

## I. ANTECEDENTE GENERALES

**NOMBRE DEL PROYECTO:** “Estudios de cultivo de algunas especies medicinales nativas de Chile”

**CÓDIGO:** V99-0-S-032

**REGIÓN:** VII

**FECHA DE APROBACIÓN:**

**FORMA DE INGRESO AL FIA:** Ventanilla abierta

**AGENTE EJECUTOR:** Universidad de Talca

**COORDINADOR DEL PROYECTO:** Hermine Vogel

**COSTO TOTAL:**

**APORTE DEL FIA :**

**PERIODO DE EJECUCIÓN:** Desde el 01 de noviembre de 1999 hasta el 31 de octubre de 2003



## **II. RESUMEN EJECUTIVO**

El desarrollo del proyecto ha sido muy satisfactorio, gracias al destacado desempeño de la asistente de investigación, Srta. Benita González, de los co-investigadores y el constante apoyo de parte del FIA, su agilidad ante consultas y flexibilidad cuando el proyecto así lo requirió. Además, el proyecto ha sido el marco para la investigación de numerosos alumnos tesisistas: una de Master of Science (M.Sc.Agr.) de la Georg-August-Universität Göttingen, dos de Magíster de Horticultura y siete alumnos de Agronomía (pregrado) de la Universidad de Talca.

El proyecto y sus resultados se han dado a conocer en diferentes congresos, seminarios y jornadas nacionales e internacionales, en días de campo y jornadas abiertas al público. Actualmente, se dispone de una gran cantidad de datos y resultados sobre las diferentes especies estudiadas, los que se han informado anteriormente en informes de avance y se complementarán en el presente informe final. Se han enviado diferentes manuscritos para publicación científica a revistas nacionales e internacionales (fotocopias adjuntas). Además, los resultados se publicarán en un libro, cuyo manuscrito se redactará en los próximos seis meses.

### III. TEXTO PRINCIPAL

#### 3.1 Resumen de la propuesta inicial

En Chile, por su ubicación geográfica aislada se han desarrollado muchas especies vegetales únicas en el mundo, de las cuales numerosas se usan en la medicina tradicional. Algunas especies se comercializan en el mercado internacional, mientras que un gran número se comercializa en el mercado interno. Pese a ello, la gran mayoría de las especies nativas de uso medicinal se recolectan en forma silvestre, lo que implica, generalmente, una mala calidad del producto final.

El alto grado de heterogeneidad natural existente en cada especie, junto con altos porcentajes de falsificaciones, presencia de contaminación tanto biótica como abiótica y calidades difícilmente reproducibles son las razones fundamentales por las que los precios alcanzados son generalmente bajos.

La industria procesadora prefiere no depender de producciones inseguras o no sustentables.

Por otra parte, la recolección silvestre constituye una amenaza para el medioambiente. La explotación de estas especies contribuye a la erosión y afecta la economía hídrica de los suelos. Además, las especies, muchas únicas en el mundo, pueden llegar en algunos casos a estar en peligro de extinción.

La domesticación de especies nativas que se explotan con fines comerciales asegura una producción de material vegetal homogéneo, cuya calidad se puede manejar en cultivo. Para ello, la selección del material genético adecuado, determinación de la época de cosecha y conocimiento de factores que influyen en la concentración y composición de los principios activos juegan un rol fundamental.

Además, desarrollar métodos de propagación que aseguren el mayor porcentaje de multiplicación en el plazo más corto posible, junto con conocer la capacidad e adaptación a estrés y los efectos sobre el rendimiento, estimular el crecimiento de las especies por medio de técnicas de riego y poda y optimizar el rendimiento por área cultivada son factores importantísimos para mejorar la rentabilidad.

Finalmente, al domesticar las especies silvestres se puede asegurar su producción, cubrir la demanda existente con cultivos y promover el consumo de plantas medicinales nativas evitando el deterioro de los recursos silvestres. El cultivo de especies nativas, bien adaptadas a las condiciones ambientales de nuestro país, se podría realizar en terrenos marginales, incluso en algunos casos, se podría establecer un cultivo intercalado con otras especies leñosas.

Para abordar la problemática planteada se definieron los siguientes objetivos general y específicos para el proyecto:

### Objetivo general:

- Estudiar, optimizar y afinar métodos de cultivo de algunas especies medicinales nativas de Chile, con fines de producir material vegetal homogéneo y de alta calidad.

### Objetivos específicos:

- Estudiar la variabilidad genética de los principios activos en boldo y la variabilidad morfológica y de rendimiento en matico;
- Conocer las características ambientales del hábitat natural en que se desarrolla el canelo y el bailahuén;
- Describir las características botánicas y fenológicas de interés agronómico en canelo y bailahuén;
- Desarrollar métodos de propagación por semilla y vegetativa (canelo y bailahuén);
- Determinar posibles efectos de riego sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos en: boldo, peumo, matico y bailahuén;
- Determinar cuáles especies se podrán o deberán plantar bajo sombra;
- Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote en boldo, peumo, matico, canelo y bailahuén;
- Determinar la demanda de nutrientes en las diferentes especies;
- Identificar los organismos fitopatológicos observados en las diferentes especies;
- Desarrollar estudios preliminares (habitat natural, fenología, propagación, establecimiento de cultivo) en otra especie medicinal nativa de la VII región;
- Estimar la rentabilidad de los cultivos (boldo, matico, peumo) en base a costos y precios actuales y potenciales;
- Transferir y publicar los resultados obtenidos.

Para responder a los objetivos planteados se propuso la siguiente metodología:

#### Estudios genéticos:

Determinar la concentración de aceite esencial, ascaridol y alcaloides durante dos temporadas a 100 plantas provenientes de semillas de tres poblaciones naturales de boldo establecidas en agosto de 1998 en el Campus Lircay de la Universidad de Talca. Los análisis químicos de los principios activos indican si las diferencias entre las poblaciones son genéticas o ambientales. Determinar la heredabilidad de estos caracteres entre individuos de una población utilizando 15 familias de medios hermanos con tres o más individuos por familia.

Propagar en forma vegetativa individuos de diferente origen en matico y con diferencias en el tamaño y color de la hoja. Establecer los clones en un diseño experimental para evaluarlos durante dos años y seleccionar aquellos con los mayores rendimientos y hojas de color verde oscuro.

Análisis químico de los principales compuestos activos:

Se definieron como principios activos los siguientes compuestos con efecto medicinal:

Boldo	Concentración de aceite esencial y alcaloides totales, % de ascaridol
Peumo	Aceites esenciales
Matico	Flavonoides
Canelo	Terpenos
Bailahuén	Flavonoides y cumarinas

Extraer el aceite esencial por arrastre de vapor de agua y cuantificar en una bureta graduada instalada en el equipo de destilación. Identificar sus principales componentes por cromatografía gaseosa. Cuantificar alcaloides y cumarinas con métodos espectrofotométricos descritos por Franz y Koehler (1992)

Estudio del hábitat natural en canelo y bailahuén:

Seleccionar tres poblaciones naturales dentro de la VI y VII región. En caso de no encontrar lugares accesibles donde crece bailahuén, el estudio se limitaría a una sola población. Caracterizar los lugares por su clima, suelo y topografía.

Estudios morfológicos y fenológicos en canelo y bailahuén:

En el hábitat natural realizar seguimientos periódicos de los estados fenológicos de cada especie a lo largo de su ciclo de crecimiento (10 veces el primer año y 5 veces en la temporada siguiente), determinando el momento y la duración de cada etapa. Además, observar características morfológicas, tales como la altura de la planta, ritmo de crecimiento, área foliar u otros.

Fluctuación anual de principios activos en canelo y bailahuén:

En el primer año de evaluación, determinar la concentración de principios activos en diferentes fechas y estados de crecimiento en las poblaciones naturales. En caso de no poder contar con suficiente material vegetal de bailahuén, este estudio se realizaría solamente bajo cultivo en años posteriores. En canelo determinar si existen diferencias en la concentración de terpenos en 5 diferentes fechas de cosecha.

Ensayos de propagación:

En los ensayos de germinación de semillas buscar las condiciones que aseguren la mayor capacidad germinativa. En caso de no obtener una germinación espontánea en un alto porcentaje, la semilla se sometería a diferentes tratamientos pregerminativos. Los ensayos se sembrarían en bandejas speedling bajo invernadero en arena esterilizada.

Realizar los ensayos de propagación vegetativa con estacas o esquejes herbáceos colectados en diferentes épocas. En caso de no enraizar espontáneamente las diferentes especies se deben evaluar con tratamientos hormonales.

Manejo de la plantación:

Establecer plantaciones experimentales en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca, regadas por goteo.

En boldo, se pretende realizar dos ensayos durante dos temporadas de crecimiento. El primero para evaluar el efecto de dos niveles de riego y densidad (8 y 16 plantas m<sup>-2</sup>) sobre el crecimiento anual, rendimiento de hojas por superficie, concentración de principios activos y demanda nutricional. El segundo para evaluar cuatro tratamientos de poda (primer corte en el primer vs. segundo año, meses de enero y junio) y dos tratamientos de luz (pleno sol vs. malla raschell) sobre la capacidad de rebrote, rendimiento, área foliar y concentración de principios activos.

En peumo se pretende evaluar el efecto de dos niveles de luz (sol- sombra) y poda (inicio de la cosecha en el primero vs. segundo año, meses enero y junio) sobre el rendimiento de hojas por planta, relación peso de hojas: peso del material vegetal total cosechado, capacidad de rebrote, concentración de principios activos y demanda de nutrientes.

En matico se pretende evaluar ensayos de riego y poda, además de incorporar la evaluación de la demanda nutricional. Además se pretende evaluar diferentes procedencias de material vegetal.

En canelo se pretende realizar un estudio de fluctuación anual en poblaciones naturales, en hábitat natural y en la plantación, durante dos años. Además se pretende evaluar el efecto dos niveles de luz y determinar la demanda nutricional.

En bailahuén se pretende evaluar dos niveles de riego y determinar la demanda nutricional de la especie.

Estudios preliminares de otras especies medicinales nativas de la región:

Estudiar en una o dos especies mas su hábitat natural, desarrollo fenológico y morfológico, la propagación y el desarrollo del cultivo.

Evaluación económica de las especies:

Estimar rentabilidad de las plantaciones comerciales a través de la siguiente metodología:

- Registrar minuciosamente los costos involucrados en la etapa productiva.
- Obtener precios actuales mediante entrevistas con empresas comerciantes o procesadoras.
- Establecer parcelas comerciales de 1.000 m<sup>2</sup> por especie en boldo, peumo y matico, en conjunto con una empresa productora a definir. El material vegetal se dona con la condicionante de llevar un registro de los costos y datos técnicos involucrados en el establecimiento, mantención y cosecha de las plantaciones.

Divulgación y transferencia:

Transferir y divulgar los resultados del proyecto a través de la realización de días de campo, jornadas abiertas, seminario, monografías y fichas de cultivo.

Con la metodología propuesta se pretende alcanzar los siguientes resultados:

- Disponer de datos genéticos que permitan la selección de los clones de mayor calidad.
- Conocer las características ambientales que favorecen el desarrollo de las especies
- Determinar la época apta para cosecha
- Definir la metodología mas adecuada para la propagación de las especies
- Determinar los efectos del riego y luz sobre factores de rendimiento y concentración de principios activos
- Determinar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote
- Determinar la demanda nutricional
- Identificar los organismos fitopatológicos asociados a cada especie
- Disponer de datos básicos del desarrollo y la propagación de otra especie
- Disponer de datos básicos para estimar rentabilidad
- Estimar los valores de VAN (valor actual neto) y TIR (tasa interna de retorno)
- Publicar resultados
- Establecer fichas de cultivo y monografías

Una vez finalizado el proyecto se espera generar impactos a mediano plazo en:

- Mejorar la calidad y homogeneidad del material vegetal a través del establecimiento de especies en condiciones de cultivo, aumentando los precios del material cosechado.
- Aumentar el conocimiento de la flora medicinal nativa en la sociedad.
- Obtener ingresos adicionales para pequeños agricultores ocupando terrenos marginales con especies adaptadas a las condiciones climáticas de la zona.
- Aumentar el consumo a través de un aumento en la calidad del material vegetal a nivel nacional.
- Mejorar la imagen de Chile como proveedor de plantas difícilmente obtenibles de otras partes del mundo. Material vegetal proveniente de cultivos, tendrá un impacto positivo por la mayor seguridad de producción, mayor homogeneidad e inocuidad medioambiental.
- Clones seleccionados producirían material vegetal de elevados contenidos de principios activos.

### **3.2 Cumplimiento de los objetivos, aspectos metodológicos, actividades ejecutadas y resultados del proyecto**

Como una forma de organizar de una manera mas práctica la entrega de la voluminosa información obtenida en la ejecución del proyecto, a continuación se describirán los objetivos, metodología y resultados del proyecto por especie, en forma individual. En el caso de los estudios de otras plantas medicinales se registrarán las especies hierba del clavo y pacul en donde se registran los mayores avances.

### 3.2.1

#### **Bailahuén** **(*Haplopappus spp*)**

##### 3.2.1.1 Cumplimiento de los objetivos del proyecto y adaptaciones o modificaciones introducidas en la metodología.

###### *Conocer las características ambientales del hábitat natural:*

En bailahuén el objetivo se cumplió al 100%, aún cuando la situación fue un poco mas complicada. En la propuesta inicial se pretendía estudiar bailahuén, mas específicamente *Haplopappus baylahuen* en la VII región. Lamentable o afortunadamente, no está presente en la región, por lo que en su búsqueda nos encontramos con diferentes especies de *Haplopappus* utilizados como medicinales. Debido a lo interesante que resultó la comparación de todas estas especies para diferentes estudios propuestos en sólo *H. bailahuén* se determinó estudiar todas las especies comenzando por los estudios de hábitat natural, caracterizando una población por especie de *Haplopappus*, abarcando diferentes latitudes en la Cordillera de los Andes entre la III a la VII región.

Para cumplir con este objetivo se tomaron muestras de suelo proveniente de los hábitat de cada población y especie para su análisis, además de evaluaciones *in situ* y descripción de topografía y especies asociadas, compra y evaluación de datos climáticos provenientes de la estación climatológica mas cercana.

###### *Describir las características botánicas y fenológicas de interés agronómico:*

El objetivo planteado se cumplió a cabalidad en las cinco especies de bailahuén que fueron estudiadas. Debido a la gran confusión entre especies pertenecientes al género *Haplopappus* se realizó una exhaustiva investigación para lograr identificar fehacientemente de que especie se trataba. Cada especie fue identificada usando claves taxonómicas (Reiche, 1896-1911); Torsa y Bartoli 2002) y comparada con muestras depositadas en el Herbario de la Universidad de Concepción situación que no había sido contemplada en el proyecto original. Se realizó una caracterización morfológica por especie. Las evaluaciones fenológicas fueron realizadas en condiciones de cultivo debido a la dificultad de acceso a las poblaciones naturales durante el período invernal y por un factor económico, ya que el costo de salidas mensuales a zonas entre la III y VII región no estaban contempladas en el proyecto original. Se obtuvo como resultado la fluctuación anual de los principios activos de cada especie a través de mediciones mensuales en condiciones de cultivo, durante un año. No se realizó otro ciclo de evaluación por falta de material vegetal.

