleccionar los mejores esquejes, en cuanto al contenido de carbohidratos, siendo el primero un método más subjetivo, en el cual se seleccionan los esquejes macizos y que pueden tronarse antes de

doblarse ya que esquejes pobres en carbohidratos son suaves y flexibles. El segundo método consiste en la prueba de yodo, en donde las puntas recién cortadas se sumergen por un minuto en una solución al 0.2 % de yoduro de potasio, luego de lo cual se pueden seleccionar los esquejes que posean una mayor intensidad de color.

Si bien un contenido elevado de carbohidratos es importante para lograr un buen enraizamiento, no se puede asegurar invariablemente alguna facilidad en la propagación, pudiendo afectar a otros factores que posean una mayor influencia en este proceso (HARTMANN y KESTER, 1998).

Para lograr un buen enraizamiento es requerido un contenido moderado de nitrógeno, ya que concentraciones muy bajas conducen a una falta de vigor, mientras que su abundancia puede producir un vigor excesivo (HARTMANN y KESTER, 1998).

Para que pueda efectuarse la iniciación de las raíces, es necesario un nivel mínimo de nitrógeno tanto para la síntesis de ácidos nucleicos como para la formación de proteínas (HARTMANN y KESTER, 1998).

Por otro lado, el zinc es un elemento de gran importancia en la formación de raíces adventicias, ya que este elemento es necesario para la síntesis de triptófano, el cual a su vez se le considera precursor de la auxina (HARTMANN y KESTER, 1998).

Con respecto al boro, este estimula en algunas plantas la producción de raíces, siendo este efecto producto de un estímulo al crecimiento de las raíces, más que a un efecto de iniciación de estas. Por otro lado se ha visto que mezclas de boro con AIB, han tenido un efecto de sinergismo con respecto al número y la longitud de las raíces (HARTMANN y KESTER, 1998).

**2.6.3 Edad de la planta madre.** En plantas que se propagan fácilmente por estacas, la edad de la planta madre representa poca diferencia, pero en plantas difíciles de enraizar, éste puede ser un factor de gran importancia (HARTMANN y KESTER, 1998).

La edad de la planta madre puede influir en su capacidad de propagación, siendo por lo general la multiplicación a partir de plántulas más efectiva, que si se utilizan ejemplares de la misma especie pero de edad más avanzada (TOOGOOD, 2000). El mismo autor indica que si los esquejes que son tomados de plantas jóvenes, especialmente de plantas que están en crecimiento, tienen mayor posibilidad de enraizar.

HARTMANN y KESTER (1998), indican que se han visto en el pasado una gran cantidad de plantas procedentes de semilla, que dieron origen a esquejes de fácil enraizamiento, sin embargo al pasar el tiempo estas plantas se les considera de difícil enraizamiento. El mismo autor indica que la relación de la juvenilidad con el crecimiento de las raíces puede deberse a un incremento en la formación de inhibidores del enraizamiento a medida que la planta envejece.

**2.6.4. Tipo de estaca.** Al tomar material para estacas, se puede tener una diversidad de tipos para ellas, lo que hace imposible definir un tipo de material que sea mejor para todas las plantas (HARTMANN y KESTER, 1998).

Se ha visto que estacas tomadas de diferentes partes de una rama poseen diferente grado de enraizamiento, siendo en la mayoría de los casos mayor el porcentaje en la parte basal (HARTMANN y KESTER, 1998).

En la mayoría de las plantas se pueden hacer estacas de ramas que



se encuentren en un estado vegetativo o en un estado de floración, pudiendo existir diferencias en la calidad del enraizamiento, si es que se trata de una especie o cultivar de difícil propagación (HARTMANN y KESTER, 1998).

La mayoría de los esquejes se toman del tallo de las plantas y se clasifican entre los que se obtienen a partir de las uniones de las hojas o nudos (internodales) o justo por debajo de un nudo (esquejes nodales), estos últimos poseen una gran parte de tejido vascular, lo que incrementa las posibilidades de formación de raíces (TOOGOOD, 2000).

**2.6.5 Época de recolección.** La época del año en que se recolectan las estacas puede, en algunos casos, ejercer una influencia extraordinaria en el enraizamiento de las mismas y puede proporcionar la clave para un enraizamiento exitoso, ya que existirían distintos niveles hormonales como también diferentes grados de carbohidratos y nitrógeno acumulados en la planta (HARTMANN y KESTER, 1998).

En especies de fácil enraizamiento, la habilidad de las estacas para producir raíces puede variar considerablemente de acuerdo a la estación, incluso se ha visto que la efectividad de las auxinas sintéticas se ve afectada. Estos cambios de la capacidad de enraizamiento, se atribuirían a cambios en la nutrición de la planta y a variaciones del nivel hormonal durante el ciclo anual (SEN y RAJPUT, 1995).

Para propagar especies caducas, se pueden tomar estacas de madera dura en cualquier época, justo antes de la caída de las hojas en el otoño, hasta que comiencen a desarrollarse las yemas en primavera. Si es que se realiza la propagación de las estacas luego que el reposo de las yemas ha sido roto, por lo general el resultado es desastroso, ya que al abrirse las yemas y formar las

hojas estas últimas comienzan a transpirar antes que se formen las raíces (HARTMANN y KESTER, 1998).

**2.6.6 Condiciones ambientales.** Estas son muy importantes en el proceso de enraizamiento, ello es tal que Chapean (1987) citado por MUÑOZ (1974), recomienda que si las condiciones climáticas durante la estación de crecimiento no son favorables para el proceso de enraizamiento, las estacas deben ser enraizadas en un invernadero. En este punto se describen los siguientes factores:

2.6.6.1 Temperatura. Se debe evitar una temperatura del aire demasiado alta, debido a que tiende a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces, y a incrementar la pérdida de agua por las hojas (HARTMANN y KESTER, 1998).

WELLS (1979), señala que el calor es vital para el rápido y adecuado enraizamiento y crecimiento de las raíces, por ello es recomendable su aplicación cuando se trabaje en la época invernal. Si bien, el desarrollo de las raíces es favorecido por altas temperaturas, también es sabido que bajas temperaturas favorecen el desarrollo del callo, siendo una practica comercial almacenar esquejes en frío hasta que desarrollen un callo y luego colocarlas en camas calientes para favorecer el crecimiento de las raíces (LEOPOLD, 1955).

2.6.6.2 Luz. En el enraizamiento de estacas, los productos sintetizados por las hojas, mediante la fotosíntesis, son de gran importancia tanto para la iniciación como para el crecimiento de las raíces (HARTMANN y KESTER, 1998).

En términos generales se reconoce que, plantas madres sometidas a bajas intensidades de luz son capaces de producir esquejes que enraízan con mayor facilidad. Por lo anterior sería recomendable que al trabajar con plantas

de difícil enraizamiento se sometiera a las plantas madres a bajas intensidades de luz (HARTMANN y KESTER, 1998). Sin embargo, altas intensidades luminosas recibidas directamente por las estacas, son beneficiosas para el eventual arraigamiento de éstas, siendo un ejemplo de ello el caso de *Prosopis sp.*, que con altas radiaciones se consiguen los mejores resultados en el enraizamiento (Klass y Col 1985; Arce y Balboa 1986, citados por ARCE y BALBOA, 1987).

HARTMANN y KESTER (1998), señalan que la luz aplicada en la base de los esquejes, durante el periodo de enraizamiento, inhibe al esqueje, ello debido quizás a una disminución de auxina endógena.

2.6.6.3 Agua. Para favorecer el enraizamiento es necesario que exista cierto nivel de humedad en el ambiente, puesto que de lo contrario se puede reducir el contenido de agua hasta un nivel tan bajo que ocasione la muerte de ellas, antes que se formen las raíces (HARTMANN y KESTER, 1998).

Un alto grado de humedad debiera mantenerse en la cámara de propagación para prevenir posibles daños por deshidratación (Adriance y Brison 1955, citados por KRAMM, 1987), existiendo para este fin varias alternativas donde se destaca el sistema de neblina o "misting", el cual aumenta la humedad relativa, manteniendo una película de agua sobre la hoja, reduciendo la temperatura del aire, lo que permite disminuir la tasa de transpiración de la planta (HARTMANN y KESTER, 1998).

SHAMSHAD (1995b), señala que un estrés hídrico es capaz de reducir la capacidad y velocidad del transporte auxínico.

2.6.6.4 Sustrato. Los requerimientos para la utilización de un medio de propagación vegetativa han cambiado con los nuevos conocimientos a través

del tiempo y con ello han aumentado la variedad de los materiales empleados. En general un medio de enraizamiento debe satisfacer ciertos requerimientos físicos, químicos y biológicos (Richey 1985 y Peate 1989, citados por GERDING et al., 1996).

Long (1935), citado por HARTMANN y KESTER (1998), señala que muchas especies enraízan con facilidad en una gran diversidad de medios de propagación, sin embargo en especies que lo hacen con dificultad puede tener gran influencia el medio de enraizamiento que se emplee, no influyendo solamente en el porcentaje de estacas enraizadas, sino también en la calidad del sistema radical formado. Con respecto a ello HERMOSILLA (1996), indica que las características físicas del sustrato influyen en la formación del sistema radical de las estacas y en la calidad de las raíces que se forman, lo que se debe a las diferencias en la capacidad de almacenamiento de agua y aire que estas posean.

Un medio ideal de enraizamiento es aquel que tenga suficiente porosidad para permitir buena aireación y una capacidad elevada de retención de agua, pero al mismo tiempo que esté bien drenado (HARTMANN y KESTER, 1998). A pesar de ello TAPIA (1980), señala la importancia de que el medio posea un buen soporte físico, ello para mantener los esquejes lo más erecto posible, permitiendo así un buen enraizamiento.

TOOGOOD (2000), señala que los esquejes deben contar con un medio que posea un pH bajo, ya que mayores a 6.5 favorecen la formación de tejido calloso duro, lo que retrasaría el desarrollo de raíces. HARTMANN y KESTER (1998), acorde a lo anterior, destacan que al enraizar estacas de álamo balsámico a distintos pH, encontraron que a un pH 11 las masas de callo se volvieron pequeñas y compactas no permitiendo el enraizamiento, sin embargo al retirar esta masa de células encontraron primordios de raíces bien

formados.

El sustrato más empleado es la arena, ya sea sola o en mezcla (Adriance y Brison 1955, citado por KRAMM, 1987).

**2.6.7 Tratamiento mecánico.** El área foliar debe reducirse cuando es muy grande, ya que así se reduce la pérdida de humedad y se facilita su plantación (Adriance y Brison 1955, citados por AWAD, 1993). A pesar de ello HARTMANN y KESTER (1998), señalan la importancia de mantener parte de las hojas, ya que ellas son importantes productoras de auxinas y además de ellas pueden translocar carbohidratos, los que son muy importantes en el enraizamiento.

## **2.7 Desinfección.**

Durante el enraizamiento las estacas están expuestas a ataques por diversos microorganismos, siendo recomendable el empleo de un fungicida a los esquejes, ya sea antes o después de la aplicación de las auxinas, ello para evitar las pérdidas por enfermedades fungosas (HARTMANN y KESTER, 1998).

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Material.

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearon diversos materiales e instalaciones, las que se mencionan a continuación.

**3.1.1 Ubicación del ensayo.** Los ensayos se realizaron en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en el Campus Isla Teja de la Universidad Austral de Chile en Valdivia. (39° Latitud Sur y 73° Longitud Oeste)

**3.1.2 Material vegetal.** Para el presente ensayo se recolectaron brotes tiernos de tres especies medicinales nativas:

*Buddleja globosa* Hope. :Matico

*Aristolelia chilensis* (Mol) Stuntz. :Maqui

*Aloysia triphylla* L' Her. :Cedrón

**3.1.3 Lugar de colecta del material vegetal.** El material usado, fue obtenido de diferentes plantas madres situadas en jardines privados en la ciudad de Valdivia.