###### *Desarrollar métodos de propagación por semillas y vegetativa:*

Se determinaron las mejores técnicas para obtener altas tasas de propagación, tanto generativa como vegetativa. A través de ensayos sucesivos de propagación por semillas, evaluando viabilidad de las semillas, efecto sobre la capacidad germinativa y sobrevivencia (en algunos casos) de condiciones de luz y oscuridad y tratamientos pregerminativos. En propagación por estacas se realizaron evaluaciones preliminares para luego bajo diferentes experimentos probar posiciones de extracción de las estacas, aplicación de hormona comercial en base a ANA (ácido naftanel acético) y concentración y formulación de AIB.

Todos los ensayos de propagación fueron establecidos en camas calientes bajo mist utilizando speedlings para ensayos de propagación por semillas y en forma directa para ensayos de propagación vegetativa.

*Determinar posibles efectos del riego sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos:*

Este objetivo no pudo ser llevado a cabo. Durante dos temporadas se trató de evaluar el efecto del riego, no lográndose en la primera temporada por el establecimiento tardío del sistema de riego. Durante la segunda temporada precipitaciones copiosas durante el mes de enero afectaron los tratamientos a evaluar pues el nivel de humedad de toda plantación permaneció muy alto durante semanas.

*Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote:*

Este objetivo fue obviado debido a una priorización de los ensayos de cultivo a realizar. Se optó por obtener curvas de principios activos y medir el efecto de dos niveles de luz sobre la concentración de los compuestos mayoritarios.

*Determinar la demanda de nutrientes:*

Este objetivo fue cumplió en un 100%. En la propuesta inicial no se profundizó la metodología a seguir para la realización de este objetivo. Se colectaron muestras de hojas y tallos analizando sus macro- y micronutrientes en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca. Posteriormente, ayudados por los resultados de evaluaciones de caracteres de rendimiento de material vegetal: rendimiento de hojas frescas y secas, porcentaje de hojas en el material vegetal cosechado se pudo obtener tablas que permiten determinar la demanda por cada nutriente evaluado y especie.

*Identificar los organismos fitopatológicos asociados:*

Durante todo el desarrollo del proyecto se realizaron observaciones visuales tendientes a identificar los organismos asociados a cada especie de bailahuén. Adicionalmente, se entrega información sobre medidas de control tanto orgánico como químico para cada uno de los organismos identificados.

*Estudios adicionales:*

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron estudios adicionales en bailahuén. A nivel de cultivo se evaluó el efecto de dos niveles de luz sobre factores de rendimiento de material vegetal total y resina en condiciones de cultivo determinando si variaciones en el nivel de luminosidad afectan las variables antes mencionadas. Otro estudio adicional fue llevado a cabo con éxito, en donde se realizó una caracterización química y se evaluó la actividad antioxidante de diferentes extractos de cuatro de las especies de bailahuén.

*Estimación preliminar de rentabilidad:*

Durante el período de ejecución del proyecto se registraron los costos asociados a la producción de plantas, costo de establecimiento y mantención de las plantaciones experimentales en Panguilemo. Factores técnicos de producción también fueron registrados. Precios de materia prima fueron obtenidos a través de encuestas en locales de venta ya que información de empresas de mayor envergadura no fue posible de obtener.

### 3.2.1.2 Metodología utilizada y resultados

#### 3.2.1.2.1 Metodología:

##### Estudios de hábitat natural, botánica y fenología:

Cinco diferentes especies de *Haplopappus* conocidos con el nombre común de bailahuén fueron colectados en diferentes zonas cordilleranas entre la III y VII región. Se a su identificación a través de claves y por comparación con muestras del Herbario de la Universidad de Concepción. Adicionalmente, se realizó una descripción botánica de cada una de las especies seleccionadas.

Cuadro 1.1: Localidades de estudio en bailahuén

Especie	Localidad, región	C. geográficas (Lat. Sur/ Long Oeste)	Altitud (m.s.n.m.)
<i>H. baylahuen</i>	Junta de Valeriano, III región	28°52' / 70°02'	1.900
<i>H. linifolius</i>	Junta de Valeriano, III región	28°52' / 70°02'	1.900
	Vicuña, IV región	30°13' / 70°39'	2.100
<i>H. remyanus</i>	Vicuña, IV región	30°13' / 70°39'	2.100
<i>H. multifolius</i>	La Disputada, RM	33°18' / 70°21'	1.470
<i>H. taeda</i>	Termas del Flaco, VI región	-	1.600
	Los Queñes, VII región	35°02' / 70°37'	1.300

Se caracterizó edáficamente cada zona con poblaciones naturales, a través de la descripción *in situ* de la condiciones presentes y colecta de muestras de suelo posteriormente analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca.

La descripción climática zonal se realizó a través del análisis de datos climáticos de los años 1997 al 1999, obtenidos a través de la Dirección General de Aguas de la Región del Maule y que provienen de las estaciones meteorológicas mas cercanas a las zonas de estudio. Para la zona de Vicuña, se utilizó la descripción del texto "Bioclimatología de Chile" de Francesco di Castri y Ernst Hajek, el cual utiliza la misma metodología.

Cuadro 1.2: Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización climática de las zonas de estudio en bailahuén.

Estación	C. geográficas (Lat. Sur/ Long Oeste)	Altitud (m.s.n.m.)	Hoya Hidrográfica	Medición	
				Precipitación	Temperatura
Santa Juana	28°40' / 70°39'	560	Huasco	X	X
Conay	28°58' / 70°09'	1.450	Huasco	X	
Cerro Calan	33°24' / 70°32'	900	Maipo	X	X
La Rufina	34°44' / 70°46'	735	Rapel	X	
Convento Viejo	34°46' / 71°06'	245	Rapel	X	X
Los Queñes	34°59' / 70°48'	723	Maule	X	

Fuente: Dirección General de Aguas

Los estudios de fenología fueron realizados bajo condiciones de cultivo debido a la dificultad de acceso a las poblaciones naturales durante el período invernal. Se describieron

los distintos estados, elaborando un calendario fenológico que resume las observaciones visuales obtenidas para cada especie. De igual manera, la fluctuación anual de principios activos fue realizada bajo condiciones de cultivo cuantificando flavonoides y cumarinas.

### Estudios de propagación:

#### *Propagación por semillas:*

Entre los meses de mayo a septiembre de 2000, se determinó la viabilidad de las semillas y se realizaron diferentes ensayos de germinación en las especies *H. multifolius* y *H. taeda* en el marco de la tesis de pregrado de la alumna Sra. Sandra Norambuena. Para cada experimento se evaluó capacidad germinativa, sobrevivencia y valor máximo de Czabator.

El material vegetal fue colectado desde poblaciones naturales en la cordillera de la Región Metropolitana (sector La Disputada) y VII región (sector Los Queñes), en el mes de marzo de 2000.

Para la determinación de viabilidad, las semillas fueron sometidas a inmersión en agua destilada a temperatura ambiente. Pasadas ocho horas se tomaron tres repeticiones de 10 semillas por especie, se les quitó la testa y se les realizó un corte transversal junto al embrión. Las semillas se sumergieron en una solución indicadora llamada 2,3,5 trifenil tetrazolio (TTC) a pH neutro y 0,1% de concentración por dos horas a luz tenue (Hartmann *et. al.*, 1997). La evaluación se realizó por observación de la coloración del embrión bajo lupa y luz apropiada, tomando como viable aquel embrión 100% coloreado.

El primer ensayo de germinación consistió en hacer germinar semillas bajo condiciones de luz artificial (fluorescente) y oscuridad. El experimento fue conducido bajo un diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones de ocho semillas cada una, para ambas especies. Las semillas previamente desinfectadas en Captan al 1%, se dispusieron en placas petri con papel filtro previamente humedecido. Para los tratamientos de oscuridad las placas petri se forraron en papel aluminio. El 11 de mayo de 2000, los tratamientos se llevaron a cámara de germinación a 20°C, realizando evaluaciones diarias hasta cumplir un mes, tiempo en que el porcentaje de germinación se hizo constante.

El segundo experimento se estableció el 1 de junio de 2000 siguiendo un diseño completo al azar, con cinco tratamientos pregerminativos (estratificación en arena húmeda a 5°C por 60 días; inmersión en agua por 24 horas a temperatura ambiente; aplicación de ácido giberélico al 0,1% en solución hidroalcohólica por 24 horas; escarificación mecánica con bisturí y un testigo sin tratamiento) en *H. taeda*. La unidad experimental constó de 20 semillas con tres repeticiones por tratamiento. Una vez realizados los tratamientos pregerminativos, las semillas fueron desinfectadas y colocadas sobre papel filtro plegado dentro de recipientes de plástico transparente y llevados a cámara de germinación a 20°C. El control de la germinación se realizó a los 4, 7, 14, 21 y 28 días desde la siembra.

Para el tercer experimento se tomó el tratamiento pregerminativo mejor evaluado (escarificación) y se comparó la aplicación de escarificación mecánica (con bisturí y con papel lija) y escarificación ácida a diferentes concentraciones mas un testigo sin tratamiento. Para la escarificación ácida las semillas se sumergieron en una solución a 0;

20; 40; 60 y 100% de ácido sulfúrico comercial (densidad  $1,84 \text{ g cm}^{-3}$  y 95% de pureza) por un minuto para luego ser lavadas en agua corriente por cinco minutos. Aplicados los tratamientos, las semillas fueron desinfectadas con captan al 1% y sembradas sobre papel filtro plegado, previamente humedecido, en cajas de plástico selladas con un film transparente. Las cajas fueron llevadas a cámara de germinación a  $20^{\circ}\text{C}$  por un mes.

Un cuarto experimento se llevó a cabo durante la realización de esta tesis. Estudios complementarios fueron ejecutados en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Química de la Universidad de Santiago. En junio de 2000 se realizaron experimentos de propagación *in vitro* de semillas y embriones en *H. tueda*. En el primer caso, se desinfectaron 21 semillas en una solución de cloro comercial diluido al 20% por cinco minutos, siendo posteriormente lavadas y sembradas en tres recipientes de vidrio con medio de cultivo Fostrogen (cuadro 1.3) utilizando la cámara de flujo laminar para evitar contaminaciones. Los recipientes fueron sellados y llevados a la cámara de germinación a  $20^{\circ}\text{C}$ . Para el cultivo de embriones se sumergieron 30 semillas en agua destilada a  $20^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Posteriormente se les quitó la testa y fueron desinfectadas con una solución de cloro comercial al 20% por cinco minutos, se lavaron y se colocaron en tres recipientes distintos con medio de cultivo Z (cuadro 1.3) siendo sellados y llevados a cámara de germinación a  $20^{\circ}\text{C}$  por siete días.

Cuadro 1.3: Medios de cultivo

Medio Fostrogen			Medio Z		
Macro MS	10 ml	Macro MS	100 ml	Micro	0,1 ml
Tiamina	10 ml	Vitaminas	1 ml	Pantelenoato Ca	1,0 ml
Myo-inositol	10 ml	Biotina	1 ml	Quelato	5,0 ml
Sacarosa	20 g	H:K	12,5 $\mu\text{l}$	BAP	25 $\mu\text{l}$
TC agar	8 g	Sacarosa	25 g	pH	5,7- 5,8
pH	5,7				

El 9 de mayo de 2001 se establecieron ensayos de germinación en las especies *H. baylahuen*, *H. linifolius* y *H. remyanus* para determinar su capacidad germinativa. El primer experimento midió el efecto de la exposición de las semillas a condiciones de luz permanente (fluorescente) y oscuridad permanente sobre la capacidad germinativa de cada especie. La metodología establecida es similar a la utilizada en el mismo experimento para las especies *H. multifolius* y *H. tueda*. Se realizaron registros diarios del número de semillas germinadas hasta completar 12 días, período en que el porcentaje de germinación se hizo constante.

El segundo experimento fue conducido en un diseño completo al azar, evaluando cuatro tratamientos pregerminativos (escarificación con papel lija; aplicación de ácido giberélico al 0,1% por 8 horas; inmersión en agua a temperatura ambiente por 8 horas mas un testigo sin tratamiento) en tres especies de *Haplopappus* (*H. baylahuen*, *H. linifolius* y *H. remyanus*). Se tomaron 20 semillas como unidad experimental con tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se dispusieron al azar dentro de bandejas transparentes con papel filtro plegado (cada bandeja corresponde a un repetición), previamente humedecido.

En el caso de los ensayos en condiciones de luz y oscuridad, los datos fueron evaluados como un solo experimento para todas las especies estudiadas, ya que se realizaron bajo las mismas condiciones. Las variables evaluadas fueron capacidad germinativa, valor máximo de Czabator (mide velocidad de germinación) y sobrevivencia.

En los experimentos de tratamientos pregerminativos, cada especie fue evaluada por separado.

Los datos obtenidos en cada uno de los ensayos fueron sometidos a una transformación angular utilizando la ecuación  $Y = \arcsen(x)^{0.5}$ . Todos los experimentos fueron evaluados a través de un análisis de varianza y en aquellos casos que existió diferencia significativa se aplicó un test de separación de medias con un 95% de confianza utilizando el programa estadístico statgraphics plus.

#### *Propagación por estacas:*

En mayo de 2000 se estableció un ensayo preliminar de enraizamiento de estacas en bailahuén. El material vegetal utilizado correspondió a estacas de *H. baylahuen* y *H. linifolius* provenientes de la provincia de Huasco, III región. Las estacas se desinfectaron con Captan al 1% y se les aplicó hormona comercial (1.500 ppm de AIB) a los tres centímetros basales, estableciéndolas en una bandeja con tierra de hojas como sustrato. La evaluación final fue realizada en agosto de 2000.

El 27 de febrero de 2001, se establecieron cuatro experimentos de propagación por estacas en las cinco especies recolectadas. La profundidad y tipo de ensayo establecido dependió de la cantidad de material vegetal disponible de cada una de las especies en estudio.

El primer experimento correspondió a un ensayo bifactorial en que los factores a evaluar son especies vs. posición de la estaca dentro de la ramilla. Las especies fueron *H. baylahuen*, *H. linifolius*, *H. remyanus* y *H. multifolius*. Se utilizaron estacas de 15 cm de longitud. Las estacas fueron desinfectadas con captan al 1% y se les aplicó hormona comercial a los tres centímetros inferiores. Se establecieron en cama caliente con mist utilizando como sustrato arena esterilizada.