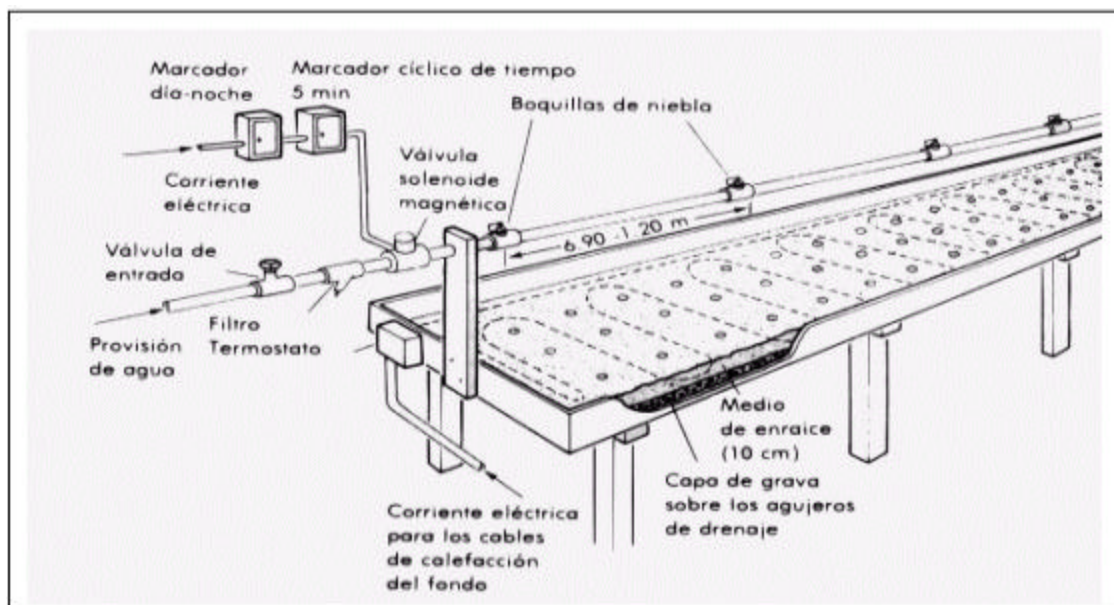
El clima de la zona, se caracteriza por tener precipitaciones anuales que fluctúan entre 1800 y 3100 mm, ocurriendo el 60 por ciento de ellas entre los meses de abril y agosto. Las temperaturas medias anuales son de 12 °C, con una oscilación anual de 9.2 °C, siendo los meses de enero y julio los extremos cálido y frío, con 16.7 y 7.5 °C respectivamente (MONTALDO, 1983).

**3.1.4 Material de colecta.** Para la recolección del material vegetativo se emplearon bolsas de polietileno y tijeras de podar.

**3.1.5 Material de invernadero.** Para el enraizamiento de los esquejes se ocuparon camas de propagación, provistas de un sistema de nebulización intermitente (“misting”), además de tarjetas de identificación y cajas de plástico. Como sustrato se empleó una mezcla de turba parda y arena fina de río en proporciones de 1:1.

3.1.5.1 Cama de propagación. Esta estructura consiste en un armazón de acero semejante a una mesa, con una altura de 1 m, un largo de 4 m y 1.5 m de ancho, sobre ella se encuentran cajones con una base de arena sobre los cuales se depositaron las cajas del ensayo.

Instalaciones. El invernadero cuenta con un sistema de nebulización intermitente (“misting”) de construcción artesanal (Figura 4), el cual consiste básicamente en dos partes: la primera es el sistema de distribución del agua, compuesta por una cañería principal conectada a una válvula solenoide y cuatro boquillas (tipo deflexión) distribuidas uniformemente, permitiendo el riego homogéneo sobre la mesa de propagación. La segunda parte consiste en el regulador de la frecuencia de riego o hidrostato. Este está conformado por una rejilla metálica unida a un eje, la que a su vez acciona un interruptor de mercurio. Al aplicar la neblina, esta se va acumulando en la rejilla metálica, por lo que esta aumenta su peso logrando inclinarla, ello provoca que se active el interruptor de mercurio, cerrando la válvula solenoide. Cuando se evapora el agua de la rejilla la palanca se eleva, lo cual eleva el solenoide y permite el reinicio de la aplicación de niebla.



**FIGURA 4 Sistema de riego intermitente.**

FUENTE: HARTMANN y KESTER 1998.

**3.1.6 Material de laboratorio.** Los implementos de laboratorio empleados fueron: una balanza de precisión, espátulas, pincel, ácido Indolbutírico (AIB) en polvo, talco, captano (5%), frascos de vidrio, alcohol etílico de 96%, agua destilada, solución de hidróxido de potasio (KOH) 0.5 N, agitador magnético vasos de precipitado, baguetas y placas Petri. La conservación de las soluciones auxinicas se realizó en un refrigerador a una temperatura de más menos 4 °C.

### **3.2 Método.**

La metodología que se utilizó para la propagación en matico, maqui y cedrón fue la siguiente:

**3.2.1 Recolección del material vegetal.** El material recolectado consistió en ramas largas, las cuales se seleccionaron y homogeneizaron en invernadero. La recolección de las especies se realizó durante la mañana y en



la tarde, ello con el fin de disminuir las pérdidas de agua por deshidratación.

**3.2.2 Selección del material vegetal.** Luego de la recolección del material vegetal, se procedió a la selección de este, en donde se dejaron esquejes rectos con un tamaño uniforme de 10 cm de largo, con 2 a 4 pares de hojas verdaderas.

**3.2.3 Tratamiento de esquejes.** Durante la realización del ensayo los esquejes fueron sometidos a distintos tratamientos, los cuales se describen a continuación.

3.2.3.1 Tratamiento mecánico. Luego de la selección del material vegetal y su posterior homogenizado, se procedió a disminuir el área foliar, ello con el fin de reducir las pérdidas por evaporación durante el período de enraizamiento.

3.2.3.2 Tratamiento con auxina. En el caso de *A. chilensis* se tomaron 20 esquejes por tratamiento y se introdujo en la solución auxínica durante 5 segundos, luego de lo cual se colocaron en el sustrato. Tanto para *B. globosa* y *A. triphylla* se sometieron a tratamientos en polvo aplicando en los primeros centímetros del esqueje terminal. Las concentraciones auxínicas de cada tratamiento se indican en el Cuadro 1.

**CUADRO 1. Tratamientos auxínicos para las diferentes especies.**

Especie	Auxina	Concentraciones (ppm)*
<i>Aloysia triphylla</i>	AIB en polvo	0; 125; 250; 500; 1000
<i>Buddleja globosa</i>	AIB en polvo	0; 125; 250; 500; 1000
<i>Aristolelia chilensis</i>	AIB en líquido	0; 250; 500; 1000; 2000

(\*) ppm, parte por millón de producto activo.

3.2.3.3 Desinfección. Los esquejes se desinfectaron con los fungicidas captano (2.7 g/L) y benomilo (1.8 g/L) una vez establecido el ensayo.

3.2.3.4 Parámetros a evaluar. En las tres especies vegetales en las que se realizó el ensayo, se midieron los siguientes parámetros (salvo en el caso de maqui en que no se contó el número de raíces, ya que los esquejes presentaron gran cantidad de raíces):

- Número por raíces principales por planta (NR).
- Largo de raíces principales por planta (LR) medida en cm.
- Porcentaje de enraizamiento (E%).
- Grado de enraizamiento (GE), medido en una escala de apreciación subjetiva, esta fue creada tomando distintos esquejes con diferentes calidades de enraizamiento, seleccionando y agrupando algunos de estos en seis grupos, los que conformaron la escala de referencia. A continuación se señala el criterio empleado en esta escala numérica.

-	1	Esqueje vivo pero sin raíces
-	2	Escaso enraizamiento
-	3	Enraizamiento regular
-	4	Enraizamiento regular a bueno
-	5	Buen enraizamiento
-	6	Excelente enraizamiento

- Número de brotes por planta (NB).
- Largo del brote principal (LB), medido en cm.

**3.2.4 Condiciones ambientales.** Los factores ambientales más importantes que se consideraron son los siguientes:

3.2.4.1 Sustrato. Como medio de enraizamiento se empleó una mezcla de arena fina y turba parda en proporción de 1:1, en una capa de 10 cm.

3.2.4.2 Temperatura. Los ensayos se realizaron bajo condiciones de temperatura ambiental, la cual fue regulada por ventilación y la humedad de la cámara de propagación. La temperatura media durante el ensayo se presenta en el Anexo 10, correspondiendo a los períodos de enero, febrero y marzo de 25.6; 23.2 y 21.6 °C respectivamente.

3.2.4.3 Agua. La cantidad de agua se proporcionó por el sistema de riego automático, el cual fue regulado por la evaporación ambiental.

3.2.4.4 Luz. No se utilizó luz artificial durante el ensayo, empleándose solamente la luz natural correspondiente al fotoperíodo existente durante el ensayo. En el Anexo 11 se presentan los fotoperíodos semanales para los 40° latitud sur, calculados por MONTALDO y FUENTES (1980).

3.2.5 **Duración del ensayo.** El período de evaluación del ensayo para cada especie se aprecia en el siguiente cuadro (Cuadro 2).

**CUADRO 2. Fechas de inicio y término del ensayo por especie.**

Especie	Fecha de inicio	Fecha de término	Período de evaluación
Cedrón	06-01-99	10-03-99	63 días
Maqui	05-01-99	09-03-99	63 días
Matico	08-01-99	11-03-99	62 días

3.2.6 **Diseño experimental y análisis estadístico.** Los ensayos realizados en maqui y matico consistieron en la aplicación de 5 tratamientos auxínicos (formulación líquida y en polvo respectivamente) sobre dos tipos de

esquejes (apical y basal), con tres repeticiones de 10 esquejes cada uno y ordenados en un diseño de parcelas divididas dando un total de 300 esquejes por ensayo. Referente al ensayo de cedrón, este fue sometido a 5 tratamientos auxínicos con tres repeticiones de 20 esquejes cada uno y ordenados en un diseño completamente al azar dando un total de 300 esquejes por ensayo.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un Análisis de Varianza de Fisher, mediante el cual se determinó si es que existió alguna diferencia estadística en los tratamientos. Las diferencias dentro de cada tratamiento se estimaron mediante el test de Tukey con un nivel de significancia acorde a lo entregado por el análisis de varianza. En algunos casos el test de Tukey no fue capaz de determinar diferencias para algunos de los parámetros analizados, a pesar de que el análisis de varianza si las señalaba, por lo cual se empleó para estos casos el test de Duncan.

En algunos parámetros fue necesario realizar transformaciones, ya que estos no cumplieron con los supuestos de homogeneidad de varianza, empleándose para este fin la formula de  $\sqrt{(x+1/2)}$  (STEEL y TORRIE, 1997). Los datos transformados para cada una de las especies se señalan a continuación:

*B. globosa.*

\_Número de raíces.

\_Largo de brotes.

*A. chilensis.*

\_Largo de brotes.

*A. triphylla.*

\_Largo de raíces.

\_Número de brotes.

## 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados de esta investigación son presentados en forma individual para cada especie, ya que cada una puede diferir de la otra en sus propiedades rizogénicas y por ello no ser comparables en su respuesta a la aplicación de auxinas como método de propagación vegetativa.

### 4.1 Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de esqueje sobre el crecimiento radical y aéreo en estacas de *B. globosa*.

En el Cuadro 3 y Cuadro 4 se presentan los resultados del efecto de las auxinas sobre el desarrollo radical y aéreo de las estacas de matico. En este ensayo se observaron diferencias altamente significativas (al 1 % de riesgo según análisis de varianza) al realizar el análisis de los parámetros: grado de enraizamiento, largo de brotes, número de brotes, largo de raíces y número de raíces. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas para el parámetro porcentaje de enraizamiento.

El porcentaje de enraizamiento (ver Cuadro 3) presentó un promedio de 67 %, obteniendo el valor más alto a una concentración de 1000 ppm de AIB (71.7 %) y el valor más bajo a una concentración de 250 ppm (63.3 %), no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre estos valores. Si bien, el porcentaje de enraizamiento resultó ser relativamente alto, este podría llegar a mejorarse realizando la propagación en una cama caliente como lo sugiere DOLL *et al.*, (1999) y a las mismas concentraciones auxínicas.

**CUADRO 3. Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento radical en matico.**

Concentración	Porcentaje de enraizamiento	Parámetros evaluados			
		Número de raíces		Largo de raíces	Grado de enraizamiento
		Valores reales	Valores transformados*		
0	65,0 a	8,1	2,8 c	7,9 bc	2,7 bc
125	70,0 a	4,3	2,2 bc	7,1 bc	2,2 abc
250	63,3 a	4,9	2,3 bc	10,4 c	2,8 c
500	65,0 a	0,9	1,1 a	1,2 a	1,2 a
1000	71,7 a	2,4	1,5 ab	3,4 ab	1,6 ab
D.H.S	n.s	—	0,8 <sup>g</sup>	5.2 <sup>g</sup>	1.1 <sup>g</sup>

Notas: -Letras distintas indican diferencias estadísticas.  
 -D.H.S: Diferencia honestamente significativa (g = 0.01)  
 -n.s.: No significativo.  
 -(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x+ \frac{1}{2})}$

El grado de enraizamiento presentó un promedio de 2.1, dentro de una escala de 1 a 6. El mejor grado de enraizamiento (GE) se obtuvo con los tratamientos que poseían concentraciones relativamente bajas de AIB (tratamiento de 125, 250 ppm de AIB) o ausencia de ella (tratamiento 0) llegando hasta 2.8 a una concentración de 250 ppm. Lo anterior es consecuencia que a estas mismas concentraciones se obtuvieron los mejores resultados en el largo de raíces y número de raíces, parámetros que influyen en la apreciación de la escala en el parámetro grado de enraizamiento (Figura 6).