El segundo experimento evaluó el efecto de la aplicación de hormona comercial sobre el porcentaje de enraizamiento en estacas de *H. taeda*. Para ello, se colectaron estacas apicales de 10 cm de longitud desinfectadas con captan al 1%, estableciéndose en cama caliente bajo mist. El sustrato utilizado correspondió a arena esterilizada. La hormona comercial utilizada correspondió a Kennyroot con ANA a 1500 ppm.

El tercer experimento evaluó el efecto de la aplicación de distintas concentraciones de hormona (0, 1000, 2000 y 3000 ppm de AIB) en talco y en solución sobre estacas apicales en *H. linifolius*. Estacas de 15 cm de longitud fueron desinfectadas para luego aplicar los tratamientos. El ensayo se estableció en cama caliente bajo mist, utilizando como sustrato arena esterilizada.

El cuarto experimento, correspondió a un ensayo bifactorial en donde los factores a evaluar son especies (*H. baylahuen*, *H. remyanus* y *H. multifolius*) vs. aplicación o no aplicación de

hormona comercial. Para ello se utilizaron estacas apicales de 15 cm de longitud desinfectadas con captan al 1% establecidas en cama caliente bajo mist en arena esterilizada.

Un último experimento fue establecido el 7 de enero de 2002, para evaluar el efecto de la aplicación de distintas concentraciones de hormona (0, 250, 500 y 1000 ppm de AIB) en talco y en solución sobre estacas apicales de *H. multifolius*. El experimento se condujo bajo un diseño completo al azar, con ocho tratamientos y 12 estacas como unidad experimental. Las estacas de 15 cm de longitud fueron desinfectadas y se les aplicaron los tratamientos establecidos. La evaluación final fue realizada el 07 de marzo de 2002.

Los datos obtenidos en cada uno de los ensayos fueron sometidos a una transformación angular utilizando la ecuación  $Y = \arcsen X^{0.5}$  para los porcentajes de enraizamiento en rangos de 0 a 100%, mientras que los datos con rangos entre 0 a 30 ó 70 a 100 fueron transformados utilizando la ecuación  $Y = X^{0.5}$ . Todos los experimentos fueron evaluados a través de un análisis de varianza y en aquellos casos que existió diferencia significativa se aplicó un test de separación de medias con un 95% de confianza utilizando el programa estadístico statgraphics plus.

#### Estudios de cultivo:

El 25 de octubre de 2001 se estableció en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca una plantación experimental bajo un diseño de parcelas divididas, en donde las parcelas principales corresponden a tres parcelas con riego independiente y en donde las cinco especies de bailahuén (*H. baylahuen*, *H. linifolius*, *H. remyanus*, *H. multifolius* y *H. taeda*) se distribuyeron al azar dispuestos en hileras dobles con 10 plantas como unidad experimental y cuatro repeticiones, dentro de cada parcela. El material vegetal utilizado proviene de semillas establecidas en julio de 2001 para las especies *H. baylahuen*, *H. linifolius* y *H. remyanus*. Para las especies *H. taeda* y *H. multifolius* se utilizaron plantas de un año provenientes de semillas, debido a la ausencia de germinación de semillas de más de un año y la falta de material del año para obtener plantas de la misma edad. Para suplir la pérdida de individuos durante el período posterior a la plantación se utilizaron plantas provenientes de estacas en *H. linifolius*. La densidad de plantación corresponde a 0,3 x 0,5 m, en donde cada planta se riega a través de un gotero autocompensado de 4l/h.

La evaluación del efecto de dos intensidades de luz (normal vs. reducida en un 18%) sobre el rendimiento en cinco especies de bailahuén y composición de *H. baylahuen*, *H. remyanus*, *H. multifolius* y *H. taeda* fue realizado por el alumno de magíster en horticultura Sr. Mauricio González como requisito para obtener este grado académico. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con dos factores, en donde las parcelas principales correspondieron a dos niveles de luminosidad, distribuyendo las especies en bloques aleatorizados con tres repeticiones por tratamiento, contando con 24 unidades experimentales de 10 plantas. La luminosidad incidente sobre las plantas se reguló mediante una estructura de sombreado, obteniendo 982  $Wm^{-2}$  y 843  $Wm^{-2}$  de radiación global a las 14 horas de un día soleado a mediados de enero medidos con un piranómetro (14% menos de radiación). La radiación fotosintéticamente activa alcanzó los máximos de 1998  $\mu molm^{-2}$  y 1636  $\mu molm^{-2}$  entre pleno sol y bajo sombra (varió un 18%) medido por

un sensor Quantum. Se cuantificó rendimiento de materia seca por planta, relación hoja/masa aérea total y rendimiento de resina en 50g de hojas frescas.

Desde octubre de 2002 las plantas de bailahuén se expusieron a tres diferentes niveles de riego medidos a través de tensiómetros y desde enero de 2003 por la técnica de TDR (Time Domain Reflectometry). Debido a copiosas precipitaciones durante varios días a mitad de la temporada estival no fue posible su evaluación ya que el agua caída saturó el suelo durante varias semanas perdiendo el efecto de los tratamientos de estrés sobre las variables a evaluar.

Adicionalmente, en junio de 2003 se tomaron muestras de hojas y tallos de las cinco especies de bailahuén en la misma plantación, siendo llevados al Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca para la determinación del contenido de nutrientes dentro del material cosechado.

Los datos obtenidos de todas las evaluaciones fueron sometidos a un análisis de varianza y test de separación de medias utilizando el programa estadístico SPSS V11.0.

Durante todo el desarrollo del proyecto, se realizaron observaciones visuales sobre el estado sanitario de las plantas de bailahuén, tanto en su hábitat natural como en cultivo, tomando muestras de enfermedades e insectos asociados a las cinco especies de bailahuén, siendo identificados en los Laboratorios de Entomología y Fitopatología de la Universidad de Talca.

#### → Estudios adicionales:

*Caracterización química y actividad antioxidante de diferentes extractos en cuatro especies de Haplopappus:*

Entre noviembre de 2001 y marzo de 2002 cuatro especies de *Haplopappus* (*H. baylahuen*, *H. remyanus*, *H. multifolius* y *H. taeda*) comercializadas con el nombre de bailahuén fueron colectados en su hábitat natural al momento de floración e identificados taxonómicamente usando claves y comparando con muestras depositadas en el Herbario de la Universidad de Concepción. Las hojas se seleccionaron y deshidrataron a temperatura ambiente en una casa de secado para luego ser sometida a los diferentes experimentos.

*a.- Preparación de extractos:*

Este procedimiento solo empleó hojas, con tres repeticiones por cada especie y extracto. 100 g de hojas secas fueron inmersas por 30 segundos en 250 ml de diclorometano para obtener resina y en 500 ml de metanol por 72 horas para obtener el extracto metanólico. Los solventes orgánicos fueron removidos utilizando rotavapor. Para la infusión, 5g de hojas secas fueron inmersas en agua bidestilada recién hervida por cinco minutos, simulando la extracción de los compuestos separados durante la preparación de infusiones, que es la forma típica de uso de esta planta. Todos los extractos fueron liofilizados para análisis posteriores.

*b.- Estudios de actividad antioxidante:*

La actividad antioxidante de los diferentes extractos fue estudiada utilizando dos procedimientos: lipoperoxidación de membranas en eritrocitos descrito por Haraguchi et al. (1995) modificado por De Acevedo *et al.* (2000), y por DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidracilo), descrito por Lissi *et al.* (1999). Cada experimento fue repetido tres veces para poder ser analizado estadísticamente. El procedimiento de lipoperoxidación en eritrocitos fue estudiada solo en infusiones y extractos metanólicos por la baja solubilidad de las resinas.

*c.- Caracterización por TLC (cromatografía en capa fina):*

Todos los extractos fueron sometidos a caracterización por TLC (sílica gel 60, con revelador de fluorescencia F254, Merck, utilizando como fase móvil diclorometano y metanol a razón de 98:2). Las cromatografías fueron revisadas bajo luz ultravioleta a 254 y 365 nm para detectar la presencia de flavonoides y cumarinas, respectivamente. Finalmente, los cromatogramas fueron desarrollados con el Reactivo de Lieberman y secadas en horno por 30 segundos. Para confirmar la presencia de flavonoides, las placas fueron desarrolladas adicionalmente con el complejo ácido etanolamina difenilborínico.

*Evaluación económica:*

Se generaron los estudios económicos para dos especies de *Haplopappus*: *H. multifolius* y *H. taeda*. Muestras de cuatro de las especies de bailahuén fueron enviados para determinar su calidad a tres empresas del rubro que ayudaron a la evaluación de la calidad de las muestras. Lamentablemente ninguna de ellas registró precios para bailahuén usando en este análisis los precios registrados en encuestas realizadas en el Mercado Central de Santiago y Talca. Un análisis de sensibilidad fue realizado para el precio de la materia prima. La evaluación económica se realizó para una superficie de 1.000 m<sup>2</sup>. El escenario fue evaluado pensando en una producción intensiva enfocada en la agricultura familiar que puede dedicar parte de su tiempo en las labores necesarias para mantención y cosecha de la especie. La preparación de suelo se valoró tomando en cuenta que estos servicios no se realizan por menos de un pago mínimo, que en este caso se determinó en media jornada.

3.2.1.2.2 Resultados:

*Descripción botánica:*

*Haplopappus baylahuen* Remy: Es un arbusto de hasta 80 cm de altura distribuidos en poblaciones con individuos espaciados en laderas y matorrales de la Cordillera andina de la III Región y en altitudes superiores a los 2000 m

Los arbustos establecidos en laderas presentan una posición semipostrada con diámetros de cobertura superior a los 50 cm. Las ramificaciones tienden a abrirse, aparentemente por la movilidad del sustrato y la cobertura nival comparado con individuos presentes en suelos planos que mantienen una posición erguida y un menor diámetro de la biomasa aérea.

Las plantas presentan un follaje verde claro a amarillento que las distingue claramente de las otras especies circundantes. Los tallos tienen alta densidad foliar con diferencias en la disposición y el color de las hojas. La mitad inferior de los tallos presentan hojas secas y

amarillas en posición descendente y dirección basipétala. Por el contrario en la mitad superior las hojas son ascendentes con dirección acropétala, manteniendo una coloración verde claro.

Las hojas son coriáceas de borde sinuoso a dentado y tamaños que alcanzan los 5 cm con filotaxis alterna en posición semiabrazadora con entrenudos muy cortos. La mayor resinación y aromaticidad la presentan en verano.

Las flores se presentan en capítulos sobre ejes simples o ramificados que portan además pequeñas hojas ubicadas a distancia dejando libre y visibles las cabezuelas. Cada uno de éstos portan flores externas liguladas y las internas tubuladas protegidas por numerosas y vistosas brácteas que centripetamente son de tamaño creciente con un oscuro ápice de color café. Los aquenios son glabros con un vilano café amarillento. La floración es temprana en el mes de noviembre para iniciar la dispersión de los frutos en diciembre- enero. La identificación de la planta se facilita por la presencia discoloréa y diferente posición de las hojas en los tallos.

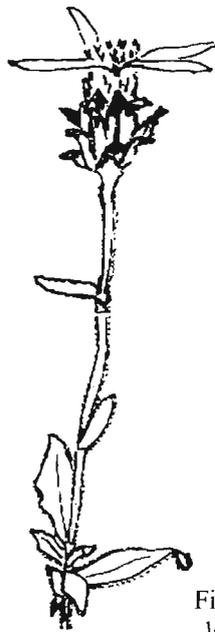


Fig. 1: Posición de la inflorescencia en la ramilla



Fig. 2: Hoja

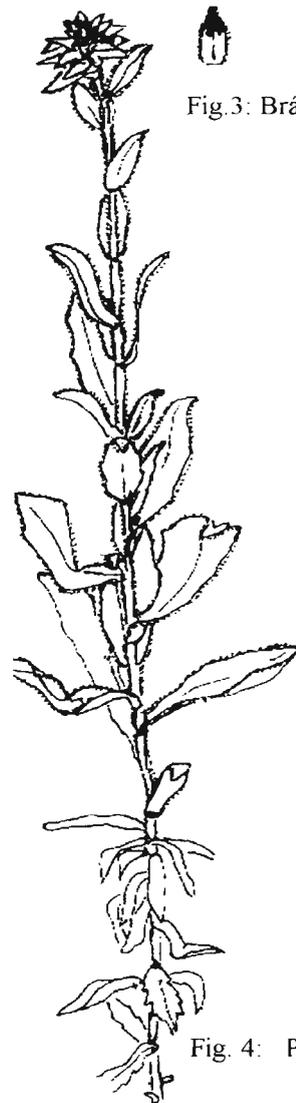


Fig. 4: Planta entera



Fig. 3: Bráctea

*Haplopappus linifolius* (Phil.) Reiche: Corresponde a un arbusto con poblaciones puras o en mezcla con *H. baylahuen* que forman parte del matorral andino en altitudes que superan los 2000 m en la cordillera de la III Región.

El crecimiento alcanza hasta 50 cm en sustrato del fondo de quebradas y también en laderas. Los tallos presentan alta densidad de hojas de forma angosta, lineares y todas en dirección ascendente de color verde opaco uniforme.

La filotaxis es alterna con hojas sésiles portando la mayoría de ellas otras hojas menores en sus axilas.

Los capítulos se presentan libres y solitarios en los extremos de ejes desnudos o con numerosas y distanciadas hojas. Normalmente son acompañados con otras 2 a 4 hojas también lineares pero de longitud diferente y que nacen de su base.

Las flores son amarillas y homomorfas que para la especie son del tipo tubulada con floración en el mes de noviembre y dispersión de los frutos en enero y febrero. Los aquenios presentan una superficie con una corta pilosidad y un vilano café oscuro.

Las plantas presentan alta densidad de hojas, de bordes lisos y menor resinación y aromaticidad que *H. baylahuen*.

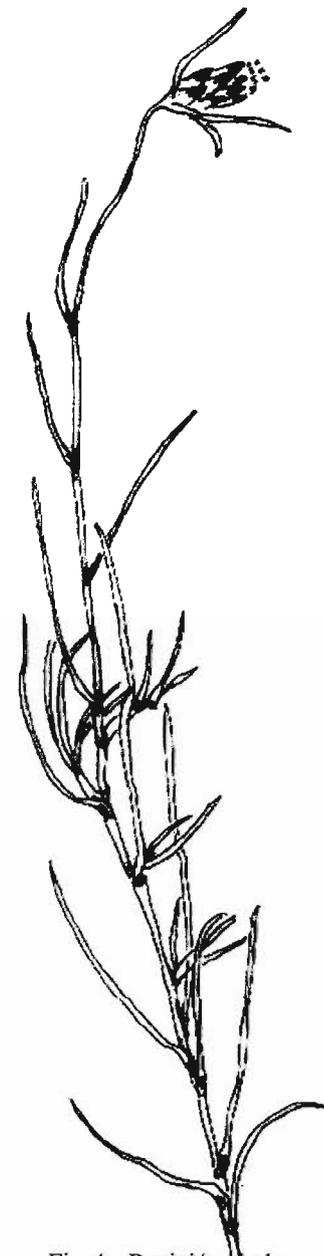


Fig.4: Posición de la inflorescencia en la ramilla

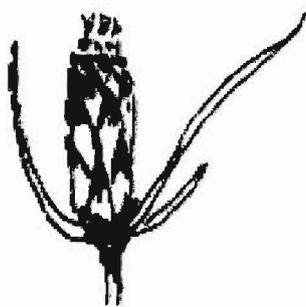


Fig.1: Inflorescencia

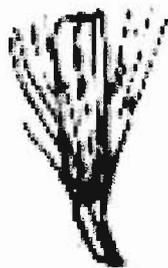


Fig.2: Aquenio

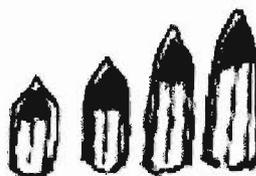


Fig.3: Brácteas

*Haplopappus remyanus* Wedd: Corresponde a un arbusto de hasta un metro de altura en laderas cordilleranas preandinas de la IV Región en altitudes inferiores a los 2000 m.

Las hojas son ovaladas con un tamaño cercano a los 10 cm en filotaxis alterna, sésiles y semiabrasadoras. Presenta un margen dentado y espinoso. Las espinas son cortas y agudo-punzantes.

Las plantas presentan color verde con alta densidad foliar y en diferente disposición en el tallo. En la mitad inferior de los tallos, las hojas son de color claro, en estado seco y disposición descendente, es decir, dirigidas hacia la base. Por el contrario las hojas de la mitad superior son de color verde claro dispuestas en posición ascendente.

Las flores son homomorfas del tipo tubulado dispuestas en capítulos con apertura en el mes de enero. Los ejes de las inflorescencias pueden igualar la altura de la planta, se presentan desnudos y ramificados. En su extremo inferior presentan hojas anchas, sésiles y semiabrasadoras para hacerse lineales y de menor tamaño hacia el extremo superior.

Los aquenios son pilosos y el vilano amarillento con dispersión en el mes de marzo.

Toda la planta es resinosa y aromática distinguiéndose además por la tonalidad verde oscuro brillante del follaje.



Fig. 5: Planta entera

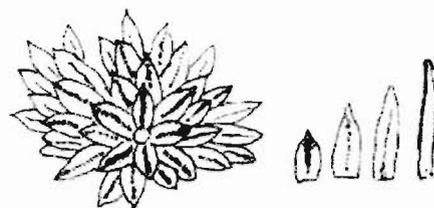


Fig. 3: Brácteas

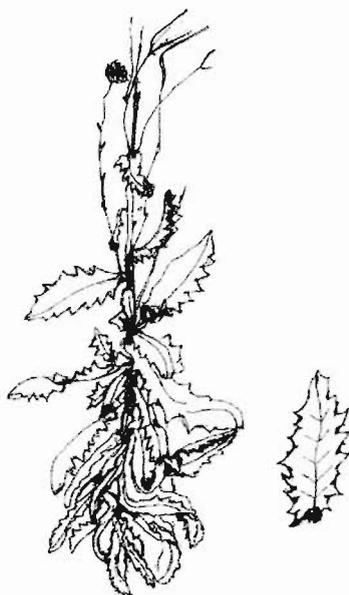


Fig. 2: Posición de las hojas en la ramilla

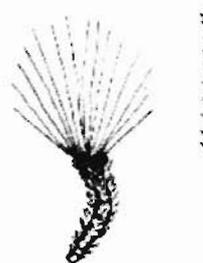


Fig. 1: Aquenio y vilano

*Haplopappus multifolius* Phil. Ex Reiche: Es un arbusto de hojas resinosas y aromáticas con uso en medicina popular y que se comercializa en locales establecidos en los mercados y puestos en la vía pública de la zona central. Las muestras comercializadas comprenden hojas y tallos de los dos últimos años de crecimiento, secas y con el nombre común de bailahuén.

El hábitat de la planta es el sector cordillerano andino de la Región Metropolitana en altitudes de 1500 m.s.n.m. Las poblaciones se presentan empobrecidas con un número inferior a 10 individuos/ 100 m<sup>2</sup>, espaciados formando parte del matorral esclerófilo. Entre las especies acompañantes se encuentran *Quillaja saponaria* (Quillay); *Guindilia trinervis* (Guindilla); *Lithrea caustica* (Litre); *Solanum pyrrhocarpum* (Sin nombre común); etc. Por el camino a la mina los individuos se encuentran esparcidos y accesibles a los colectores.

El arbusto mantiene las hojas superiores verdes, mientras que la parte media se secan faltando en la región inferior de los tallos. El hábito arbustivo es ramificado con una altura superior a los 30 cm y al no ser podada forma un ramaje denso de hasta 50 cm de diámetro.

En este sitio logra cumplir su ciclo con capítulos y achenios que permanecen en la planta de una temporada a otra.

Las ramas están cubiertas de las hojas sésiles ovaladas y de margen espinoso dentado y con densidad glandular en la cara superior de la lámina.

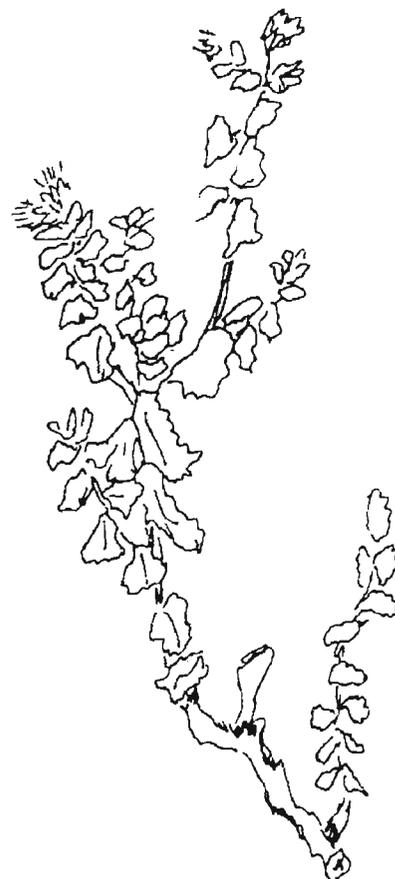


Fig. 1: Forma de la ramilla

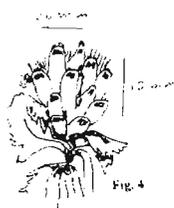


Fig. 4:  
Inflorescencia

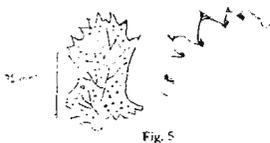


Fig. 5: Hoja

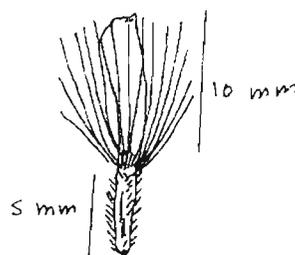


Fig. 3: Fruto  
(aquenio)



Fig. 2: Posición de las  
hojas en la ramilla

*Haplopappus taeda* Reiche: Corresponde a una planta arbustiva con ramificaciones laterales cortas formando una unidad conocida como "manchón" de hasta un metro de ancho y 0,5 m de alto.

En la parte media y superior de los tallos las hojas se disponen con entrenudos inferiores a 0,5 cm. En el conjunto de ellas se presentan dos grupos. En el primero y de la mitad superior de los tallos, las hojas, con un pecíolo ensanchado, se disponen verticalmente terminando las hojas extremas estrechamente agrupadas a modo de brácteas encerrando en su interior la yema terminal o ápice del tallo o rodeando el eje floral cuando se presenta. En el segundo, de la mitad inferior, el pecíolo es de mayor longitud y más angosto que las anteriores con los ápices dirigidos hacia la base de la planta terminando las últimas secas y de color café oscuro a diferencia de las restantes que conservan su color verde oscuro (Fig. 1).



Fig. 1: Hojas basales

Las hojas son obovadas a oblongas (Fig. 3a), ápice acuminado a obtuso con 10 a 12 dientes por lado y longitud de 5 a 12 cm (Fig. 3b). La superficie de la lámina por ambas caras es glabra y muy resinosa con aspecto aceitoso, brillante y aromáticas. La base es cuneada (Fig. 3c) con el extremo de inserción del pecíolo ancho.

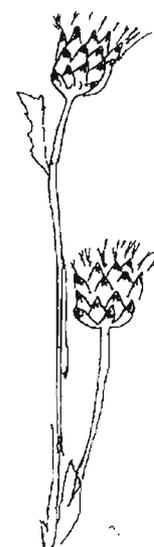


Fig. 2: vara floral

Las flores se disponen en capítulos homógamos, es decir, con todas las flores de sexo similar (hermafroditas) (Fig. 4b) y homomorfas (todas tubulosas) (Fig. 4b y 4d.). Los capítulos son terminales sobre ejes simples o ramificados (Fig. 2) con escasas hojas pequeñas oblongo a lanceoladas y de margen dentado (Fig. 3b.). Las flores presentan pétalos en su extremo rosado, púrpura a marrón escasamente llamativos (Fig. 4i.). El tubo de la corola alcanza 7 mm de longitud con su extremo pentalobulado- agudo (Fig. 4i.) y estambres amarillos, exertos asomándose 2 mm (Fig. 4b) rodeando al estilo que remata en un estigma bifido. El ovario es infero el que da origen a un aquenio de longitud, hirsutos, cilíndricos con el extremo de inserción subagudo y el opuesto truncado (Fig. 4a y 4b). El vilano es de pelos plumosos, siendo los externos de 5 mm y de 8 mm los mas internos (Fig. 4a y 4b).



Fig. 3: (a): hoja; (b): ápice; (c): base; (d): hoja que acompaña a la inflorescencia

Las brácteas se disponen en series de 6 a 7 con diferentes longitudes (Fig. 5a). Las externas y de posición inferior son pequeñas ( 5mm) con ápice obtuso a escotado (Fig. 5b.). Las de posición media tienen ápice obtuso y alcanzan los 7 mm con 3 a 7 nervios en su superficie externa (Fig. 5c). Finalmente las internas con 12 mm son de ápice agudo, margen del tercio superior membranáceo y tres nervios notables (Fig. 5d). Todas las brácteas son pilosas y su extremo superior remata en una mancha de color marrón.

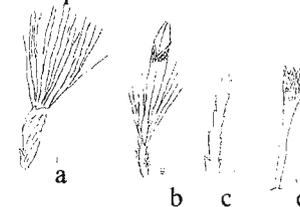


Fig. 4: (a): aquenio; (b): flor; (c): vilano; (d): corola



Fig. 5: (a) capítulo; (b) bráctea exterior; (c) bráctea intermedia; (d) bráctea interna

### *Descripción climática:*

Debido a que cada especie presenta hábitats específicos dentro de la gran amplitud geográfica en que fueron estudiadas las especies del género *Haplopappus*, la descripción climática se realizará por separado.

*Haplopappus baylahuen* Remy: Especie colectada en la cordillera de la III región. Este sector presenta un clima semiárido de dominio anticiclónico caracterizado por la concentración de lluvias entre los meses de mayo y agosto. Además la localidad fue influenciada por el fenómeno “El Niño” por la magnitud de las precipitaciones presentadas durante los años 1986-1987. Sin embargo, se espera que por lo general se tienda a la aridez.

En el caso de las temperaturas, durante casi todo el año se presentan temperaturas máximas en torno a los 30°C asociado a fuertes oscilaciones sobre todo en los meses invernales.

*Haplopappus linifolius* (Phil.) Reiche: Especie colectada en la cordillera de la III y IV región. Esta asociada a sectores con clima semiárido con dominio anticiclónico, con concentración de precipitaciones en la temporada invernal, alcanzando los 100 a 150 mm de agua caída al año, aún cuando existe variabilidad entre diferentes años.

*Haplopappus remyanus* Wedd: Especie colectada en Vicuña, IV región. Esta presente en sectores con clima semiárido, con concentración de precipitaciones en la época invernal con aprox. 150 mm de agua caída al año. La extrema variabilidad de las precipitaciones a través de los años es el factor ecológico dominante en esta zona. La temperatura máxima media anual llega a los 24,7°C y la mínima a 8,3°C con una temperatura media de 15,5°C. La humedad relativa promedio es de 61%.

*Haplopappus multifolius* Phil. Ex Reiche: Especie presente en la cordillera de la Región Metropolitana. Habita zonas que presentan condiciones típicas de un clima semiárido, con una concentración de las precipitaciones en la época invernal, con valores cercanos a los 600 mm anuales. Las temperaturas máximas alcanzan los 24°C en invierno y 35°C en verano, siendo característico de un clima semiárido con fuerte influencia continental.

*Haplopappus taeda:* Especie presente en la Cordillera de la VI y VII regiones. Los sectores evaluados presentan un clima mediterráneo. Lo más característico es el aumento de las lluvias comparado con la zona norte llegando a sobre 1000 mm al año, lo que se explica por la menor influencia anticiclónica y, por ende, la mayor actividad de los sistemas frontales que ingresan más temprano durante todo el año. Sin embargo, las temperaturas registran descensos importantes, sobretodo en el caso de las mínimas, presentando incluso valores negativos en invierno. Las máximas invernales llegan a los 20°C, lo cual deja en evidencia los efectos de la latitud, caracterizada por la mayor presencia del frente polar.

### *Caracterización edáfica:*

El bailahuén posee una amplia distribución en el territorio nacional. Cada especie está asociada a zonas definidas, con características edafoclimáticas específicas.

Todas las especies colectadas poseen ciertas características en común, tales como su distribución en sectores cordilleranos sobre los 1.300 m.s.n.m., con alta intensidad lumínica.

Se presentan en suelos de buen drenaje y bajo nivel nutricional y de salinidad.

Posee niveles variables de pH, dependiendo de la especie, en donde *H. baylahuen*, *H. linifolius* y *H. remyanus* habitan sectores con pH que van desde moderado a fuertemente alcalino. *H. multifolius* ocupa suelos con pH neutro, mientras que *H. taeda* está presente en suelos moderadamente ácidos.

En el cuadro 1.4 se describen las características edáficas presentes en cada hábitat de las diferentes especies de bailahuén.

Cuadro 1.4: Características edáficas de zonas evaluadas para cada especie de *Haplopappus*

	<i>H. baylahuen</i>	<i>H. linifolius</i>	<i>H. remyanus</i>	<i>H. multifolius</i>	<i>H. taeda</i>
Clase textural	Franco	Franco	Franco	Franco arc. are.	Franco are.
N (ppm)	6	6	17	1	15
P (ppm)	3	3	6	2	13
K (ppm)	151	151	154	176	230
MO (%)	1,73	1,73	0,69	0,34	4,02
PH	7,73	7,73	8,69	6,97	6,2
CE (dS/m)	0,0904	0,0904	0,229	0,51	0,074
CC (%)	21,00	21,00	24,00	18,00	17,62
PMP (%)	10,00	10,00	11,00	11,00	10,82

#### Florología:

Para *H. remyanus* no fue posible establecer los estados de floración y fructificación en condiciones de cultivo, debido a la pérdida de plantas durante la primera temporada de establecimiento.