El número de raíces del matico varió entre 8.1 y 0.9 (valores no transformados, equivalente a 2.8 y 1.1 respectivamente) con un promedio de 4.1 raíces por esqueje. Las diferencias encontradas al analizar este parámetro resultaron ser altamente significativas, observándose que al aumentar la concentración por sobre 500 ppm de AIB el número de raíces decae.

Con respecto al largo de raíces, se observan diferencias altamente significativas, con un promedio de 6 cm (ver Figura 5). En el Cuadro 3, se aprecia que a medida que aumenta la concentración auxínica hasta 250 ppm se elevan los valores del parámetro (no existiendo diferencias estadísticas a concentraciones menores), llegando a valores de 10.4 cm, luego de lo cual decae al sobrepasar esta concentración.

**CUADRO 4. Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento aéreo en matico.**

Concentración	Parámetros evaluados		
	Número de brotes **	Largo de brotes	
		Valores reales	Valores transformados*
0	0,8 b	1,55	1,28 a
125	0,8 b	1,30	1,23 a
250	0,7 ab	1,24	1,22 a
500	0,3 a	0,05	0,74 b
1000	0,5 ab	0,68	1,03 ab
D.H.S	0,4 <sup>g</sup>	—	0,42 <sup>g</sup>

Notas: -Letras distintas indican diferencias estadísticas.

-D.H.S: Diferencia honestamente significativa (g = 0.01)

-n.s.: No significativo.

-(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x + \frac{1}{2})}$

-(\*\*) se aprecia interacción entre concentración y partes utilizadas

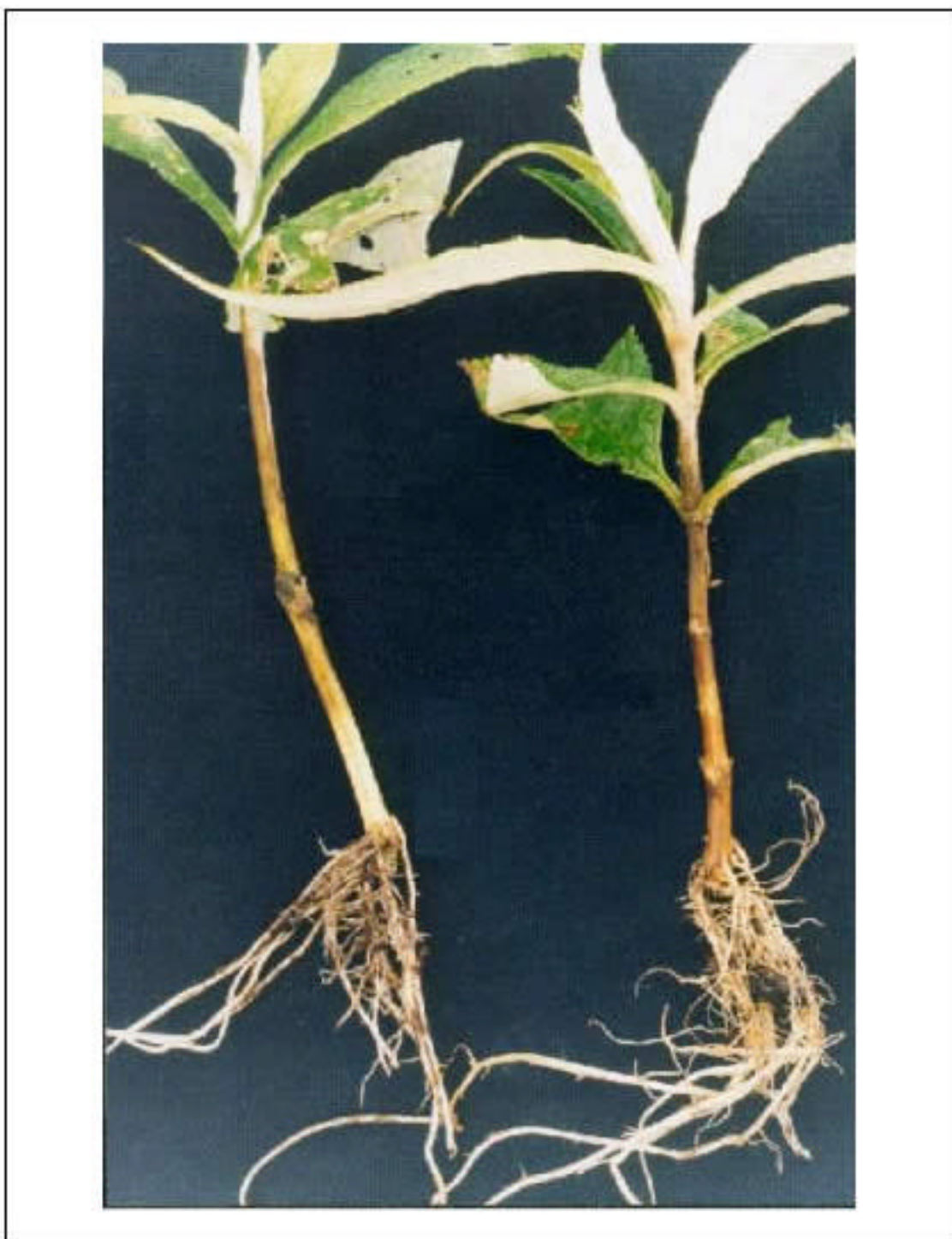
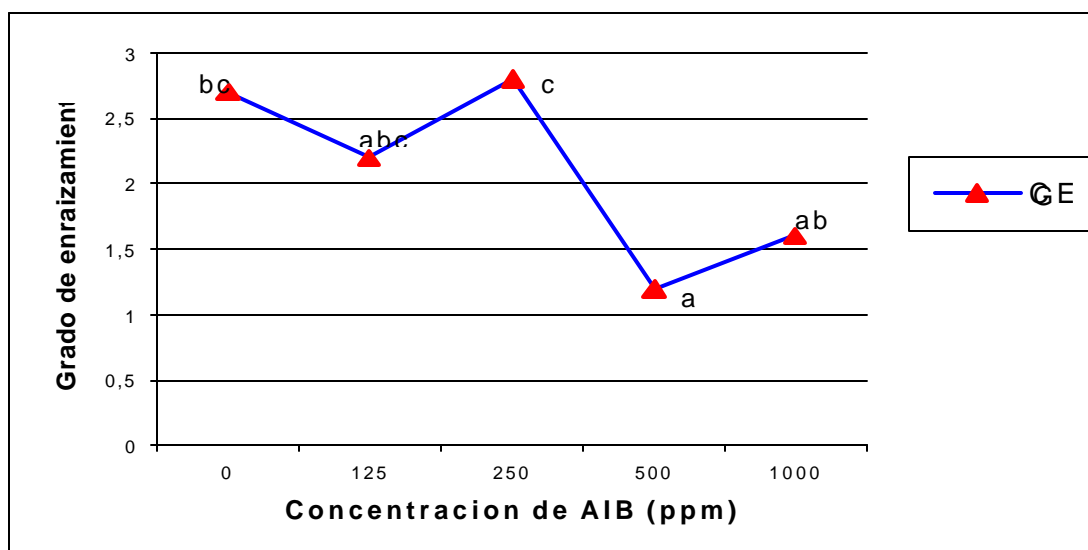


FIGURA 5. Enraizamiento de *B. globosa*. Grado 6.





**FIGURA 6 Efecto del AIB sobre la grado de enraizamiento en *B. globosa* (Tukey 99%).**

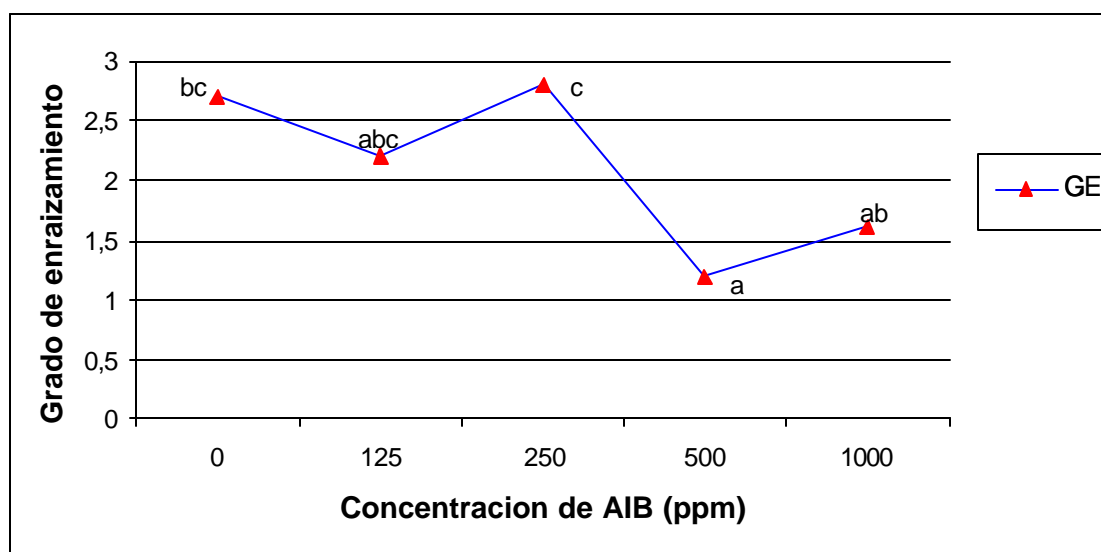
Al realizar el análisis del número de brotes (cuadro 4), se detectaron diferencias altamente significativas, además de ello se obtuvo un promedio de 0.6 brotes por esqueje, encontrándose los valores más altos (0.8 brotes por esqueje) a 0 y 125 ppm de AIB, decayendo a medida que aumenta la concentración hormonal. Relacionado a lo anterior Villar (1950), citado por SALGADO (1993), señala que el uso de AIB puede producir un aumento en el número de brotes en algunas estacas debido al efecto sinérgico de la auxina. Este efecto pudiese deberse a un mayor desarrollo de la parte radical (a causa de la auxina), lo que conllevaría a una mayor capacidad de desarrollo de la parte aérea.<sup>5</sup>

Referente al largo de brotes, este parámetro presentó un promedio de 0.9 cm (1.1 cm valor no transformado, Anexo 7) observándose los mayores valores a concentraciones bajas a medias (entre 0 y 250 ppm) para luego

<sup>5</sup>SEEMANN, P. (2001). Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

decaer a concentraciones por sobre de 250 ppm.

Si bien los mejores resultados en el desarrollo de la parte radical se aprecian a concentraciones relativamente bajas, es a estas mismas concentraciones donde se encuentra un mayor desarrollo de la parte aérea, siendo un ejemplo del parámetro número de brotes, el cual presentó diferencias significativas al emplear distintas concentraciones de auxina, disminuyendo su número al aumentar la concentración (ver Figura 7). Este efecto podría deberse a una absorción y translocación de la auxina hacia las yemas lo que inhibiría el crecimiento de estas. Lo anterior se ve corroborado por Westwood (1982), citado por GUTIÉRREZ (1988), quien indica que soluciones demasiado concentradas de auxina pueden inhibir el desarrollo de yemas. A pesar de lo anterior, es posible que el menor número de brotes se presentara a causa de un desarrollo radical relativamente pobre, no pudiendo sostener el crecimiento de los primeros.



**FIGURA 7** Efecto del AIB sobre el número de brotes en *B. globosa* (Tukey 99%).

En el Cuadro 5 y Cuadro 6 se observan diferencias entre el tipo de esqueje empleado y algunos parámetros evaluados, siendo estos el número de brotes, largo de raíces y número de raíces, no observándose efecto sobre los parámetros largo de brotes, grado de enraizamiento y porcentaje de enraizamiento, al emplearse distintos tipos de estacas. Si bien el largo de raíces y el número de raíces resultó tener diferencias estadísticas (significativas y altamente significativas, respectivamente) ello no fue suficiente para lograr producir algún tipo de diferencia en el grado de enraizamiento. La diferencia observada anteriormente en los parámetros largo de raíces y número de raíces podría deberse a que existen diferencias en la composición química de una estaca desde la punta hasta la base, encontrándose un mayor contenido de carbohidratos en la base de las plantas (HARTMANN y KESTER, 1998), esta diferencia explicaría porqué por lo general, esquejes basales poseen una mayor capacidad para emitir raíces.