Para las condiciones de la VII región, todas las especies comenzaron su activo crecimiento durante el mes de octubre, prolongándose hasta el comienzo de la etapa de floración.

Cada especie presenta diferencias en el inicio de floración, principalmente durante la primera temporada, siendo menos notorio durante el segundo año de evaluación visual.

*H. linifolius* y *H. baylahuen* presentan un período de floración similar, en donde se pueden encontrar inflorescencias abiertas desde mediados de enero a hasta mayo.

*H. taeda* presentó el inicio de su floración en febrero, fecha similar a la observada en las poblaciones naturales de la VI y VII región.

*H. multifolius* se presenta como la especie de mas tardío inicio y fin del período de floración y producción de semillas.

Llama la atención el gran período de tiempo en que se presenta traslape entre floración y presencia de frutos (aquenios).

El fin de la floración y fructificación está dada por la presencia de bajas temperaturas y lluvias, lo que da comienzo a una etapa de mínimo crecimiento y pardeamiento de hojas.

Otra información relevante dice relación con la presencia de semillas viables, en donde sólo durante la segunda temporada de evaluación se obtuvieron semillas viables.

Cuadro 1.5: Calendario fenológico de bailahuén por especie bajo condiciones de cultivo

Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>H. taeda</i>		 II	 	 	 II							
<i>H. multifolius</i>				 III	 	 II						
<i>H. linifolius</i>			 	 	 							
<i>H. baylahuen</i>			 III	 	 III							
<i>H. remyanus</i>												
	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	Crecimiento vegetativo		Floración		Fructificación		Receso					

*Fluctuación anual de principios activos:*

Todas las especies evaluadas contienen flavonoides en sus hojas, mientras que sólo se encontraron cumarinas en *H. multifolius*.

*H. taeda* mostró la mayor concentración promedio anual de flavonoides con 1,07% en hojas, seguido por *H. remyanus* con 0,90%. La menor concentración anual de flavonoides fue encontrada en *H. linifolius* con 0,37% en hojas. Las especies *H. multifolius* y *H. baylahuen* mostraron una concentración similar de flavonoides con 0,67 y 0,63% en hojas, respectivamente.

Todas las especies evaluadas presentaron diferencias mensuales en la concentración de principios activos (flavonoides y cumarinas).

*H. baylahuen* presentó las mayores concentraciones de flavonoides en hojas entre diciembre y marzo, con valores entre 0,90 y 1,04%.

*H. linifolius* presentó las mayores concentraciones de flavonoides en los meses de octubre y noviembre, ambos con 0,55%.

*H. remyanus* mostró la mayor concentración de flavonoides en noviembre con 1,29%, aún cuando en el período de marzo a junio presentan valores sobre el 1% en hojas.

*H. multifolius* presenta dos periodos con altas concentraciones de flavonoides (enero y mayo-junio) con valores entre 0,80 y 0,92%. Para cumarinas, febrero mostró su mayor concentración con 1,21%, seguido por enero y diciembre con 1,07 y 1,04%, respectivamente.

*H. taeda* presenta altas concentraciones de flavonoides en hojas durante un gran período del año con valores entre 1,08 y 1,36%. Las menores concentraciones de flavonoides se encontraron en los meses de mayo, junio (ambos con 0,86%) y octubre (0,56%).

En términos generales, las mayores concentraciones de principios activos se concentraron en la temporada estival. *Haplopappus multifolius* presenta otro pick en otoño, mientras *H. taeda* presenta altas concentraciones durante casi todo el año.

Figura 1.1: Fluctuación anual de flavonoides en cinco especies de *Haplopappus* bajo condiciones de cultivo

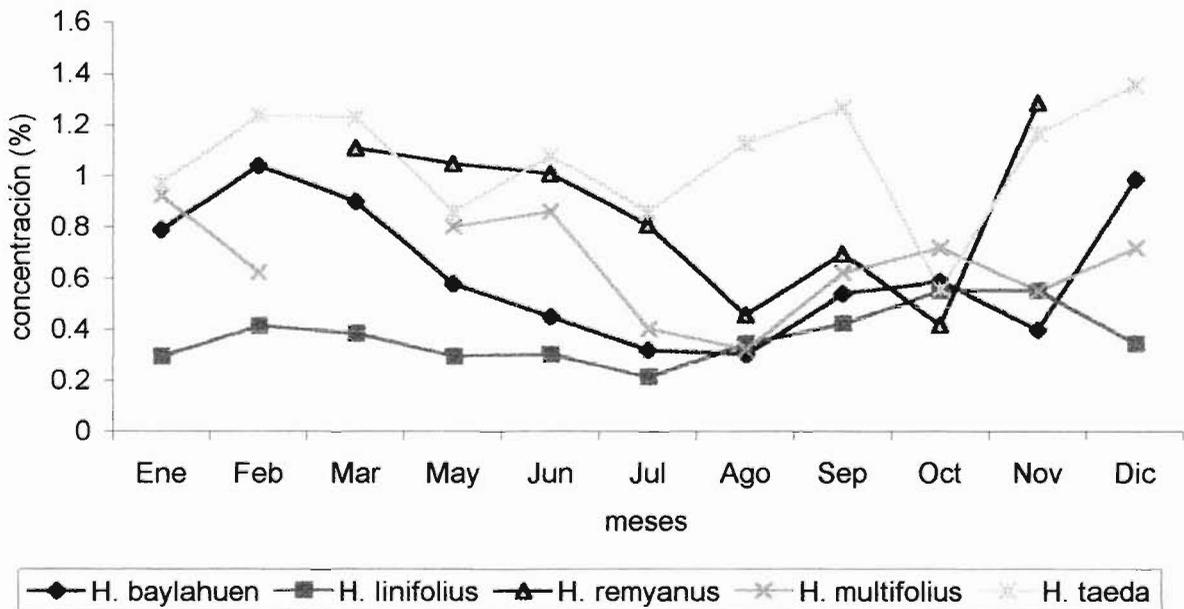
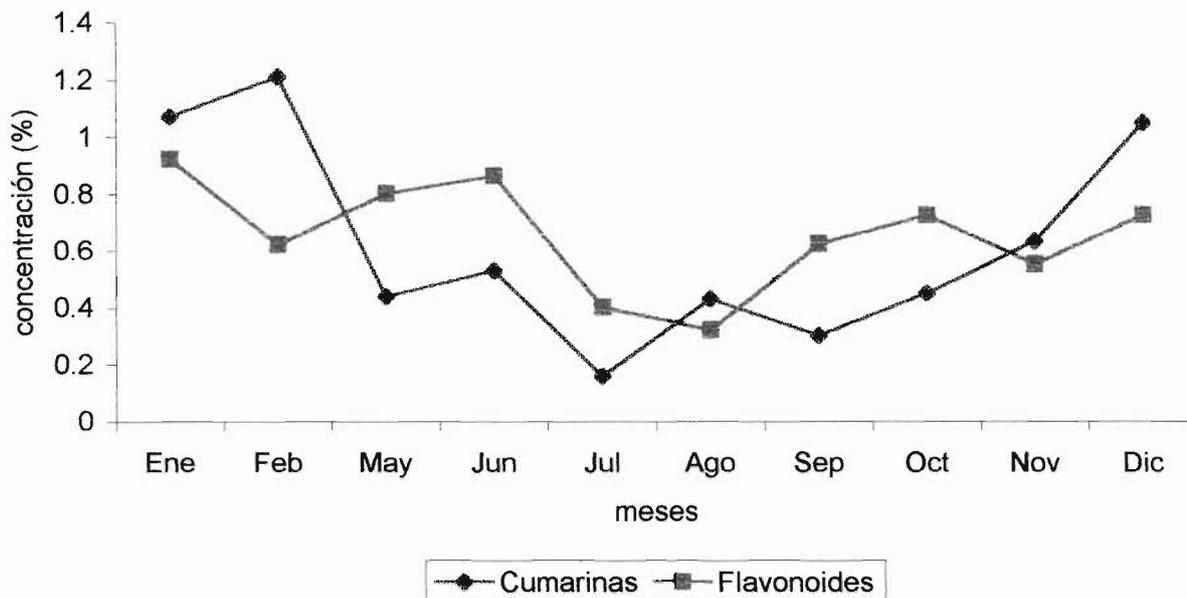


Figura 1.2: Fluctuación anual de la concentración de flavonoides y cumarinas en *H. multifolius* bajo condiciones de cultivo en la VII región



### Estudios de propagación:

#### *Propagación por semillas:*

*H. multifolius* y *H. taeda* no mostraron diferencias significativas en el porcentaje de viabilidad de semillas evaluadas a través del método del tetrazolio, con 86 y 71%, respectivamente.

Las cinco especies de *Haplopappus* evaluadas no presentaron diferencias significativas en capacidad germinativa, con valores entre 56,4 y 86,0%, en *H. taeda* y *H. baylahuen*, respectivamente. Semillas expuestas a condiciones de presencia o ausencia permanente de luz no presentaron diferencias significativas sobre su capacidad germinativa. Semillas expuestas a condiciones de luz fluorescente permanente mostraron diferencias entre especies, obteniendo *H. multifolius* la mayor capacidad germinativa, con un 97%, siendo sólo comparable con el 83,6% de germinación obtenido en *H. baylahuen*. Las demás especies no presentaron diferencias estadísticas en capacidad germinativa con valores entre 54,0 y 73,8% de germinación. Semillas expuestas a condiciones de oscuridad permanente no presentaron diferencias estadísticas entre las cinco especies, con valores entre 58,7 y 88,4% de capacidad germinativa (cuadro 1.6).

*H. remyanus* y *H. linifolius* presentaron la mayor velocidad de germinación con un índice 14,8 y 12,0, respectivamente. *H. baylahuen* no mostró diferencias significativas con las especies *H. linifolius* y *H. multifolius*. La especie con menor velocidad de germinación fue *H. taeda* con un índice de 4,9.

El mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas fue obtenido por la especie *H. linifolius*, con un 89%. Ambas especies, *H. remyanus* y *H. multifolius*, presentaron un 76,6% de sobrevivencia, siendo estadísticamente similar a los porcentajes obtenidos en *H. linifolius* y

*H. baylahuen* (68,8%). La especie *H. taeda* presentó la menor sobrevivencia de plántulas, con solo un 27,9%.

Cuadro 1.6: Capacidad germinativa, valor máximo de Czabator y porcentaje de sobrevivencia en cinco especies de *Haplopappus* bajo condiciones de luz y oscuridad permanente.

Especie:	Capacidad germinativa (%)			Valor máximo de Czabator	Sobrevivencia (%)	Período <sup>1</sup> días
	Luz fluorescente permanente	Oscuridad permanente	Media			
<i>H. baylahuen</i>	83,6 ab	88,4 a	86,0 a	10,8 bc	68,8 b	9
<i>H. linifolius</i>	73,8 b	83,7 a	78,8 a	12,0 ab	89,0 a	9
<i>H. remyanus</i>	60,3 b	85,8 a	73,1 a	14,8 a	76,6 ab	5
<i>H. multifolius</i>	97,0 a	68,2 a	85,8 a	8,3 c	76,6 ab	22
<i>H. taeda</i>	54,0 b	58,7 a	56,4 a	4,9 d	27,9 c	24

<sup>1</sup> Período en que la especie alcanza la máxima germinación.

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Duncan,  $\alpha \leq 0,05$ )

Las especies *H. baylahuen*, *H. linifolius*, *H. remyanus* y *H. taeda* presentan comportamientos diferentes en la germinación (cuadro 1.7).

Aplicaciones de ácido giberélico al 0,1% presentan las menores capacidades germinativas en todas las especies. La aplicación de ácido giberélico por 8 horas provocó la inhibición de la germinación en las especies *H. baylahuen*, *H. linifolius* y *H. remyanus*. La especie *H. taeda* alcanzó solo un 6% de germinación al aplicar este tratamiento por 24 horas.

Para *H. baylahuen* y *H. remyanus*, los tratamientos, inmersión en agua y escarificación no presentan diferencias significativas con el testigo no tratado, alcanzando valores que van de un 47 a un 62% y de un 60 a 79%, respectivamente, después de 12 días de su establecimiento.

Para la especie *H. linifolius*, el mejor tratamiento pregerminativo correspondió a la escarificación con papel lija con un 89% de capacidad germinativa, la que no difiere del testigo con un 67%, pero sí de la inmersión en agua (55%).

Para *H. taeda* el tratamiento mejor evaluado correspondió a escarificación mecánica (con bisturí) con un 98% de capacidad germinativa y cuyo resultado fue significativamente más alto que los demás tratamientos. Inmersión en agua alcanzó valores similares con el testigo para capacidad germinativa (73 y 75%, respectivamente). El tratamiento de estratificación fue el segundo peor evaluado con un 40% de capacidad germinativa.

Cuadro 1.7: Efecto de diferentes tratamientos pregerminativos sobre la capacidad germinativa de cuatro especies de *Haplopappus*.

Tratamiento pregerminativo	<i>H. baylahuen</i>	<i>H. linifolius</i>	<i>H. remyanus</i>	<i>H. taeda</i>
Estratificación a 5°C por 60 días	-	-	-	40 c
Escarificación con papel lija	47 a	89 a	60 a	-
Escarificación con bisturí	-	-	-	98 a
Aplicación de GA <sub>3</sub> al 0,1% por 8 h	0 b	0 c	0 b	-
Aplicación de GA <sub>3</sub> al 0,1% por 24 h	-	-	-	6 d
Inmersión en agua a t. amb. por 8 h	62 a	55 b	79 a	-
Inmersión en agua a t. amb. por 24 h	-	-	-	73 b
Testigo sin tratamiento	57 a	67 ab	64 a	75 b

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

Debido a la dificultad de remover la testa con bisturí, se compararon distintos métodos de escarificación para *H. taeda*. La escarificación ácida (60% de ácido sulfúrico por un minuto) junto con la escarificación mecánica con papel lija resultaron ser los tratamientos mejor evaluados. Los demás tratamientos no presentaron diferencias con el testigo (rango entre 78 y 83%), salvo la aplicación de ácido sulfúrico concentrado en donde no germinó ninguna semilla (cuadro 1.8).

La mayor velocidad de germinación se obtuvo en la escarificación con ácido sulfúrico al 60%, con un valor de 7,6, siendo estadísticamente distinto de los valores obtenidos con ácido sulfúrico al 0 y 40% y escarificación mecánica (con bisturí y papel lija).

El testigo presentó la mayor sobrevivencia con un 92%, no presentando diferencias significativas con los demás tratamientos a excepción de la aplicación de ácido giberélico concentrado.