**CUADRO 5. Efecto del tipo de estaca sobre el crecimiento radical en matico.**

Esqueje	Parámetros evaluados				
	Porcentaje de enraizamiento	Número de raíces		Largo de raíces	Grado de enraizamiento
		Valores reales	Valores transformados*		
Apical	65,3 a	2,6	1,6 a	4,5 a	1,9 a
Basal	68,7 a	5,6	2,4 b	7,5 b	2,3 a
D.H.S	n.s	—	0,18 <sup>g</sup>	2,27 <sup>h</sup>	n.s

Notas: - Letras distintas indican diferencias estadísticas

-D.H.S: Diferencia honestamente significativa (g = 0.01; h = 0.05)

-n.s.: No significativo.

-(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x+1/2)}$

Por otro lado al observar el efecto del tipo de esqueje sobre el número de brotes, se ve una diferencia significativa, ello debido a que al no contar el esqueje con un ápice, no existiría el efecto de dominancia apical.

**CUADRO 6. Efecto del tipo de estaca sobre el crecimiento aéreo en matico.**

Esqueje	Parámetros evaluados		
	Número de brotes **	Largo de brotes	
		Valores reales	Valores transformados*
Apical	0,00 a	0,00	0,71a
Basal	1,24 b	1,93	1,49 b
D.H.S	0,67 <sup>h</sup>	—	n.s

Notas: - Letras distintas indican diferencias estadísticas

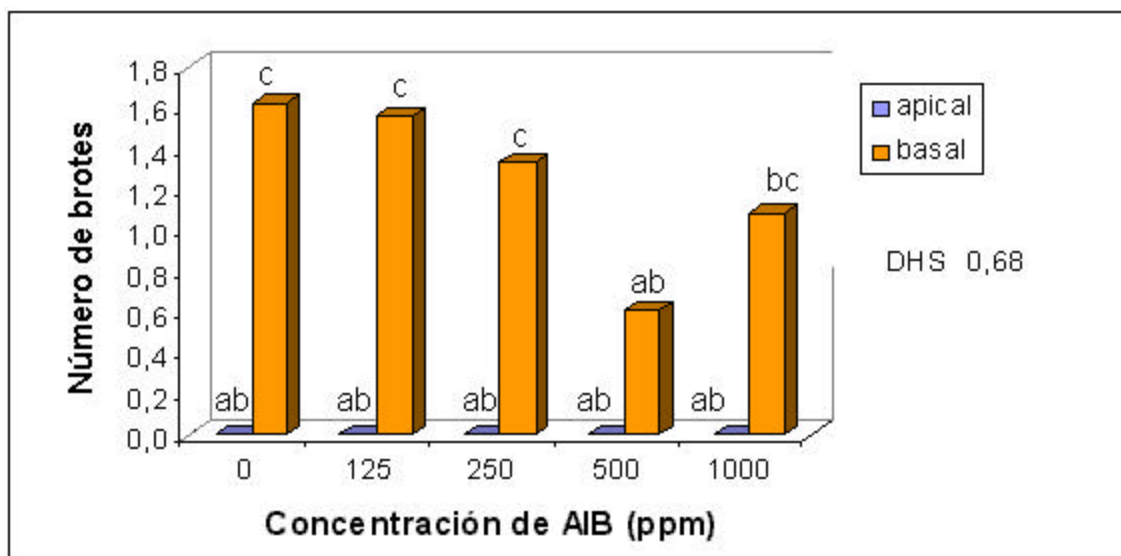
-D.H.S: Diferencia honestamente significativa (  $h = 0.05$ )

-n.s.: No significativo.

-(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x + \frac{1}{2})}$

-(\*\*) se aprecia interacción entre concentración y partes utilizadas

En el análisis estadístico de este ensayo, se comprobó (ver Anexo 1) que existe una interacción en el parámetro número de brotes entre la concentración de auxina y el tipo de esqueje empleado, apreciándose esta interacción en la Figura 8. Esta interacción sólo tuvo incidencia en la concentración de 0, 125 y 250 ppm de AIB, lo que indicaría que en estos puntos tanto la concentración como el tipo de ápice empleado influyen en el número de brotes. El mayor número de brotes se obtuvo al emplear el esqueje de tipo basal a una concentración de 0 ppm, no presentando diferencias estadísticas a concentraciones de 125, 250 y 1000 ppm de AIB al comparar el mismo tipo de esqueje.



**FIGURA 8.** Interacción entre concentraciones de AIB y el tipo de esqueje empleado con respecto al parámetro número de brotes en *B. globosa* (Tukey 99%).

#### 4.2 Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de esqueje sobre el crecimiento radical y aéreo en estacas de *A. chilensis*.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados del efecto de las auxinas sobre el desarrollo radical y aéreo de las estacas de maqui. Se puede apreciar que el largo de brotes y porcentaje de enraizamiento son los únicos parámetros que se ven afectados por la concentración de auxina.

Por considerarse a maqui como una especie de tipo colonizador (RODRÍGUEZ y MALDONADO, 1997) y además encontrar fácilmente ramas que en contacto con el suelo emiten raíces adventicias, no es de extrañar que maqui posea altos porcentajes de enraizamiento en un amplio rango de concentraciones incluso en ausencia de ella. Referente a esto, DOLL *et al.* (1999), señalan que se puede llegar a un 100% de enraizamiento al emplear estacas provenientes de tocones y empleando un sustrato de arena. Esta

capacidad de enraizamiento se ve en el Cuadro 7, en donde el porcentaje de enraizamiento presentó diferencias altamente significativas con un promedio, de las 5 concentraciones, de 66.7 %, encontrándose el mayor valor a una concentración de 2000 ppm de AIB (90% de enraizamiento), no siendo estadísticamente distinto al tratamiento testigo, lo que nos podría indicar que se produjo, a la concentración de 250 ppm, un error de tipo experimental, pudiendo de esta manera reducir el promedio de las 5 concentraciones.

**CUADRO 7. Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento radical y aéreo en maqui.**

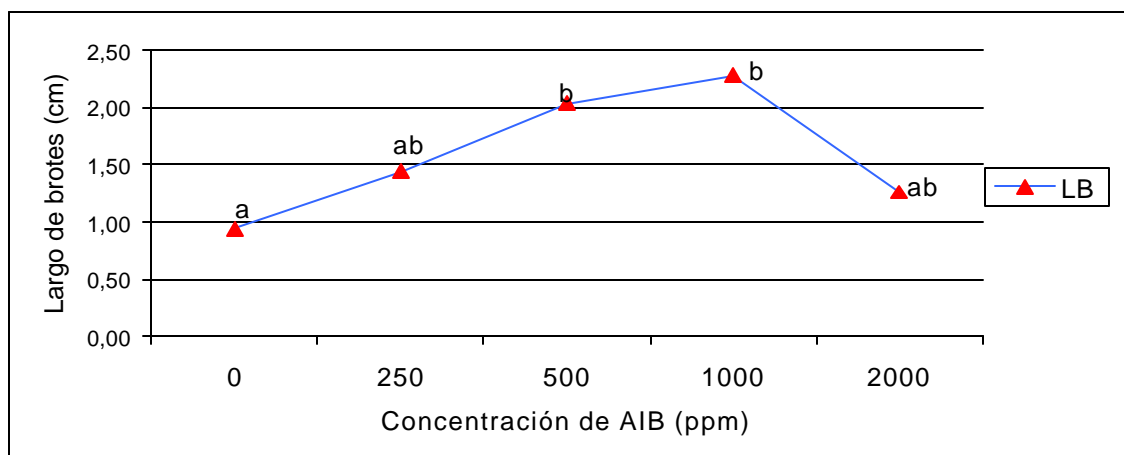
Concentración	Parámetros evaluados					
	Porcentaje de enraizamiento	Largo de Raíces	Grado de enraizamiento	Número de brotes (**)	Largo de brotes (**) Valores reales	Valores transformados*
0	56.7 ab	8,5 a	2,3 a	0,3 a	1,14	0,95 a
250	31.7 a	6,9 a	2,0 a	0,3 a	1,22	1,45 ab
500	66.7 ab	10,5 a	3,2 a	0,5 a	1,57	2,04 b
1000	88.3 b	9,6 a	2,9 a	0,4 a	1,59	2,28 b
2000	90.0 b	10,5 a	2,9 a	0,4 a	1,32	1,26 ab
D.H.S.	56.03 <sup>g</sup>	n.s	n.s	n.s	-----	----
DMS 0.05	----	----	----	----	-----	0.42

Notas: - Letras distintas indican diferencias estadísticas.  
 -D.H.S: Diferencia honestamente significativa (g = 0.01)  
 -n.s.: No significativo.  
 -(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x+1/2)}$   
 -(\*\*) se aprecia interacción entre concentración y partes utilizadas

Si bien el largo de las raíces no presentó diferencias significativas, es interesante observar que estas son relativamente largas (Figura 10), poseyendo un promedio de 9.2 cm de largo y alcanzando un máximo de 10.5 cm tanto a 500 como a 2000 ppm. POBLETE (1997) detectó diferencias estadísticas al emplear AIB en forma líquida, llegando a un máximo de raíces de 13,03 cm a los 60 días de aplicada la auxina, este resultado quizás se debió a un efecto del

sustrato sobre el esqueje, ya que empleó en su ensayo una relación de 2:1 arena turba. Referente a esto, HERMOSILLA (1996), indica que las características físicas del sustrato influyen en la formación del sistema radical de las estacas y en la calidad de las raíces que se forman, lo que se debe a las diferencias en la capacidad de almacenamiento de agua y aire que estas posean.

Con respecto al crecimiento aéreo, el parámetro número de brotes no presentó diferencias estadísticas. Sin embargo, se detectaron diferencias estadísticas al analizar el parámetro largo de brotes, en donde el promedio correspondió a 1.6 cm (el valor no transformado correspondió a 1.4 cm, ver Anexo 8) . Se aprecia en la Figura 9, que a medida que aumenta la concentración aumenta progresivamente el número de brotes, decayendo la curva a medida que se sobrepasa las 1000 ppm de AIB. Es necesario aclarar que este parámetro tuvo que ser sometido a la prueba de Duncan (DMS), ello ya que la prueba de Tukey no fue capaz de detectar alguna diferencia.



**FIGURA 9 Efecto del AIB sobre el largo de brotes en *A. chilensis* (Duncan 95% )**



**FIGURA 10. Enraizamiento de *A. chilensis*. (a) grado 1 ; (b) grado 6**

Con respecto al efecto de los tipos de esquejes empleados sobre el crecimiento radical y aéreo, se aprecia en el Cuadro 8 que uno de los parámetros tuvo que ser sometido la prueba de Duncan (DMS), ello ya que Tukey no fue capaz de detectar alguna diferencia, a pesar que el análisis de varianza para este parámetro entregó diferencias significativas (ver Anexo 2).

En esta especie, a diferencia de matico, fue posible determinar crecimiento de brotes en esquejes con ápice, lo que indicaría un menor grado de dominancia apical.



El porcentaje de enraizamiento se vio afectado por el tipo de esqueje empleado, siendo el esqueje basal el que permitió un mejor enraizamiento, ello quizás a causa de una mayor concentración de carbohidratos, mas que algún efecto hormonal por parte del ápice.

**CUADRO 8. Efecto del tipo de esqueje sobre el crecimiento radical y aéreo en *A. chilensis*.**

Esqueje	Parámetros evaluados					
	Porcentaje de enraizamiento	Largo de raíces	Grado de enraizamiento	Número de brotes (**)	Largo de brotes (**)	
					Valores reales	Valores transformados*
Apical	52,7 a	8,8 a	2,5 a	0,4 a	1,7	1,1 a
Basal	80,7 b	9,6 a	2,8 a	0,4 a	2,2	1,6 b
D.H.S. 0.05	14.7	n.s	n.s	n.s	----	----
D.M.S 0.01	----	----	----	----	----	0,4

Notas: -Letras distintas indican diferencias estadísticas.

-D.H.S: Diferencia honestamente significativa.

-D.M.S : Diferencia mínima significativa.

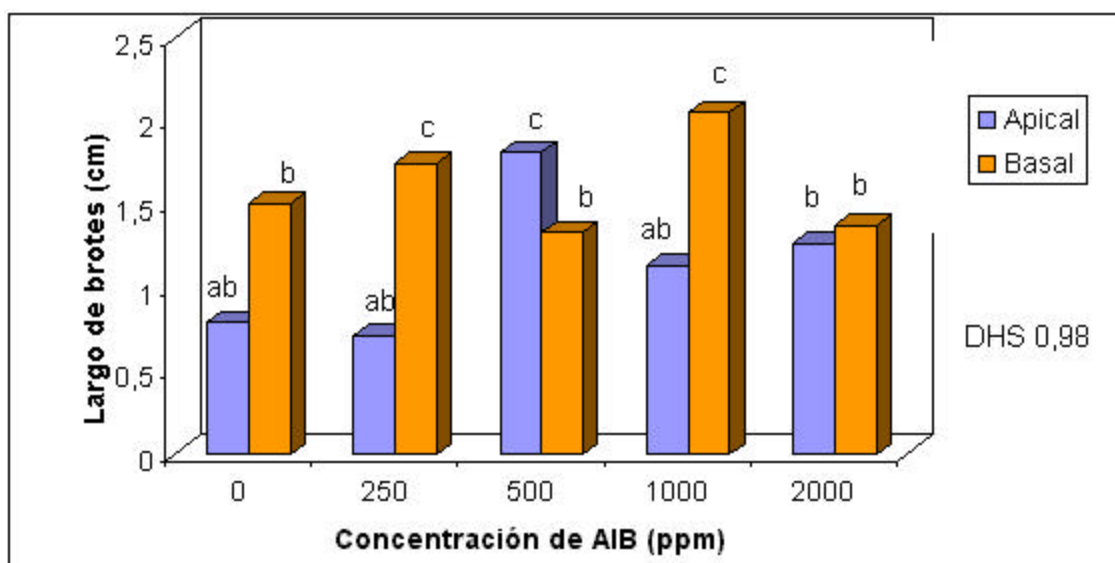
-n.s.: No significativo.

-(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x+ \frac{1}{2})}$

-(\*\*) se aprecia interacción entre concentración y partes utilizadas

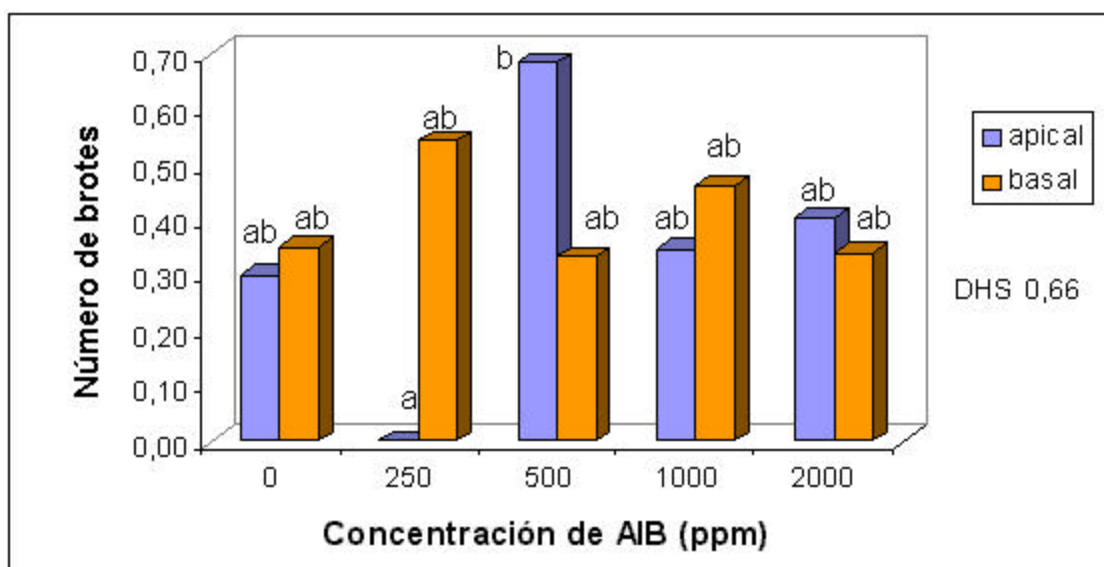
En el análisis estadístico se detectó una interacción, entre el tipo de esqueje y la concentración auxínica para el parámetro largo de brotes, el cual se aprecia en la Figura 11. En esta figura se observa que al emplear esquejes con ápice se presentaron diversos largo de brotes, siendo a 0 ppm de AIB la concentración que obtuvo menor largo de brotes y la que a su vez se diferencia de 500 ppm de AIB, concentración que en este caso influyó positivamente en el largo de brotes. En términos generales se puede decir que el largo de brotes aumenta notoriamente con la aplicación de AIB, ello hasta una concentración de 500 ppm, luego de lo cual los valores caen, sin embargo estos se mantienen más altos que a concentraciones más bajas de AIB, logrando un cierto grado de homogeneidad. Al analizar el comportamiento del esqueje basal, este

presentó el valor más bajo a 500 ppm y su valor más alto a 1000 ppm. Este tipo de esqueje en la mayoría de los casos sobrepasó al esqueje apical (referente a la misma concentración de AIB) salvo a la concentración de 500 ppm, lo que podría deberse a un error experimental.



**FIGURA 11. Interacción entre concentraciones de AIB y el tipo de esqueje empleado con respecto al parámetro largo de brotes en *A. chilensis* (Tukey 99%).**

Al analizar la interacción del parámetro número de brotes (Figura 12) se observa que el valor más bajo se presentó a una concentración de 250 ppm, al emplear un esqueje apical, y el valor mayor se presentó a 500 ppm al emplear el mismo tipo de esqueje, encontrándose diferencias solamente entre estas dos concentraciones, ello probablemente debido a un error de tipo experimental.



**FIGURA 12. Interacción entre concentraciones de AIB y el tipo de esqueje empleado con respecto al parámetro número de brotes en *A. chilensis* (Tukey 99%).**

#### **4.3 Efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre el crecimiento radical y aéreo en estacas de *A. triphylla***

En el Cuadro 9 y Cuadro 10 se presentan los resultados del efecto de las auxinas sobre el desarrollo radical y aéreo en las estacas de cedrón. En el primero de estos cuadros, se puede apreciar diferencias significativas en el parámetro porcentaje de enraizamiento.

## CUADRO 9. Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento radical en

### *A. triphylla*

Concentración	Parámetros evaluados				
	Porcentaje de enraizamiento	Número de raíces	Largo de raíces		Grado de enraizamiento
			Valores reales	Valores transformados*	
0	36,7 ab	6.2 a	8,6	2,9 a	2,6 a
125	51,7 abc	6.9 a	13,2	3,5 a	3,3 a
250	73,3 c	8.2 a	12,2	4,4 a	3,2 a
500	30,0 a	10.7a	13,7	4,2 a	2,5 a
1000	61,7 bc	10.7a	9,4	2,8 a	2,6 a
D.H.S. 0,05	27.7	n.s	n.s	n.s	n.s

Notas: - Letras distintas indican diferencias estadísticas.

-D.H.S: Diferencia honestamente significativa.

-n.s.: No significativo.

-(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x+1/2)}$

En esta especie el porcentaje de enraizamiento presentó un promedio relativamente bajo de un 50.7%, encontrándose los valores extremos a 250 y 500 ppm con un 73.3 y 30 % de enraizamiento respectivamente. En este ensayo no se observa una relación clara en la respuesta de las estacas a concentraciones crecientes de AIB, ello quizás debido a que el material vegetal utilizado para el ensayo no provino de plantas homogéneas en cuanto a nutrición y edad. Hanger (1984) citado por AWAD (1993), señala que el estado nutricional de las plantas tiene importantes efectos sobre el crecimiento de las estacas.

Otro factor importante que pudo interferir en los resultados fue la caída de parte del follaje en las primeras semanas de establecimiento del ensayo, referente a ello HARTMANN y KESTER (1998) y Cabrera (1996), citado por POBLETE (1997), indican que la presencia de hojas en los esquejes afecta favorablemente el enraizamiento ya que son la principal área fotosintética de la

planta además de proveer de auxinas y otros materiales esenciales para el crecimiento.



**FIGURA 13. Enraizamiento de cedrón. (a) grado 1; (b) y (c) grado 3; (d) grado 6**

Antecedentes recopilados durante la recolección de esta especie, en los distintos jardines de la ciudad de Valdivia, indican la dificultad de reproducción siendo la multiplicación por esquejes el único modo empleado. Esta dificultad pudiese ser debida a los factores antes mencionados y/o a sustancias antiauxínicas contenidas en la planta. Esto estaría sustentado en ensayos

realizados por INIA<sup>6</sup>, donde las plantas de cedrón fueron sumergidas en agua durante la noche previo a la propagación, presentado mejores porcentajes de enraizamiento.

El grado de enraizamiento de cedrón (Figura 13) no presentó diferencias significativas, observándose un promedio de 2.8, valor que se considera bueno, obteniendo los mejores resultados a concentraciones bajas de AIB (125 y 250 ppm).

Con respecto al desarrollo aéreo de los esquejes (Cuadro 10), tanto el largo de brotes como el número de brotes no presentaron diferencias significativas. Sin embargo en ambos casos los mayores resultados se apreciaron a concentraciones de 250 y 500 ppm.

**CUADRO 10. Efecto del ácido indolbutírico sobre el crecimiento aéreo en *A. triphylla***

Concentración	Parámetros evaluados		
	Número de brotes **		Largo de brotes
	Valores reales	Valores transformados*	
0	1,1	1,2 a	3,4 a
125	1,9	1,3 a	3,8 a
250	1,3	1,3 a	5,7 a
500	1,6	1,4 a	5,8 a
1000	1,2	1,3 a	2,9 a
D.H.S. 0,05	n.s	n.s	n.s

Notas: - Letras distintas indican diferencias estadísticas.

-D.H.S: Diferencia honestamente significativa.

-n.s.: No significativo.

-(\*) parámetros transformados por  $\sqrt{(x+ \frac{1}{2})}$

<sup>6</sup> DÉLANO, I. (2000). Ingeniero Agrónomo Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, C.R.I La Platina. Comunicación personal.

En la Figura 14, la curva del parámetro porcentaje de enraizamiento muestra una brusca caída al llegar a la concentración de 500 ppm. Ello probablemente se deba a que a esta concentración los valores del número de brotes y el largo de estos son altos, por lo cual pudiese existir una competencia entre la parte aérea y radical por los nutrientes de la planta no permitiendo así el desarrollo de las raíces.

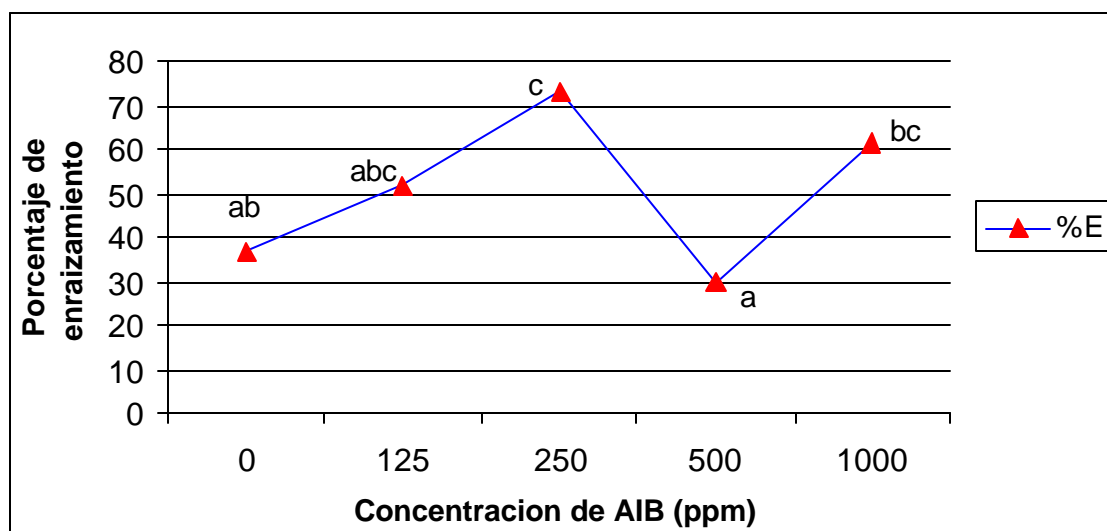


FIGURA 14. Efecto del AIB sobre el porcentaje de enraizamiento en *A. triphylla* (Tukey 95%).

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se puede concluir lo siguiente:

La propagación vegetativa por medio de esquejes de las especies medicinales matico. (*Buddleja globosa* Hope), maqui (*Aristotelia chilensis*, (Mol) Stuntz.) y cedrón (*Aloysia triphylla* L'Her), es un método aplicable a éstas y que resulta en la obtención fácil y rápida de nuevas plantas a partir de plantas madres.

Si bien la aplicación de ácido indolbutírico sobre matico no afectó el porcentaje de enraizamiento, si logró influir en los parámetros grado de enraizamiento, número de raíces y largo de raíces, obteniendo los mejores resultados (en los tres parámetros) con las concentraciones más bajas ( 0 , 125 y 250 ppm).