Cuadro 1.8: Efecto de diferentes tratamientos de escarificación sobre la capacidad germinativa, valor máximo de Czabator y sobrevivencia en *H. taeda*

Tratamientos:	Capacidad germinativa (%)	Valor máximo de Czabator	Sobrevivencia (%)
Escarificación con ácido sulfúrico al:			
0 %	82 b	6,4 ab	83 b
20%	78 b	5,7 b	89 b
40%	78 b	5,8 ab	79 b
60%	92 a	7,6 a	75 b
100%	0 c	0 c	0 c
Escarificación con bisturí	83 b	6,7 ab	72 b
Escarificación con papel lija	94 a	6,5 ab	71 b
Testigo	79 b	5,3 b	92 b

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

En cultivo *in vitro* de semillas en *H. taeda* se obtuvo un 100% de germinación en medio de cultivo Fostrogen al cabo de un día de su establecimiento, alcanzando el 91% de sobrevivencia a los 10 días después.

En el cultivo *in vitro* de embriones en el Medio Z, existió un 100% de germinación, pero la sobrevivencia fue sólo de 6% debido a problemas fungosos.

*Propagación por estacas:*

El ensayo preliminar de propagación alcanzó un 16% de enraizamiento evaluado al mes de establecido el experimento. Al segundo mes el porcentaje de enraizamiento alcanzó al 30%.

No se encontraron diferencias significativas en la capacidad de enraizamiento al utilizar estacas apicales o estacas basales en *H. baylahuen*, *H. linifolius*, *H. remyanus* y *H. multifolius*, medidos seis meses después de su establecimiento (febrero de 2001) (cuadro 1.9).

En *H. baylahuen* el porcentaje de estacas enraizadas alcanzó valores entre 1,1% en estacas basales y 1,7% en estacas apicales, no encontrándose significancia entre ellos.

En *H. multifolius* no enraizaron ni estacas apicales ni las basales.

La especie *H. remyanus* alcanzó un valor máximo de 0,5% de sus estacas apicales enraizadas vs. 0% en estacas basales.

La especie *H. linifolius* presentó el mayor porcentaje de estacas enraizadas, sin presentar una diferencia estadística entre el uso de estacas apicales vs. medias, con valores de 73,1 y 62,5%, respectivamente.

Cuadro 1.9: Efecto de la posición de extracción del material de propagación sobre la capacidad de enraizamiento (%) en cuatro especies de *Haplopappus*

Especies	Posición de extracción de estacas		Significancia
	Apicales	Medias	
<i>H. baylahuen</i>	1,7	1,1	ns
<i>H. linifolius</i>	73,1	62,5	ns
<i>H. remyanus</i>	0,5	0,0	ns
<i>H. multifolius</i>	0,0	0,0	ns

Test Tukey,  $\alpha \leq 0,05$

Se evaluó el efecto de la aplicación de distintas concentraciones de hormona (0, 1.000, 2.000 y 3.000 ppm) sobre estacas apicales de *H. linifolius* (cuadro 1.10).

No se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de enraizamiento obtenidos, presentando un rango entre los 32,6 y 57%.

Cuadro 1.10: Efecto de dos formulaciones y cuatro concentraciones de ácido indol butírico (AIB) sobre la capacidad de enraizamiento en *H. linifolius*.

Concentración (ppm de AIB)	Solución	Talco	Media
0	32,6 a	38,0 a	30,0 a
1.000	41,4 a	57,0 a	34,0 a
2.000	43,2 a	39,6 a	35,1 a
3.000	51,7 a	51,7 a	29,6 a
Media	42,1 A	46,6 A	

Valores seguidos por la misma letra minúscula en las columnas y mayúscula en las filas, no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

Se evaluó el efecto de la aplicación de distintas concentraciones de hormona (0, 250, 500 y 1.000 ppm) sobre estacas apicales de *H. multifolius* (cuadro 1.11).

No se encontraron diferencias ente el uso de AIB en talco y en solución, con 34,6 y 29,8%, respectivamente.

Concentraciones de 0,250, 500 y 1.000 ppm de AIB, independiente de su formulación no presentaron diferencias en el porcentaje de enraizamiento, con valores que fluctúan entre un 29,6 y 35,1%.

Cuadro 1.11: Efecto de dos formulaciones y cuatro concentraciones de ácido indol butírico (AIB) sobre la capacidad de enraizamiento en *H. multifolius*

Tratamiento	Enraizamiento (%)
Concentración de AIB (ppm):	
0	30,3 a
250	34,0 a
500	35,1 a
1.000	29,6 a
Formulación:	
Solución	29,8 a
Talco	34,6 a

Valores seguidos por la misma letra minúscula en columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

Se evaluó el efecto del uso o ausencia de hormona comercial (ANA a 1.500 ppm) sobre la capacidad de enraizamiento de *H. baylahuen*, *H. remyanus*, *H. multifolius* y *H. taeda* (cuadro x.x).

Para *H. baylahuen*, el porcentaje de enraizamiento alcanzó valores entre 1,1 y 4,4% (1.500 y 0 ppm, respectivamente) sin diferencias significativas entre ellos.

En las especies *H. remyanus* y *H. multifolius* tanto el uso como no uso de hormona presentó un 0% de enraizamiento.

En *H. taeda* se encontró un mayor porcentaje de enraizamiento al utilizar hormona comercial, llegando a obtener el 28,3% de enraizamiento vs. el 17,1% en estacas no tratadas.

Cuadro 1.12: Efecto de la aplicación de ácido naftalen acético (ANA) bajo dos concentraciones sobre la capacidad de enraizamiento en cuatro especies de *Haplopappus*

Especie	Concentración (ppm de ANA)		Significancia
	0	1.500	
<i>H. baylahuen</i>	4,4 bc	1,1 b	ns
<i>H. remyanus</i>	0,0 c	0,0 b	ns
<i>H. multifolius</i>	0,0 c	0,0 b	ns
<i>H. taeda</i>	17,1 a	28,3 a	ns

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, o difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

### Ensayos de cultivo:

#### *Reacción de cinco especies de bailahuén a dos diferentes niveles de luz:*

En *H. taeda*, se comparó el rendimiento en resina de plantas establecidas en condiciones de cultivo con material colectado en Los Queñes, sector cordillerano de la VII región. Las plantas en condiciones silvestres mostraron casi dos veces más resina que plantas cultivadas en el Valle Central de la VII región, con 37,9 y 20,6 g/100g MS de hojas, respectivamente.

En condiciones de cultivo la diferencia de radiación al que fueron sometidas las plantas no causó efectos sobre la composición de la resina ni de su rendimiento (cuadro 1.13 y fig. 1.4).

Siendo bailahuén una planta adaptada a condiciones climáticas de cordillera, la radiación máxima incidente sobre el cultivo establecido en la Estación Experimental Panguilemo puede no ser suficiente para lograr efectos fisiológicos que presenten diferencias entre pleno sol y sombreadamiento.

El rendimiento de materia seca no presentó diferencias dentro de cada especie para plantas cultivadas bajo intensidad normal y reducida en 18%.

Tanto en condiciones de luz total como reducida, *H. taeda* alcanzó el mayor rendimiento de materia seca cosechada (hojas y tallos) con rendimientos cercanos a 235,5g planta<sup>-1</sup> para ambas condiciones, doblando los rendimientos encontrados en *H. remyanus* y *H. multifolius*, ambos con valores estadísticamente similares (107,2-98,5 y 115,7-99,8 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente para cada condición de luz). Los más bajos rendimientos fueron obtenidos para las especies *H. baylahuen* y *H. linifolius* con 77,6-67,2 y 64,3-54,3 g planta<sup>-1</sup> para condiciones de luz normal y reducida y especie, respectivamente.

Las especies *H. multifolius* y *H. baylahuen* tienen la desventaja de que aproximadamente un 35% del peso seco está constituido por tallos, para ambos casos. En el resto de las especies el porcentaje de tallo no supera el 22% en base a peso seco.

El rendimiento de resina por planta no presentó diferencias significativas entre especies, con valores entre 9 y 37,8 g planta<sup>-1</sup> bajo las dos condiciones de luz.

Los mayores rendimientos de resinas se encontraron en las especies *H. taeda* y *H. baylahuen* para las dos condiciones de luz evaluadas con valores entre 20,6-17,5 y 17,9-18,0 g por 100g MS de hojas, respectivamente. *H. remyanus* y *H. multifolius* presentaron rendimientos similares entre sí, pero menores a los anteriores con 13,4-13,4 y 14,6-14,3 g por 100g MS de hojas.

Cuadro 1.13: Rendimiento total cosechado y de resinas en diferentes especies de *Haplopappus*.

	Hojas en material total (%)	Rendimiento total (g MS/planta)		Rdto de resina (g/100g MS de hojas)		Rdto de resina por planta (g)	
		Radiación total	Rad. reduc. en 18%	Radiación total	Rad. reduc. en 18%	Radiación total	Rad. reduc. en 18%
		<i>H. baylahuen</i>	65	77,6 c	67,2 c	17,9 a	18,0 a
<i>H. linifolius</i>	-	64,3 c	54,3 c	-	-	-	-
<i>H. remyanus</i>	78	107,2 b	98,5 b	13,4 b	13,4 b	11,2 a	11,2 a
<i>H. multifolius</i>	65	115,7 b	99,8 b	14,6 b	14,3 b	11,0 a	10,8 a
<i>H. taeda</i>	78	235,5 a	235,3 a	20,6 a	17,5 a	37,8 a	32,1 a

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Duncan,  $\alpha \leq 0,05$ )

#### Requerimiento nutricional:

Debido a diferencias significativas en la concentración de nutrientes, tanto en hojas como en tallos al comparar las especies, se elaboraron cuadros que resumen la demanda nutricional por especie.

En los cuadros 1.14 al 1.17 se presentan los requerimientos de macro y micronutrientes por tonelada de material cosechado, tanto fresco como seco, en hojas y total para *H. baylahuen*, *H. linifolius*, *H. multifolius* y *H. taeda*. Estos valores estiman la cantidad de nutrientes que se debe reponer al cosechar una tonelada de material vegetal, ya sea hojas o material total.

Cuadro 1.14: Requerimiento de macro y micronutrientes en *H. baylahuen*

	Contenido de nutrientes en materia seca (kg)		Extracción por tonelada de materia fresca (kg)		Extracción por tonelada de materia seca <sup>1</sup> (kg)	
	Hojas	Tallos	Total <sup>2</sup>	Hojas	Total <sup>2</sup>	Hojas
N(%)	1,610	1,255	4,75	5,15	14,86	16,10
P (%)	0,160	0,150	0,50	0,51	1,57	1,60
K (%)	0,390	0,460	1,33	1,25	4,15	3,90
Ca (%)	0,720	0,575	2,14	2,30	6,69	7,20
Mg (%)	0,120	0,200	0,47	0,38	1,48	1,20
Mn (ppm)	131,50	113,50	0,040	0,042	0,125	0,132
Zn (ppm)	41,00	57,00	0,015	0,013	0,047	0,041
Cu (ppm)	7,00	12,50	0,0029	0,0022	0,0089	0,0070
B (ppm)	55,29	39,93	0,016	0,018	0,050	0,055

<sup>1</sup>Materia seca estimada sobre la base de un contenido de 68% de humedad en hojas y tallos

<sup>2</sup>Relación hojas: tallos 65: 35

Cuadro 1.15: Requerimiento de macro y micronutrientes en *H. linifolius*

	Contenido de nutrientes en materia seca (kg)		Extracción por tonelada de materia fresca (kg)		Extracción por tonelada de materia seca <sup>1</sup> (kg)	
	Hojas	Tallos	Total <sup>2</sup>	Hojas	Total <sup>2</sup>	Hojas
N(%)	1,42	1,096	4,01	4,83	11,81	14,20
P (%)	0,18	0,143	0,52	0,62	1,54	1,83
K (%)	0,96	1,43	4,45	3,26	13,08	9,60
Ca (%)	0,583	0,573	1,96	1,98	5,76	5,83
Mg (%)	0,193	0,18	0,62	0,63	1,93	1,84
Mn (ppm)	94,33	71,67	0,026	0,032	0,078	0,094
Zn (ppm)	49,00	43,00	0,015	0,017	0,045	0,049
Cu (ppm)	9,67	11,67	0,0038	0,0033	0,011	0,0097
B (ppm)	73,76	38,15	0,016	0,025	0,047	0,074

<sup>1</sup>Materia seca estimada sobre la base de un contenido de 66% de humedad en hojas y tallos

<sup>2</sup>Relación hojas: tallos 26:74

Cuadro 1.16: Requerimiento de macro y micronutrientes en *H. multifolius*

	Contenido de nutrientes en materia seca (kg)		Extracción por tonelada de materia fresca (kg)		Extracción por tonelada de materia seca <sup>1</sup> (kg)	
	Hojas	Tallos	Total <sup>2</sup>	Hojas	Total <sup>2</sup>	Hojas
N(%)	1,5267	1,19	3,31	4,89	14,09	15,27
P (%)	0,15	0,1467	0,48	0,48	1,49	1,50
K (%)	1,27	1,4133	4,22	4,22	13,20	12,70
Ca (%)	0,98	1,1867	3,37	3,14	10,52	9,80
Mg (%)	0,24	0,13	0,64	0,77	2,02	2,40
Mn (ppm)	97,67	45,00	0,025	0,031	0,079	0,098
Zn (ppm)	53,67	31,00	0,015	0,017	0,046	0,054
Cu (ppm)	11,00	10,33	0,0034	0,0035	0,0108	0,011
B (ppm)	92,52	32,42	0,023	0,030	0,071	0,093

<sup>1</sup>Materia seca estimada sobre la base de un contenido de 68% de humedad en hojas y tallos

<sup>2</sup>Relación hojas: tallos 65: 35

Cuadro 1.17: Requerimiento de macro y micronutrientes en *H. taeda*

	Contenido de nutrientes en materia seca (kg)		Extracción por tonelada de materia fresca (kg)		Extracción por tonelada de materia seca <sup>1</sup> (kg)	
	Hojas	Tallos	Total <sup>2</sup>	Hojas	Total <sup>2</sup>	Hojas
N(%)	1,017	1,36	3,50	3,25	10,93	10,17
P (%)	0,12	0,113	0,38	0,38	1,19	1,20
K (%)	1,287	0,460	3,54	4,12	11,05	12,87
Ca (%)	0,423	1,073	1,81	1,35	5,66	4,23
Mg (%)	0,230	0,057	0,61	0,74	1,92	2,30
Mn (ppm)	76,33	18,00	0,020	0,024	0,063	0,076
Zn (ppm)	31,33	9,667	0,0081	0,0099	0,027	0,031
Cu (ppm)	6,33	6,00	0,0019	0,0020	0,0063	0,0063
B (ppm)	80,91	37,23	0,023	0,026	0,073	0,081

<sup>1</sup>Materia seca estimada sobre la base de un contenido de 68% de humedad en hojas y tallos

<sup>2</sup>Relación hojas: tallos 78: 22

### *Organismos fitopatógenos:*

*Nysius irroratus* (Spinola): Es un insecto Hemíptero de la familia Lygaeidae, conocido como chinche de las malezas. Presenta importancia cuarentenaria para exportaciones frutícolas. Fue colectado en la zona de Termas del Flaco y Los Queñes en los meses de febrero y marzo de 2000.