A concentraciones relativamente bajas (0 , 125 y 250 ppm) de AIB se presentaron los valores más altos en los parámetros número de brotes y largo de brotes, ello dado posiblemente por que a estas concentraciones fue mejor la calidad de enraizamiento, permitiendo a la planta de matico poder sustentar un mejor sistema aéreo.

Por otra parte, el tipo de esqueje empleado no fue capaz de influir al parámetro porcentaje de enraizamiento, ni tampoco en el grado de enraizamiento, sin embargo, pudo afectar al número de brotes y al largo de brotes, siendo mayor al emplear esquejes de tipo basal.



Dado el hecho, que las distintas concentraciones auxínicas aplicadas sobre esquejes de matico no tuvieron efecto sobre el porcentaje de enraizamiento, pero si sobre los demás parámetros del enraizamiento (encontrando los mayores resultados al emplear el tratamiento testigo, 125 y 250 ppm de AIB), pudiese ser recomendable el uso de concentraciones bajas de auxina o simplemente no empleándola, considerándose esto como una ventaja económica en su producción.

La aplicación de AIB influyó sobre el parámetro porcentaje de enraizamiento de los esquejes, llegando a un 90% al aplicar una concentración auxínica de 2000 ppm. Por consiguiente se puede decir que la aplicación de AIB afectó favorablemente al enraizamiento de los esquejes de maqui.

La utilización de esquejes basales en la propagación de maqui influye positivamente en el parámetro porcentaje de enraizamiento, llegando en el presente ensayo a existir una diferencia de hasta un 28% entre el uso de esqueje basal y apical.

Maqui no presenta una dominancia apical tan marcada como el matico, ya que a pesar de tener esquejes con ápice, estos producen brotes laterales no así matico.

Por lo señalado anteriormente y en base a los resultados, pudiese ser recomendable el uso de concentraciones relativamente altas de AIB, para la propagación de maqui, al igual que el empleo de esquejes basales, mejorando tanto el porcentaje de enraizamiento como el desarrollo aéreo de los esquejes.

El uso de AIB en la propagación de cedrón afectó sólo al parámetro porcentaje de enraizamiento llegando hasta un 73.3% en el tratamiento de 500 ppm de AIB en contraste al valor obtenido en el tratamiento 0, el que presentó

un valor de 36,7 %. A pesar de lo anterior, en este ensayo no se pudo observar un comportamiento claro al emplear diferentes concentraciones de AIB, por ello se hace necesario realizar nuevos ensayos referente a la multiplicación vegetativa de esta especie.

En base a los resultados y a observaciones realizadas durante el ensayo, cedrón poseería una buena propagación vegetativa, sin embargo, la fragilidad de sus raíces constituiría uno de los factores que pudiese afectar el posterior establecimiento de esta especie.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo, efectuado entre enero y marzo de 1999, consistió en propagar vegetativamente por medio de esquejes las especies medicinales *Buddleja globosa* Hope. (matico), *Aristolelia chilensis*, (Mol) Stuntz. (maqui) y *Aloysia triphylla* L'Her (cedrón), mediante el uso de ácido indolbutírico (AIB).

Las especies empleadas fueron sometidas a distintas concentraciones auxínicas, siendo en el caso de matico y cedrón de 0, 125, 250, 500 y 1000 ppm de AIB (formulación en polvo). En el caso de maqui, fue expuesta a concentraciones de 0, 250, 500, 1000 y 2000 ppm en soluciones hidroalcohólicas. Por otro lado, a las especies maqui y matico se les sometió a otro tratamiento, el que consistió en el empleo de distintos tipos de esquejes (apical y basal).

La plantación de los esquejes se realizó en un sustrato de arena y turba en partes iguales, utilizando como base una "cama fría". Además el ensayo se efectuó bajo invernadero con un sistema de riego nebulizador (misting).

Los parámetros evaluados para las distintas especies fueron porcentaje de enraizamiento, número de raíces, largo de raíces, grado de enraizamiento, número de brotes y largo de brotes. En el caso de maqui no pudo ser medido el parámetro número de raíces, ya que por tener un profuso enraizamiento la medición de este parámetro no resultaría fiable. La evaluación de los parámetros se llevó a cabo entre los 62 y 63 días después de las plantación de los esquejes, siendo los resultados obtenidos expuestos a continuación.

En el caso de matico, los parámetros evaluados al analizar solamente el tratamiento auxínico, resultaron con diferencias estadísticas salvo el porcentaje de enraizamiento, el que se considera que presentó un buen enraizamiento. En los parámetros con diferencia estadística pudo observarse que las mejores respuestas se obtuvieron al aplicar concentraciones relativamente bajas de AIB (entre 0 y 250 ppm). Al analizar los parámetros sobre el tipo de esqueje empleado, solamente los parámetros número de raíces, largo de raíces y número de brotes presentaron diferencias estadísticas, siendo en el esqueje basal en donde se observó los mejores resultados. En este ensayo se encontró una interacción en el parámetro número de brotes entre la concentración de 500 y 1000 ppm y el tipo de esqueje empleado.

Con respecto a maqui, solamente los parámetros porcentaje de enraizamiento y largo de brotes presentaron diferencias significativas, tendiendo en ambos casos a aumentar los valores a medida que se aumenta la concentración auxínica. Al emplear distintos tipos de esquejes para la propagación de maqui, solamente el porcentaje de enraizamiento y largo de brotes presentaron diferencias estadísticas, obteniéndose mejores resultados al emplear esquejes de tipo basal.

Por otro lado, en el ensayo de cedrón el único parámetro que presentó diferencias estadísticas fue el porcentaje de enraizamiento, que tuvo el mayor valor a una concentración de 250 ppm. Sin embargo, no se pudo observar alguna tendencia clara al variar la concentración auxínica.

## SUMMARY

The present work, was conducted from January through March of 1999. It consisted of the vegetative propagation by means of cuttings of the medicinal species *Buddleja globosa* Hope. (matico), *Aristolelia chilensis*, (Mol) Stuntz. (maqui) and *Aloysia triphylla* L.Her (cedrón), using indolbutíric acid (IBA).

The species cuttings were treated with different auxin concentrations. In the case of matico and cedrón doses used were 0, 125, 250, 500 and 1000 ppm of IBA (as dust formulation). In the case of maqui, cuttings were dipped in concentrations of 0, 250, 500, 1000 and 2000 ppm as alcoholic solutions. Additionally maqui and matico compared the use of apical and basal cuttings.

The plantation of cuttings was made in a peat-sand (1:1) substrate, using as base a "cold bed". Besides, the experiment took place under greenhouse conditions with a misting system.

The parameters evaluated for the different species were percentage of rooting, number of roots, length of roots, quality of rooting, number of buds and length of buds. In the case of maqui the parameter number of roots could not be measured, because it had a profuse rooting, so the measurement of this parameter would not turn out trustworthy. The evaluation of the parameters was carried out between days 62 and 63 after planting.

In the case of matico, the parameters evaluated analyzing only the auxinic processing, showed statistical differences except for the percentage of rooting. This species is considered to present a good rooting ability. In the parameters were statistical difference occurred the best response were obtained when applying relatively low concentrations of IBA (between 0 and 250 ppm).

Analyzing the parameters based on the types of cuttings use of deferred, only the parameters number of roots, length of roots and number of buds presented statistical differences, being basal cuttings those with best results. An interaction was found in the parameter number of buds between the concentration of 500 ppm and the type of cutting used.

In the maqui rooting experiment, only the percentage of rooting and length of buds displayed significant differences, tending in both cases to increase the values as the auxinic concentrations were increased. When using different types of cuttings for the propagation of maqui, only the percentage of rooting and length of shoots presented statistical differences, obtaining better results when using basal cuttings.

On the other hand, in the rooting experiment with cedrón the only parameter that showed statistical differences was rooting percentage, with the greatest value at a concentration of 250 ppm IBA. Nevertheless, a clear tendency could not be observed when varying the auxinic concentration.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO, R. 1951. Índice específico de las verbenáceas chilenas, nuevas o críticas del herbario del Museo Nacional. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 25:35-72
- ARANCIBIA, J. BASTIAS A. y MARTINEZ E. Sf. Maqui. In: Relación bosque plantas medicinales <<http://orbita.starmedia.com/~plantamed/index.html>> (17/06/2002).
- ARCE, P y BALBOA, O. 1987. Factores que inciden en la propagación por estacas en *Prosopis chilensis*. Ciencia e Investigación Agraria (Chile) 14 (1):51-62.
- AWAD, C. 1993. Propagación vegetativa de seis especies vegetales nativas con posibilidades ornamentales. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias 66p.
- BITTNER, M.; SILVA, M. HOENEISEN, M. y BECERRA, J. 1995. Estudio químico biológico y de interés Industrial de la Flora Autóctona de Chile. Química e Industria. Sociedad Chilena de Química. Concepción pp 13-21.
- CABRERO, C. 1997. Extracción de aceite esencial de Lavanda, Melisa y Cedrón. Memoria Ing. Civil Industrial. Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile. 124p.

- CONSIDINE, J. 1983. Concepts and practice of use of plant growth regulating chemicals in viticulture. **In:** Plant Growth Regulating Chemicals. CRC Press. Florida. pp 89-185.
- CORDOBA, C. 1976. Fisiología vegetal. Blume. Madrid, España. 439p.
- DEVLIN, R. 1980. Fisiología vegetal. 3ª ed. Ediciones Omega. Barcelona, España. 517 p.
- DOLL, V; VOGEL, H; IBARRA, G; JELDRES, P; RAZMILIC, I; SAN MARTIN, J; VIZCARRA, G; MUÑOZ, M; SAENZ, M y DONOSO, M. 1999. Estudios de domesticación de especies nativas ornamentales de potencial uso Industrial. **In:** Domesticación de diferentes especies nativas ornamentales y medicinales. Universidad de Talca. p 5-8.
- FERNANDEZ, P. 1994. Las plantas medicinales y aromáticas; Aporte a la transformación de la Agricultura. Confederación Nacional de la Agricultura Familiar Campesina, La Voz del Campo (Chile). 72p.
- GERDING, V.; HERMOSILLA, M. y GREZ, R. 1996. Sustratos de corteza compostada para la propagación vegetativa de estacas de tallo de *Podocarpus nubigena* Lindl y *Eucryphia cordifolia* Cav. Bosque (Chile) 17(2):57-64
- GRIEVE, M. Sf. Lemon verbena: **In:** Botanical.com. <<http://www.botanical.com/botanical/mgmh/v/verven05.htm>> (9/11/98).
- GUTIÉRREZ, B. 1995. Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Ciencia e Investigación Forestal (Chile) 9 (2):261-277.



- GUTIÉRREZ, T. 1988. Enraizamiento de estacas de cuatro especies nativas chilenas mediante el uso de auxinas sintéticas. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 74p.
- HARRIS, J. 1982. The humex book of propagation. Macdonald. London. 64p.
- HARTMANN, H. Y KESTER, D. 1998. Propagación de plantas; principios y prácticas. Continental, México. 757p.
- HERMOSILLA, M. E. 1996. Utilización de sustratos a base de corteza compostada para propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Tesis Ing. Forestal. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Fac. de Ciencias Forestales. 58p.
- HOFFMANN, A., FARGA, C., LASTRA, J. Y VEGAGHAZI, E. 1992. Plantas medicinales de uso común en Chile. Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile, Chile. 273p.
- KRAMM, C. R. 1987. Propagación vegetativa de cuatro especies arbustivas nativas con posibilidades ornamentales. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 56p.
- LEOPOLD, A. 1955. Auxin and plant growth. University of California Press. California. 354p.
- \_\_\_\_\_. y KRIEDEMANN, P. 1975. Plant growth and development. 2ª . ed. New York. Mc Graw-Hill. 545p.
- LOPEZ, J. 1980. Estudio Fitoquímico de *Buddleja globosa* LAM. Tesis de M.

Sc. Exactas (Química), Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Ciencias Químicas. 188p.

MARTICORENA, C. y QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42(1-2). 155p.

MELLADO, E. 1923 *Buddleja globosa* Lam. "Matico Panil". Memoria de prueba para optar al título de Farmacéutico de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. 22p.

MONTALDO, P. y FUENTES, R. 1980. Caracterización térmica y fotoperiódica para el área de Valdivia, Chile. *Agro Sur (Chile)* 8 (2):94-100.

MONTALDO, P. 1983. Características climáticas de la ciudad de Valdivia y Alrededores. *Agro Sur* 11(2):138-139.

MONTES, M. y WILKOMIRSKY, T. 1985. Medicina tradicional chilena. Ed. Universidad de Concepción. Concepción Chile. 205p.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ . y VALENZUELA, L. 1992. Plantas medicinales. Ed. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 207p.