Pulgones: Han provocado un pequeño ataque a nivel de vivero.

*Phytophthora sp.*: Hongo encontrado en condiciones de cultivo. Las plantas infectadas muestran necrosis pronunciada de los haces vasculares y la base de la planta, pudrición de raíces y muerte de las plantas. Este microorganismo necesita para su desarrollo condiciones de alta humedad en el suelo, lo cual en conjunto con eventos estresantes hace que se manifieste una enfermedad severa, que puede causar la muerte de la planta. Para su control se recomienda la eliminación de plantas afectadas (fuente de inóculo) y mejorar las condiciones de drenaje del suelo. Dentro de las alternativas de control químico, preventivo y curativo, se cuenta con productos tales como Fosetil Aluminio (Aliette), Ácido fosforoso (Phyto-fos) o metalaxilo (Ridomil).

### Estudios adicionales:

#### *Efectos antioxidantes:*

Se observó un comportamiento similar en la capacidad antioxidante para una misma concentración, tanto en los extractos metanólicos como en las infusiones de las diferentes especies de *Haplopappus*. En *H. baylahuen*, de quien se esperaba un importante efecto protector, resultó ser el de menor capacidad antioxidante, requiriendo una concentración de 200 µg/ml para obtener un porcentaje de inhibición cercano al 50%. Diferencias en actividades antioxidantes a diferentes concentraciones en la misma especie fueron altamente significativas (cuadro 1.18). En los estudios de DPPH, todos los extractos evaluados mostraron menores actividades antioxidantes comparados con las otras especies de *Haplopappus*. La mejor actividad antioxidante fue obtenida por extracción metanólica de *H. multifolius*, por resinas de *H. remyanus*, y por infusiones de *H. remyanus* y *H. taeda*. La resina de *H. remyanus* presenta la mayor riqueza en cuanto a composición. Plantas cultivadas mantienen la capacidad antioxidante de sus extractos, por lo que las condiciones de crecimiento solo afectarían el rendimiento de materia seca, manteniendo la calidad medicinal.

Considerando la relación entre la actividad antioxidante y el efecto hepatoprotector (Núñez *et al.*, 1993 y Sohn *et al.*, 2003), este estudio confirma la eficacia alcanzada por la aplicación popular de *H. remyanus* en la IV región, *H. multifolius* en la región Metropolitana y *H. taeda* mas al sur mostrando sobre cinco veces mayor actividad antioxidante que la especie medicinal oficial (*H. baylahuen*).

Cuadro 1.18: Inhibición de los extractos acuosos y metanólicos de diferentes especies de bailahuén (*Haplopappus spp.*) sobre la peroxidación de eritrocitos a diferentes concentraciones

Especies	Inhibición (%) de extractos acuosos a diferentes concentraciones ( $\mu\text{g/ml}$ )				Inhibición (%) de extractos metanólicos a diferentes concentraciones ( $\mu\text{g/ml}$ )			
	500	200	100	50	500	200	100	50
<i>H. baylahuen</i>	77,5 b	57,5 c	32,2 c	24,3 b	96,0 a	51,3 c	38,6 c	27,3 b
<i>H. remyanus</i>	91,8 a	80,2 b	77,8 b	58,5 a	95,7 a	94,2 a	84,0 a	56,5 a
<i>H. multifolius</i>	92,2 a	88,8 a	83,6 a	59,7 a	86,9 b	74,3 b	70,3 b	60,2 a
<i>H. taeda</i>	94,3 a	86,2 a	81,5 a	56,2 a	97,8 a	94,8 a	82,1 a	62,5 a

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, o difieren estadísticamente entre sí (Duncan,  $p \leq 0,05$ ). Diferencias de inhibición entre concentraciones de la misma especie son todas altamente significativas (Duncan,  $\alpha \leq 0,01$ ).

#### Composición química:

Las cuatro especies de *Haplopappus* estudiadas mostraron cromatogramas en capa fina característicos para cada especie, especialmente al usar resinas (Fig. 1.3). *H. baylahuen* presenta flavonoides (manchas naranjas y amarillas) y cumarinas en bajas concentraciones (manchas grises) con azul fluorescente cuando se observaron bajo luz ultravioleta a 365 nm siendo marcados en la figura X con un lápiz. Se encontraron altas concentraciones de terpenos a Rf 0,62-0,77 revelados en color café cuando se aplicó el Reactivo de Lieberman. No fue detectada la presencia de preniletina para esta especie, aunque este compuesto ha sido reportado antes por Schwenker et al. (1967). El material vegetal utilizado para ese estudio probablemente correspondió a *H. multifolius*, especie que se caracteriza por la presencia de preniletina en altas concentraciones o *H. remyanus* que también produce este compuesto, pero solo en trazas.

En TLC *H. multifolius* mostró principalmente la presencia de cumarinas, algunas de ellas ya descritas como preniletina (Rf 0,83) y aesculetina (Chiang et al., 1982; Núñez-Alarcón, 1995). Los principales componentes de la resina de *H. taeda* son flavonoides. Ocho de estos compuestos han sido identificados en las especies anteriores (Marambio y Silva, 1989). Se presume que un estudio anterior el cual reporta la presencia de flavonoides y propiedades hepatoprotectoras de *H. baylahuen* usó *H. taeda*. La especie *H. remyanus* presenta tanto flavonoides como cumarinas con manchas características a Rf 0,63 y 0,83 que no están presentes en *H. taeda*. Zdero et al. (1991) describió la presencia de labdanos, ésteres monoterpénicos y flavonoides en *H. remyanus*. La presencia de cumarinas no ha sido descrita antes para esta especie.

Las cuatro especies estudiadas son usadas en medicina popular para el mismo propósito y como la misma planta medicinal, por lo que se suponía que la composición química podría ser similar. El presente estudio muestra que este no es el caso. Además, las especies se distinguen claramente por su contenido de flavonoides o cumarinas que muestran marcas características en TLC de resinas, que son comunes para las cuatro especies.

Como las especies crecen en condiciones de alta montaña de diferentes regiones se estudió si el medioambiente tiene un efecto significativo sobre la composición química. Plantas cultivadas y plantas colectadas desde su hábitat natural mostraron cromatogramas TLC

muy similares en todos los extractos, aunque crezcan en muy diferentes condiciones medioambientales.

Figura 1.3: Comparación cromatográfica de resinas de *H. baylahuen* (B), *H. multifolius* (M), *H. taeda* (T) y *H. remyanus* (R) utilizando como solventes diclorometano mas metanol al 2%.

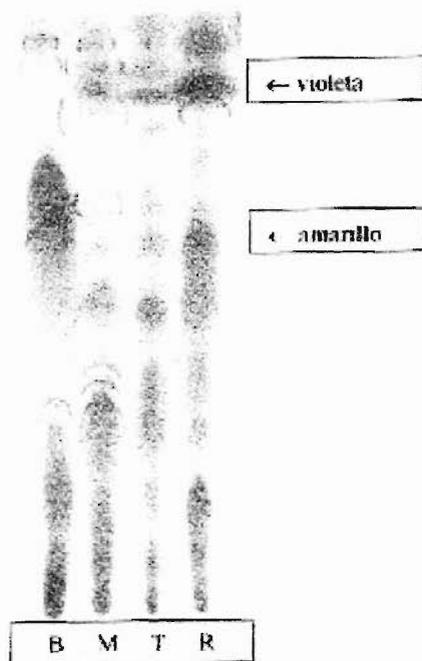


Figura 1.4: Comparación cromatográfica de resinas de plantas creciendo a pleno sol y a sombra de 18%, utilizando como solvente diclorometano mas metanol al 5%.



Donde,

B= *H. baylahuen* M= *H. multifolius* T= *H. taeda* R= *H. remyanus* 1= Sol 2= Sombra

### Evaluación económica:

#### *Breve descripción de la situación actual:*

El bailahuén es una especie de uso medicinal, principalmente a nivel nacional. Se han registrado exportaciones de hojas en pequeñas cantidades. Durante 1998, 60 kg de hojas se transaron a US\$ 4,37. Existe graves problemas de identificación de la especie convirtiéndose en un punto crítico para su comercialización. Según encuesta realizada en el Mercado Central de Santiago, el bailahuén esta considerado dentro de las cinco especies mas apetecidas en el mercado interno. El abastecimiento de material vegetal proviene de la recolección silvestre por recolectores que cosechan la planta en forma indiscriminada.

#### **Evaluación de calidad:**

Se enviaron muestras de cuatro especies de bailahuén (*H. baylahuen*, *H. multifolius*, *H. taeda* y *H. linifolius*) a dos empresas del rubro farmacéutico nacional para evaluar calidad de las muestras. La especie *H. multifolius* registró las mejores características aromáticas, seguido por *H. linifolius* y *H. baylahuen*. *H. taeda* fue evaluado como de aroma muy intenso, casi desagradable.

La especie *H. linifolius* alcanzó la mejor evaluación de apariencia por homogeneidad y manipulación, mientras que *H. taeda* fue el peor el peor evaluado debido a que la alta concentración de resinas afectaría los procesos de manipulación.

Las especies que acaparan las preferencias por un uso conocido tradicionalmente son *H. baylahuen* y *H. multifolius*.

#### *Estimación de rentabilidad:*

Se estimó la rentabilidad de cultivar 1.000 m<sup>2</sup> de bailahuén en las especies *H. multifolius* y *H. taeda*. Para *H. multifolius*, precios sobre los US\$ 2,0 harían rentable su cultivo. El cultivo de *H. taeda* se perfila rentable aún para precios menores a US\$ 1,0. El mayor costo del cultivo corresponde a la producción de plantas. La recolección de las semillas en lugares lejanos incrementa el costo por planta significativamente. Este costo disminuiría para plantaciones establecidas con posterioridad ya que se colectarían semillas desde plantas establecidas en el cultivo inicial.

Cuadro 1.19: Ficha técnica y evaluación económica para *H. taeda* bajo condiciones de cultivoBailahuen (*H. taeda*) a 0,3 x 0,5 m establecimiento con utilización de plantas en bolsas

Costo de mano de obra \$ 5.500

Rendimiento	0	1500	1500	1500	1500	1500			
Costo por año									
<b>COSTOS:</b>									
<b>Labor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Preparación de suelo:</i>									
Aradura, rastraje y surcos de plantación	0,5	JTI	59000	29500					
<i>Fertilización:</i>									
Compost	133	kg	25	3325	3325	3325	3325	3325	3325
Mano de obra	0,1	JH	5500	550	550	550	550	550	550
<i>Plantación:</i>									
Plantas	6667	Unidad	326	2173442					
Mano de obra	5	JH	5500	27500					
<i>Control de malezas:</i>									
Mano de obra	12	JH	5500	66000	66000	66000	66000	66000	66000
<i>Riegos:</i>									
Preparación de surcos	0,5	JA	17500	8750					
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500
<i>Cosecha:</i>									
Mano de obra	2	JH	5500		11000	11000	11000	11000	11000
<i>Manejo de postcosecha:</i>									
deshidratado	2	JH	5500		11000	11000	11000	11000	11000
<b>Sub- total</b>				2336567	119375	119375	119375	119375	119375
Imprevistos (5%)				116828	5969	5969	5969	5969	5969
<b>TOTAL</b>				2453395	125344	125344	125344	125344	125344
<b>INGRESOS</b>									
<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>									
US\$ 1					975000	975000	975000	975000	975000
US\$1,5					1462500	1462500	1462500	1462500	1462500
US\$2					1950000	1950000	1950000	1950000	1950000
<b>FLUJO DE CAJA</b>									
Ingresos- egresos	US\$ 1			-2453395	849656	849656	849656	849656	849656
	US\$1,5			-2453395	1337156	1337156	1337156	1337156	1337156
	US\$2			-2453395	1824656	1824656	1824656	1824656	1824656
<b>VAN (10%)</b>									
	US\$ 1				\$1,835,987.96				22%
	US\$1,5				\$3,683,996.51				46%
	US\$2				\$5,532,005.06				69%
<b>TIR</b>									

JTI= Jornada tractor con implemento

JH= jornada hombre

JA= Jornada animal

Cuadro 1.19: Ficha técnica y evaluación económica para *H. multifolius* bajo condiciones de cultivo

Bailahuen ( <i>H. multifolius</i> ) a 0,3 x 0,5 m establecimiento con utilización de plantas en bolsas										
Costo de mano de obra \$ 5.500										
Rendimiento				0	670	670	670	670	670	670
				Costo por año						
COSTOS:	Cantidad	Unidad	Valor unitario (\$)	0	1	2	3	4	5	5
<i>Labor</i>										
<i>Preparación de suelo:</i>										
Aradura, rastraje, surcos para plantación	0.5	JTI	59000	29500						
<i>Fertilización:</i>										
Compost	133	kg	25	3325	3325	3325	3325	3325	3325	3325
Mano de obra	0.1	JH	5500	550	550	550	550	550	550	550
<i>Plantación:</i>										
Plantas	6667	Unidad	379	2526793						
Mano de obra	5	JH	5500	27500						
<i>Control de malezas:</i>										
Mano de obra	12	JH	5500	66000	66000	66000	66000	66000	66000	66000
<i>Riegos:</i>										
Preparación de surcos	0.5	JA	17500	8750						
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500
<i>Cosecha:</i>										
Mano de obra	1	JH	5500		5500	5500	5500	5500	5500	5500
<i>Manejo de postcosecha:</i>										
deshidratado	1	JH	5500		5500	5500	5500	5500	5500	5500
<b>Sub- total</b>				2660418	108375	108375	108375	108375	108375	108375
Imprevistos (5%)				133021	5419	5419	5419	5419	5419	5419
<b>TOTAL</b>				2793439	113794	113794	113794	113794	113794	113794
<b>INGRESOS</b>										
<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>										
US\$ 1					435500	435500	435500	435500	435500	435500
US\$1,5					653250	653250	653250	653250	653250	653250
US\$2					871000	871000	871000	871000	871000	871000
<b>FLUJO DE CAJA</b>										
Ingresos- egresos	US\$ 1			-2793439	321706	321706	321706	321706	321706	321706
	US\$1,5			-2793439	539456	539456	539456	539456	539456	539456
	US\$2			-2793439	757206	757206	757206	757206	757206	757206
				VAN (10)		TIR				
				US\$ 1		-16%				
				US\$1,5		-1%				
				US\$2		11%				

US\$ 1= \$ 650 JTI= Jornada tractor implemento JH= Jornada hombre JA= Jornada animal

### 3.2.2

#### **Boldo** *(Peumus boldus)*

##### 3.2.2.1 Cumplimiento de los objetivos del proyecto y adaptaciones o modificaciones introducidas en la metodología.

###### *Estudiar la variabilidad genética de los principios activos en boldo:*

Este objetivo se llevó a cabo exitosamente obteniendo datos que nos permiten disponer de valiosísima información para la selección de clones de mayor calidad en principios activos. Para ello, se introdujeron pequeños cambios en la metodología. La evaluación de los principios activos en hojas de boldo (aceite esencial, ascaridol y alcaloides totales) solo se realizaría en las temporadas 2000 y 2001. Una temporada adicional de análisis químicos a hojas provenientes las poblaciones naturales y sus descendencias cultivadas fue evaluada para confirmar si los resultados obtenidos para boldo corresponderían a diferencias genéticas o ambientales, evaluando adicionalmente la concentración de flavonoides en hojas. Por otro lado, todos los análisis de principios activos fueron realizados en los laboratorios de química de la Universidad de Talca, pues el laboratorio de química instrumental fue dotado con un equipo GC-MS que se utilizó para la determinación de la concentración de ascaridol en el aceite esencial, no contratándose servicios externos. No se estimó el coeficiente de heredabilidad de cada población debido al bajo número de familias con mas de tres individuos.