MORANDE, P. 1990. Efecto del ácido indol butírico, ácido naftalén acético y dos sustratos sobre la capacidad rizogénica de estacas de feijoa (*Feijoa sellowiana*). Tesis Lic. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 88p

MUÑOZ, C. 1994. Flores silvestres de Chile. Ed. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 245p.

- MUÑOZ, I. 1974. Capacidad rizogénica de estacas del género *Vitis* y su relación con cofactores e inhibidores de enraizamiento. Tesis. Mag. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 78p.
- MUÑOZ, M.; BARRERA, E. y MEZA, I. 1981. El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Publicación Ocasional. Museo Nacional de Historia Natural. N° 33. 91p.
- OREGON STATE UNIVERSITY. 2002. <<http://www.orst.edu>> (14/06/2002)
- ORELLANA, O. 1996. Generalidades sobre el cultivo de plantas aromáticas (Especias y Medicinales). Universidad Central, Fac. de Ciencias Económicas y Administrativas. Chile. p22.
- PÉREZ, V. 1997. Características favorables de la flora nativa para uso paisajista en la zona central del país; Presentación de una muestra de especies. **In:** Uso paisajista de la flora nativa; Chile Central. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. p 4-39.
- POBLETE, P. 1997. Propagación vegetativa en maqui (*Aristotelia chilensis*). Tesis Lic. Agr. Chillan, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias. 22p.
- PURDUE UNIVERSITY. 1997. Lemon Verbena. **In:** Horticulture & Landscape Architecture <[http://www.hort.purdue.edu/newcrops/med-aro/factsheets/lemon\\_verbena.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrops/med-aro/factsheets/lemon_verbena.html)> (12/03/1998)
- RATHGEB, W. 1999 . Cedrón y lavanda. Revista vivienda y decoración, Diario El Mercurio. Santiago (Chile) : 48 Feb., 27.

- RATHGEB, W. 1999 b. El matico. Revista vivienda y decoración, Diario El Mercurio. Santiago (Chile) :46-47 Dic., 18.
- RAY, P. 1981. La Planta Viviente. 7<sup>a</sup> ed. CECSA. México DF. 272p.
- REED, R., BRADY, S. y MUDA y G. 1998. Inhibition of auxin movement from the shoot into the root inhibits lateral root development in Arabidopsis. Plant Physiology 118: 1369-1378.
- RODRIGUEZ, R.; MATTHEI, O. y QUEZADA M. 1983. Flora arbórea de Chile. Universidad. de Concepción. Concepción, Chile. 408p.
- RODRÍGUEZ, G. Y MALDONADO, C. 1997. Arbustos nativos de Chile; métodos de propagación. Universidad de Concepción. Los Ángeles, Chile. 99p.
- ROZZI, S. 1984. Las plantas, fuente de salud. Sociedad de San Pablo. Santiago, Chile. 360p,
- SALGADO, J. 1993. Evaluación de la capacidad rizogenica en estacas del género Fuchsia L. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias (Chile). 69p
- SALISBURY, F. y ROSS, C. 1985. Plant physiology. 3<sup>o</sup> ed. Wadsworth. California. 540p.
- SEN, D. y RAJPUT, P. 1995. Ecophysiological aspects of the vegetative propagation of saltbush (*Atriplex* spp. ) and mulberry (*Morus* spp.). **In:** Handbook of Plant and Crop Physiology. New York. p177-193.

- SHAMSHAD, S. 1995a. Plant growth hormones; growth promoters and inhibitors. **In:** Handbook of plant and crop physiology. New York. p527-556.
- \_\_\_\_\_. 1995b. Plant / Crops hormones under stressful condition. **In:** Handbook of plant and crop physiology. New York. p645-660.
- SISA, J. sf. Ecoaldea mundial. <<http://members.fortunecity.es/natura2001/index.html>>. (14/06/2002)
- STEEL, R. y TORRIE, J. 1997. Biostatística; principios y procedimientos. 2<sup>a</sup> ed. M<sup>c</sup> Graw-Hill. Mexico. 621p.
- TAPIA, J. 1980. Efectos del medio de propagación en el enraizamiento de claveles (*Dianthus caryophyllus*) C.V. Sir Arthur Sim e Influencia del desarrollo radicular al momento del trasplante sobre el crecimiento de la planta. **In:** Recopilación. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota Chile. p 1-9.
- THE WHOLE HERB. 2001. <<http://www.wholeherb.com/id/hg182A.htm>> (16/05/2002).
- TOOGOOD, A. 2000. Propagación de plantas. Traducido por Domínguez, A. La Isla. Buenos Aires, Argentina. 320p.

- VARGAS, G.; ARELLANO, G. y SOTO, H. 1999. Enraizamiento de estacas de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.) sometidas a la acción de auxinas. *Bioagro* 11(3): 103-108. <http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/index.htm> (26/10/2000).
- VILLAGRAN, C.; MEZA, I.; SILVA, E. y VERA, M. 1983. Nombres folklóricos y uso de la flora de quinchao, Chiloé. Museo de Historia Natural. Publicación ocasional N° 39. 58p.
- VOGEL, H. 2000. El cultivo de especies nativas chilenas de uso medicinal (Boldo, Cedrón, Matico, etc.). **In:** Cultivos y mercados de plantas medicinales; desafíos actuales y futuros. Sociedad de Fomento Agrícola de Temuco A.G. Temuco. pp 36-41.
- WELLS, J. 1979. Plant propagation practices. Mcmillan Publishing. New York. 344p.
- ZIN, S. Y WEISS, C. 1998. La salud por medio de las plantas medicinales. Ed. Don Bosco. Santiago de Chile, Chile 387p.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1 Análisis de varianza para los parámetros evaluados en esquejes de matico.

### Largo de brotes.

( $\bar{O}(Y+1/2)$ )

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	7.70985			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	4.7891			
Bloques	2	0.0865	0.0432	1	0.5000
Parte utilizada	1	4.6162	4.6162	106.787**	0.0092
Error (a)	2	0.0865	0.0432		
Concentración	4	1.1822	0.2955	8.495**	0.0007
Parte utilizada X Concentración	4	1.1822	0.2955	8.495**	0.0007
Error (b)	16	0.556468	0.0347793		

\* : Diferencia significativa

\*\* : Diferencia altamente significativa

### Número de raíces.

( $\bar{O}(Y+1/2)$ )

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P Valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	3476,2736			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	4,3185			
Bloques	2	0,5082	0,2541	68,758*	0.0143
Parte utilizada	1	3,8029	3,8029	1029,107**	0.001
Error (a)	2	0,0074	0,0037		
Concentración	4	10,9580	2,7395	20,763**	0.000
Parte utilizada X Concentración	4	1,5584	0,3896	2,953	0.0524
Error (b)	16	2,1111	0,1319		

\* : Diferencia significativa

\*\* : Diferencia altamente significativa

(continúa)



## Continuación Anexo 1.

### Grado de enraizamiento.

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	3800,9205			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	2,8298			
Bloques	2	1,0888	0,5444	5,853	0.1459
Parte utilizada	1	1,5550	1,5550	16,719	0.0549
Error (a)	2	0,1860	0,0930		
Concentración	4	11,4551	2,8638	12,726**	0.0001
Parte utilizada X Concentración	4	1,7938	0,4484	1,993	0.1442
Error (b)	16	3,6004	0,2250		

\* : Diferencia significativa

\*\* : Diferencia altamente significativa

### Número de brotes

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	336,9012			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	12,3674			
Bloques	2	0,3751	0,1875	1,000	0.5
Parte utilizada	1	11,6173	11,6173	61,948*	0.0158
Error (a)	2	0,3751	0,1875		
Concentración	4	1,0172	0,2543	7,323**	0.0015
Parte utilizada X Concentración	4	1,0172	0,2543	7,323**	0.0015
Error (b)	16	0,5556	0,0347		

\* : Diferencia significativa

\*\* : Diferencia altamente significativa

(continúa)

## Continuación Anexo 1.

### Largo de raíces

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	31240,384			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	104,596			
Bloques	2	29,393	14,697	6,810	0.128
Parte utilizada	1	70,887	70,887	32,846*	0.0291
Error (a)	2	4,316	2,158		
Concentración	4	322,674	80,668	14,651**	0.000
Part utilizada X Concentración	4	31,150	7,788	1,414	0.2742
Error (b)	16	88,099	5,506		

\* : Diferencia significativa

\*\* : Diferencia altamente significativa

### Porcentaje de enrizamiento

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	9230,000			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	1630,000			
Bloques	2	60,000	30,000	0,040	0.9612
Part utilizada	1	83,333	83,333	0,112	0.7696
Error (a)	2	1486,670	743,333		
Concentración	4	713,333	178,333	0,536	0.711
Part utilizada X Concentración	4	1566,670	391,667	1,178	0.3577
Error (b)	16	5320,000	332,500		

\* : Diferencia significativa

\*\* : Diferencia altamente significativa

## ANEXO 2 Análisis de varianza para los parámetros evaluados en esquejes de maqui.

### Largo de brotes

( $\bar{0}(Y+1/2)$ )

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	6.5764			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	2.0664			
Bloques	2	0.3704	0.1852	2.767	0.2654
Parte utilizada	1	1.5621	1.5621	23.341*	0.0403
Error (a)	2	0.1339	0.0669		
Concentración	4	0.9862	0.2465	4.38*	0.0316
Parte utilizada X Concentración	4	2.3902	0.5975	8.434**	0.0007
Error (b)	16	1.1336	0.0709		

\*: Diferencia significativa

### Grado de enraizamiento

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	24.1818			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	2.4646			
Bloques	2	1.2165	0.6083	2.605	0.2774
Part utilizada	1	0.7810	0.7810	3.345	0.2089
Error (a)	2	0.4670	0.2335		
Concentración	4	5.6289	1.4072	1.887	0.1620
Part utilizada X Concentración	4	4.1548	1.0387	1.393	0.2810
Error (b)	16	11.9336	0.7458		

\*: Diferencia significativa

(continúa)

**Continuación Anexo 2.****Número de brotes**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>P valor</b>
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	123,4857			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	0,1666			
Bloques	2	0,1140	0,0570	4,342	0.1873
Part utilizada	1	0,0263	0,0263	2,006	0.2925
Error (a)	2	0,0263	0,0131		
Concentración	4	0,1921	0,0480	1,500	0.2491
Part utilizada X Concentración	4	0,6324	0,1581	4,936**	0.0087
Error (b)	16	0,5125	0,0320		

\*: Diferencia significativa

**Largo de raíces**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>	<b>P valor</b>
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	73342,6826			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	17,3720			
Bloques	2	9,0287	4,5144	2,999	0.2501
Part utilizada	1	5,3325	5,3325	3,542	0.2005
Error (a)	2	3,0109	1,5054		
Concentración	4	56,0574	14,0144	1,388	0.2824
Part utilizada X Concentración	4	60,0341	15,0085	1,486	0.2529
Error (b)	16	161,5575	10,0973		

\*: Diferencia significativa

(continúa)

## Continuación Anexo 2.

### Porcentaje de enraizamiento

Fuente de Variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Parcelas: Sub Parcelas (P. utilizada X Conc.)	29	33266.6667			
Parcelas de partes utilizadas: (P Principales)	5	6266.667			
Bloques	2	206.6667	103.33	1.145	0.4655
Part utilizada	1	5880	5880	65333*	0.0150
Error (a)	2	180	90		
Concentración	4	14033.333	3508.33	5.532**	0.0054
Part utilizada X Concentración	4	2820.0	705.00	1.112	0.3852
Error (b)	16	10146.6667			

\*: Diferencia significativa

**ANEXO 3 Análisis de varianza para los parámetros evaluados en esquejes de cedrón.**

**Largo de brotes**

Fuente de variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Total	14	68,5469			
Tratamientos	4	21,3184	5,3296	1,129 n.s	0.39
Error	10	47,2285	4,7229		

\*: Diferencia significativa.

n.s.: Diferencia no significativa.

**Número de brotes**

$(\bar{0}(Y+1/2))$

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F cal	P valor
Total	14	0,6527			
Tratamientos	4	0,0669	0,0167	0,2854 n.s	0.88
Error	10	0,5859	0,0586		

\*: Diferencia significativa.

n.s.: Diferencia no significativa.

(continúa)

### Continuación Anexo 3.

#### Largo de raíces. ( $\bar{O}(Y+1/2)$ )

Fuente de variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Total	14	3,3078			
Tratamientos	4	1,4077	0,3519	1,852 n.s	0.1956
Error	10	1,9001	0,1900		

\*: Diferencia significativa.

n.s.: Diferencia no significativa.

#### Grado de enraizamiento

Fuente de variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Total	14	5,9014			
Tratamientos	4	1,5801	0,3950	0,914 n.s	0.49
Error	10	4,3212	0,4321		

\*: Diferencia significativa.

n.s.: Diferencia no significativa.

(continúa)

**Continuación Anexo 3.****Porcentaje de enraizamiento**

Fuente de variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Total	14	6093,3333			
Tratamientos	4	3776,6667	944,1667	4,076 *	0.0326
Error	10	2316,6667	231,6667		

\*: Diferencia significativa.

n.s.: Diferencia no significativa.

**Número de raíces**

Fuente de variación	gl	SC	CM	F cal	P valor
Total	14	142.73			
Tratamientos	4	53.63	13.41	1.5	0.272
Error	10	89.1	8.91		

\*: Diferencia significativa.

n.s.: Diferencia no significativa.



**ANEXO 4 Test de comparación de media de Tukey en esquejes de matico.**

**Grado de enraizamiento  
(Tukey 99%)**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
500	6	1.1637	X
1000	6	1.625	XX
125	6	2.20833	XXX
0	6	2.65808	XX
250	6	2.79583	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-125		0.44975	1.05538
0-250		-0.13775	1.05538
0-500		*1.49438	1.05538
0-1000		1.03308	1.05538
125-250		-0.5875	1.05538
125-500		1.04463	1.05538
125-1000		0.58333	1.05538
250-500		*1.63213	1.05538
250-1000		*1.17083	1.05538
500-1000		-0.4613	1.05538

\*: denota diferencia estadísticamente

(continúa)

## Continuación Anexo 4.

**Largo de brotes  
(Tukey 99%)**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
500	6	0.742234	X
1000	6	1.0261	XX
250	6	1.21681	X
125	6	1.22993	X
0	6	1.28178	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-125		0.0518	0.414916
0-250		0.0649	0.414916
0-500		*0.5395	0.414916
0-1000		0.25567	0.414916
125-250		0.01311	0.414916
125-500		*0.4876	0.414916
125-1000		0.20382	0.414916
250-500		0.47458	0.414916
250-1000		0.19071	0.414916
500-1000		-0.2839	0.414916

\* : denota diferencia estadísticamente significativa

**Tukey 99%**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
Apical	15	0.707107	X
Basal	15	1.49164	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Apical-Basal		*-0.78453	-0.631605

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

(continúa)

### Continuación Anexo 4

#### Número de brotes (Tukey 99%)

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
500	6	0.30655	X
1000	6	0.543983	XX
250	6	0.666667	XX
125	6	0.779767	X
0	6	0.814483	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-125		0,0347167	0.414585
0-250		0,147817	0.414585
0-500		*0,507933	0.414585
0-1000		0,2705	0.414585
125-250		0,1131	0.414585
125-500		*0,473217	0.414585
125-1000		0,235783	0.414585
250-500		0,360117	0.414585
250-1000		0,122683	0.414585
500-1000		-0,237433	0.414585

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

#### Tukey 95%

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
Apical	15	0	X
Basal	15	1.24458	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Apical-Basal		*-1.24458	0.669578

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

(continúa)

### Continuación Anexo 4

#### Largo de raíces (Tukey 99%)

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
500	6	1.19732	X
1000	6	3.38425	XX
125	6	7.08213	XX
0	6	7.95173	XX
250	6	10.3464	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-125		0,8696	5.22066
0-250		-2,39465	5.22066
0-500		*6,75442	5.22066
0-1000		4,56748	5.22066
125-250		-3,26425	5.22066
125-500		*5,88482	5.22066
125-1000		3,69788	5.22066
250-500		*9,14907	5.22066
250-1000		*6,96213	5.22066
500-1000		-2,18693	5.22066

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

#### Tukey 95%

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
Apical	15	4.45519	X
Basal	15	7.52953	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Apical-Basal		*-3.07434	2.27156

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

(continúa)

### Continuación Anexo 4

#### Número de raíces (Tukey 99%)

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
500	6	1.12093	X
1000	6	1.53523	XX
125	6	2.17293	XX
0	6	2.32933	XX
250	6	2.83618	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-125		0,66325	0,808165
0-250		0,50685	0,808165
0-500		*1,71525	0,808165
0-1000		*1,30095	0,808165
125-250		-0,1564	0,808165
125-500		*1,052	0,808165
125-1000		0,6377	0,808165
250-500		*1,2084	0,808165
250-1000		0,7941	0,808165
500-1000		-0,4143	0,808165

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

#### Tukey 99%

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
Apical	15	1.64288	X
Basal	15	2.35497	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Apical-Basal		*-0,712087	-0,184732

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

**ANEXO 5 Test de comparación de media de Tukey y Duncan en esquejes de maqui.**

**Largo de brotes.  
(Duncan 95%)**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
0	6	1.14318	X
250	6	1.22163	XX
2000	6	1.3188	XX
500	6	1.5692	X
1000	6	1.5905	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-250		-0,07845	0.41824
0-500		*-0,426017	0.41824
0-1000		*-0,447317	0.41824
0-2000		-0,175617	0.41824
250-500		-0,347567	0.41824
250-1000		-0,368867	0.41824
250-2000		-0,0971667	0.41824
500-1000		-0,0213	0.41824
500-2000		0,2504	0.41824
1000-2000		0,2717	0.41824

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

**Tukey 99%**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
Apical	15	1.14047	X
Basal	15	1.59685	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Apical-Basal		*-0.45638	0.399998

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

(continúa)

**Continuación Anexo 5.**

**Porcentaje de enraizamiento  
(Tukey 99%)**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
250	6	31.6667	X
0	6	56.6667	XX
500	6	66.6667	XX
1000	6	88.3333	X
2000	6	90.0	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-250		25,0	56,0276
0-500		-10,0	56,0276
0-1000		-31,6667	56,0276
0-2000		-33,3333	56,0276
250-500		-35,0	56,0276
250-1000		*-56,6667	56,0276
250-2000		*-58,3333	56,0276
500-1000		-21,6667	56,0276
500-2000		-23,3333	56,0276
1000-2000		-1,66667	56,0276

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

**Tukey 95%**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
Apical	15	52.6667	X
Basal	15	80.6667	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
Apical-Basal		*-28.0	14.669

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.

**ANEXO 6 Test de comparación de media de Tukey (95%) del parámetro porcentaje de enraizamiento en esquejes de cedrón.**

Tratamientos	n	Promedios	Comparación
500	3	30	X
0	3	36,6667	XX
125	3	51,6667	XXX
1000	3	61,6667	XX
250	3	73,333	X
Contraste		Diferencia	+/- Limites
0-1000		-25,000	27,6904
0-125		-15,000	27,6904
0-250		*-36,0007	27,6904
0-500		6,667	27,6904
1000-125		10,000	27,6904
1000-250		-11,667	27,6904
1000-500		*31,6667	27,6904
125-250		-21,667	27,6904
125-500		21,667	27,6904
250-500		*43,3333	27,6904

\*: denota diferencia estadísticamente significativa.



## ANEXO 7 Valores promedios matico.

### Tabla resumen ensayo matico con valores transformados

Parámetros a evaluar	0		125		250		500		1000	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
GE	2,27	3,05	2,24	2,18	2,76	2,83	1,05	1,28	1,00	2,25
LB*	0,71	1,86	0,71	1,75	0,71	1,73	0,71	0,78	0,71	1,35
NB	0,00	1,63	0,00	1,56	0,00	1,33	0,00	0,61	0,00	1,09
LR	5,79	10,11	5,87	8,30	10,00	10,69	0,42	1,98	0,20	6,57
NR*	2,24	3,43	2,04	2,30	2,21	2,45	0,84	1,40	0,88	2,19
E%	60,00	70,00	76,67	63,33	76,67	50,00	56,67	73,33	56,67	86,67

\* : Valores transformados por  $(X+1/2)$

### Tabla resumen ensayo matico con valores no transformados

Parámetros a evaluar	0		125		250		500		1000	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
GE	2,27	3,05	2,24	2,18	2,76	2,83	1,05	1,28	1,00	2,25
LB	0,00	3,09	0,00	2,61	0,00	2,49	0,00	0,11	0,00	1,36
NB	0,00	1,63	0,00	1,56	0,00	1,33	0,00	0,61	0,00	1,09
LR	5,79	10,11	5,87	8,30	10,00	10,69	0,42	1,98	0,20	6,57
NR	4,74	11,35	3,77	4,82	4,40	5,56	0,24	1,57	0,33	4,50
E%	60,00	70,00	76,67	63,33	76,67	50,00	56,67	73,33	56,67	86,67

## ANEXO 8 Valores promedios maqui.

### Tabla resumen ensayo maqui con valores transformados

Parámetros a evaluar	0		250		500		1000		2000	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
GE	1,77	2,80	1,33	2,73	3,40	3,03	3,01	2,71	2,97	2,81
LB (*)	0,79	1,50	0,71	1,74	1,81	1,33	1,13	2,05	1,26	1,37
NB	0,30	0,35	0,00	0,54	0,69	0,33	0,35	0,46	0,40	0,34
LR	6,96	10,11	4,30	9,41	10,79	10,21	10,81	8,30	10,93	9,99
E%	43,33	80,00	33,33	60,00	60,00	90,00	63,33	90,00	63,33	83,33

\* : Valores transformados por  $(Y+1/2)$

### Tabla resumen ensayo maqui con valores no transformados

Parámetros a evaluar	0		250		500		1000		2000	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
GE	1,77	2,80	1,33	2,73	3,40	3,03	3,01	2,71	2,97	2,81
LB	0,13	1,76	0,00	2,89	2,80	1,27	0,86	3,70	1,11	1,41
NB	0,30	0,35	0,00	0,54	0,69	0,33	0,35	0,46	0,40	0,34
LR	6,96	10,11	4,30	9,41	10,79	10,21	10,81	8,30	10,93	9,99
E%	43,33	80,00	33,33	60,00	60,00	90,00	63,33	90,00	63,33	83,33

## ANEXO 9 Valores promedios cedrón.

### Tabla resumen ensayo cedrón con valores transformados

Concentración	Parámetro				
	Grado de enraizamiento	Largo de brotes	Número de brotes *	Largo de raíces *	Porcentaje de enraizamiento
0	2,6	3,4	1,2	2,9	36,7
125	3,3	3,8	1,3	3,5	51,7
250	3,2	5,7	1,3	4,4	73,3
500	2,5	5,8	1,4	4,2	30,0
1000	2,6	2,9	1,3	2,8	61,7

\* : Valores transformados por  $(Y+1/2)$

### Tabla resumen ensayo cedron con valores no transformados

Concentración	Parámetro				
	Grado de enraizamiento	Largo de brotes	Número de brotes	Largo de raíces	Porcentaje de enraizamiento
0	2,6	3,4	1,06	8,63	36,7
125	3,3	3,8	1,18	13,21	51,7
250	3,2	5,7	1,26	12,21	73,3
500	2,5	5,8	1,60	13,73	30,0
1000	2,6	2,9	1,15	9,36	61,7

**ANEXO 10 Registro de temperaturas ambientales bajo invernadero (en °C), período enero-marzo de 1999.**

**Enero 1999**

Día	T <sup>o</sup> mínima	T <sup>o</sup> máxima
5	14	26
6	14	25
7	15	29
8	12	29
9	14	31
10	17	34
11	15	28
12	13	31
13	22	37
14	21	35
15	22	34
16	18	30
17	22	31
18	24	31
19	23	34
20	21	32
21	25	35
22	17	28
23	19	30
24	15	39
25	19	38
26	21	38
27	16	37
28	22	34
29	25	38
30	19	39
31	8	35
Promedio	18,3	32,9

(continúa)

## Continuación Anexo 10.

## Febrero 1999

Día	T <sup>o</sup> mínima	T <sup>o</sup> máxima
1	14	22
2	13	27
3	14	26
4	14	33
5	16	31
6	13	30
7	14	35
8	15	30
9	16	31
10	17	38
11	14	35
12	16	37
13	14	27
14	19	26
15	14	27
16	16	35
17	15	33
18	15	33
19	15	35
20	16	33
21	13	33
22	13	35
23	17	35
24	14	33
25	12	27
26	15	30
27	16	32
28	14	33
Promedio	14,8	31,5

(continúa)

**Continuación Anexo 10.****Marzo 1999**

Día	T <sup>o</sup> mínima	T <sup>o</sup> máxima
1	9	33
2	9	21
3	14	27
4	14	35
5	14	33
6	14	28
7	14	25
8	14	27
9	14	34
10	14	34
11	14	34
Promedio	13.1	30.1

**ANEXO 11. Promedios semanales de fotoperíodo (horas de luz) para los 40°S, período enero-marzo.**

Semana	Fotoperíodo
4 enero	15,70
11 enero	15,50
18 enero	15,30
25 enero	15,20
1° febrero	14,85
8 febrero	14,60
15 febrero	14,35
22 febrero	13,97
1° marzo	13,70
8 marzo	13,40