###### *Determinar posibles efectos del riego sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos:*

Se estableció el efecto de dos niveles de riego (20 y 65% CC) sobre factores de rendimiento de material vegetal y principios activos. Para ello, se evaluaron durante dos temporadas plantas establecidas en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca en conjunto con un ensayo de densidad. Durante el primer año, para la medición de la humedad del suelo se utilizaron tensiómetros, mientras que durante la segunda temporada como una forma obtener mayor precisión en la aplicación de los niveles de riego se utilizó el servicio de TDR (Time Domain Reflectometry). El principal problema metodológico se refiere a la forma de aislar las parcelas experimentales para evitar posibles efectos por infiltración, específicamente por los excesivos riegos (incluso riego botado) realizados en la plantación del huerto de docencia que se ubica inmediatamente sobre nosotros. Para remediar este problema se construyeron zanjas de mas de un metro de profundidad por alrededor de todo el campo experimental y un desagüe por la cota mas baja del campo experimental.

###### *Determinar cuales especies se podrán o deberán plantar bajo sombra:*

Se estableció el efecto de la intensidad de luz (normal vs. reducida en un 28% real) sobre factores de rendimiento del material vegetal y principios activos. Esta actividad fue evaluada durante tres temporadas.

###### *Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote en boldo:*

Este objetivo se cumplió a cabalidad. Para ello, se realizaron los ensayos establecidos en la propuesta original ocupando la plantación de descendencias ubicada en el Campus Lircay de la Universidad de Talca. Esta plantación se riega por cintas, manteniendo toda la parcela

bien regada durante la temporada estival. Se realizó una evaluación adicional de poda en agosto de 2002, siendo incluido como una nueva fecha para inicio de poda. El área foliar por hoja no fue evaluado porque el boldo presenta en algunas plantas hojas retorcidas que hacen poco fiable su medición. Durante la última temporada se incluyó en la evaluación de principios activos la cuantificación de flavonoides en hojas de boldo.

En forma adicional se realizaron estudios de poda en la plantación establecida en la Estación Experimental Panguilemo en forma conjunta con ensayos de riego y densidad.

*Determinar la demanda de nutrientes:*

Este objetivo fue cumplió en un 100%. En la propuesta inicial no se ahondó en la metodología a seguir para la realización de este objetivo. En este caso, se colectaron muestras de hojas y tallos los que se analizaron sus macro y micronutrientes en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca. Posteriormente, ayudados por los resultados de evaluaciones de caracteres de rendimiento de material vegetal: rendimiento de hojas frescas y secas, porcentaje de hojas en el material vegetal cosechado se pudo obtener tablas que permiten determinar la demanda por cada nutriente evaluado. En este caso, además se obtuvo una tabla que resume como fue afectado el contenido de cada nutriente por los factores densidad de plantación y nivel de riego, situación que no fue planteada en el proyecto original.

*Identificar los organismos asociados a cada especie:*

Durante todo el desarrollo del proyecto se realizaron observaciones visuales tendientes a identificar los organismos asociados a cada especie. Adicionalmente, se entrega información sobre medidas de control tanto orgánico como químico para cada uno de los organismos identificados.

*Estimación de la rentabilidad de los cultivos en base a costos y precios actuales y potenciales:*

Se realizó la evaluación económica de la especie bajo supuestos de manejo de cultivo para una superficie de 1.000 m<sup>2</sup> y dos densidades de plantación. Se estimó la rentabilidad del cultivo evaluando a través de un análisis de sensibilidad su respuesta a variaciones en los precios. El escenario fue evaluado pensando en una producción intensiva enfocada en la agricultura familiar ocupando como mano de obra a miembros de la familia. La valorización de la preparación de suelo se realizó sobre la base de que un tractor con implementos no se moviliza por menos del costo de media jornada, aún cuando la superficie a cultivar sea emplee una menor cantidad de tiempo. Los precios evaluados para análisis de sensibilidad corresponden como base a la media mas baja de los últimos 10 años, a precios obtenidos como datos de materias primas seleccionadas para procesos extractivos y un precio mayor por aumento de calidad de la materia prima por cultivo.

### 3.2.2.2 Metodología utilizada y resultados

#### 3.2.2.2.1 Metodología:

Plantas de boldo propagadas por semillas fueron establecidas en agosto de 1998 en el Campus Lircay de la Universidad de Talca conformando una plantación con las descendencias de plantas madres de tres poblaciones naturales provenientes de la V (Cuesta la Dormida) , VII (Pencahue) y IX región (Galvarino). La plantación se riega en la temporada estival a través de cintas, no se realiza fertilización pero si un adecuado control de malezas.

Para estudios genéticos se tomaron muestras de la totalidad de los individuos en marzo de 2000-2001 y enero de 2002 determinando la concentración de alcaloides y aceite esencial en hojas, por planta madre y población. Adicionalmente, durante la enero de 2002 se evaluaron flavonoides y ascaridol tanto en las descendencias cultivadas como en las poblaciones naturales. Para ello se colectaron 30 muestras por cada una de las poblaciones que dieron origen a la plantación de descendencias comparando así su comportamiento. La última temporada de evaluación fue realizada por la alumna Srta. Paula Acevedo como requisito para optar al grado de Magíster en Horticultura.

En la misma plantación fue establecido un ensayo de manejo en donde la mitad sur, en septiembre de 2000, fue tapada con malla raschell blanca con un 28% de sombra real medidos con radiómetro Li-cor Li-189. Las mediciones alcanzaron los  $925 \text{ Wm}^{-2}$  y  $1.290 \text{ Wm}^{-2}$  en sombra y sol, respectivamente. Por otro lado, cinco fechas de inicio de poda fueron establecidos: junio de 2000 ,enero y julio de 2001, enero y agosto de 2002, podando 18 plantas a una altura de 20 cm, la mitad bajo intensidad normal de luz y el resto bajo el sistema de sombreado, evaluando mensualmente altura de la planta (cm), número de brotes y largo de brotes principales (cm). El ensayo se condujo en bloques al azar, donde los bloques corresponden a la altura que presentaron las plantas al momento de iniciar su medición en junio de 2000, clasificándolas en plantas grandes, medianas y pequeñas. En las fechas de cosecha se evaluó adicionalmente el rendimiento de hojas planta<sup>-1</sup>, relación peso de hojas: peso del material vegetal total cosechado y concentración de alcaloides y aceite esencial en hojas. La primera temporada de evaluación fue realizada por la alumna Sra. Roxana Schneeberger como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Una nueva plantación de boldos fue establecida en agosto de 2000 en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca. Los boldos ocupados corresponden a plantas de 1,5 años cuyo material es originario de semillas colectadas en la precordillera de San Clemente. El material vegetal se estableció en dos densidades, 16 plantas m<sup>-2</sup> (30 x 20 cm) y 8 plantas m<sup>-2</sup> (30 x 40 cm) y tres repeticiones, dispuestas al azar en dos bloques con riego independiente, ocupando un total de 300 plantas. Cada planta se riega a través de un gotero autocompensado de 4 l h<sup>-1</sup>. Durante la temporada estival se aplicaron dos criterios de riego 20 y 65% CC, medidos con tensiómetros y la última temporada con TDR. Se realizaron controles manuales de malezas y se aplicaron fertilizantes al inicio de la temporada primaveral. Las plantas fueron sometidas a dos fechas de cosecha: marzo de 2002 y abril de 2003, resultando en plantas con dos y una cosecha, respectivamente. Dentro de cada densidad se podaron cinco plantas, contando cada tratamiento con tres

unidades experimentales. Las variables a evaluar fueron: altura de la planta (cm), número de brotes, largo de brotes principales (cm), rendimiento de hojas ( $\text{kg planta}^{-1}$  y  $\text{kg m}^{-2}$ ), relación peso de hojas: peso del material total cosechado y concentración de alcaloides totales y aceite esencial en hojas (%). La primera temporada de evaluación fue realizada por la Srta. Carolina Berríos dentro del marco de su memoria, requisito indispensable para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Química de Productos Naturales de nuestra universidad. La concentración de alcaloides totales se determinó mediante espectrofotometría y la de aceites esenciales a través de arrastre de vapor de agua.

Adicionalmente, en agosto de 2002 se tomaron muestras de hojas y tallos de boldo colectadas en la plantación de descendencias las que fueron llevadas al Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca para la determinación del contenido de nutrientes dentro del material cosechado.

Los datos de todas las evaluaciones fueron sometidos a un análisis de varianza y test de separación de medias con un 95% de confianza, utilizando los programas estadísticos Statgraphics plus y SPSS V11.0.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron observaciones visuales sobre el estado sanitario de las plantas de boldo, tomando muestras de organismos asociados a esta especie, siendo identificados en el Laboratorio de Entomología de la Universidad de Talca.

### Resultados:

#### *Estudio genéticos en boldo:*

En condiciones *in situ*, la concentración de aceite esencial en hojas de boldo no presentó diferencias significativas entre las poblaciones evaluadas presentando rangos entre 1,45 y 1,78% (cuadro 2.1). Vogel *et al* (1997) estudiaron las mismas poblaciones durante los años 1996-1997 encontrando rangos similares de concentración de aceite esencial, sin embargo, la población de Pencahue mostró valores significativamente más altos comparado con Cuesta la Dormida y Galvarino. Las diferencias entre ambos estudios podrían deberse a factores climáticos o de manejo de muestras. Publicaciones de Montes *et al.* (1992) y Gupta (1995) informan concentraciones entre 2 y 2,6%, valores mayores a los obtenidos en nuestras investigaciones, pero concuerdan con los indicados por Muñoz *et al.* (2001) que alcanzan rangos entre 1 a 3%. Posiblemente la variabilidad de estos valores sea debido a la utilización de diferentes métodos de extracción, poblaciones naturales, épocas y otros que por lo general no son detallados en las publicaciones.

El contenido de ascaridol en el aceite esencial presentó diferencias entre poblaciones evaluadas *in situ*, en donde los mayores porcentajes de este compuesto fueron alcanzados por las poblaciones de Pencahue y Cuesta la Dormida con 52,8 y 48,7%, respectivamente. Galvarino presentó valores cercanos a la mitad de los registrados para las demás poblaciones, con un 28%, concordando con los resultados obtenidos por Vogel *et al.* (1999).

La concentración de alcaloides en las poblaciones naturales fluctuó entre 0,22 y 0,34%. Cuesta la Dormida presentó la mayor concentración de estos compuestos en sus hojas, mientras que las poblaciones de Pencahue y Galvarino no mostraron diferencias significativas entre sí, con 0,20 y 0,22%, respectivamente. Esta información concuerda con los resultados encontrados por Vogel *et al* (1997) para investigaciones realizadas entre los años 1996-1997.

Los contenidos de flavonoides variaron entre 0,15 y 0,41%. La mayor concentración de flavonoides fue registrada en la población de Galvarino con 0,41%, le sigue Cuesta la Dormida (0,24%) y Pencahue (0,15%), todas diferentes entre sí. No se ha encontrado información del contenido de flavonoides en hojas de boldo, por lo cual su determinación es un aporte importante a la caracterización de sus propiedades farmacológicas. Muñoz *et al.* (1999-2001) indican la presencia de kcaempferol en hojas de boldo, compuesto que en estudios *in vitro* ha presentado capacidad antiinflamatoria (Wei, 2001), información que no ha sido comprobada en este estudio.

Cuadro 2.1: Concentración de compuestos activos en poblaciones naturales de boldo evaluadas en enero de 2002

Población		Aceite esencial <sup>1</sup> ml/100g MS	Alcaloides <sup>1</sup> (%)	Flavonoides <sup>2</sup> (%)	Ascaridol <sup>2</sup> (%)
Cuesta la Dormida	n= 30	1,78 a	0,34 a	0,24 b	48,7 a
Pencahue	n= 30	1,73 a	0,20 b	0,15 c	52,8 a
Galvarino	n= 30	1,45 a	0,22 b	0,41 a	28,0 b

Valores seguidos por la misma letra en columnas no presentan diferencias significativas, según Tukey<sup>1</sup> y Kruskal- Wallis<sup>2</sup>, con  $\alpha \leq 0,05$ .

En las descendencias cultivadas bajo las mismas condiciones ambientales (Talca, VII región), La población Cuesta la Dormida presentó la mayor concentración de aceite esencial en hojas, en todos los años de evaluación, con un valor medio de 4,93%. La concentración de aceite esencial varió entre las diferentes temporadas, con valores estadísticamente diferentes entre sí.

Cuadro 2.2: Concentración de aceite esencial en hojas secas de boldo en la plantación de descendencias ubicada en Lircay, VII región entre las temporadas 2000 a 2002 y contenido de ascaridol en aceite esencial durante la temporada 2002

Población		Aceite esencial <sup>1</sup> ml/100g MS			Media	Ascaridol (%) 2002
		2000	2001	2002		
Cuesta la Dormida	n= 72	4,93 a	2,39 a	3,53 a	4,93 a	64,8 a
Pencahue	n= 160	2,88 b	2,03 ab	2,60 b	2,88 b	67,6 a
Galvarino	n= 101	2,41 b	1,98 b	2,02 c	2,41 b	65,8 a
Media	n= 333	3,41 B	2,13 C	2,72 A		

Valores seguidos por la misma letra en columnas no presentan diferencias significativas, según LSD, con  $\alpha \leq 0,05$ .

En alcaloides, las descendencias cultivadas presentan concentraciones similares en hojas, con valores entre 0,13 a 0,15%. La temporada 2000 presentó en promedio la menor concentración de este compuesto. Diferencias significativas fueron registradas para las

temporadas 2001 y 2002. En la temporada 2001, la descendencia de la población Cuesta la Dormida presentó la menor concentración de alcaloides en sus hojas, con 0,14%; mientras que en la temporada 2003 los peores evaluados fueron las descendencias de Pencahue y Galvarino con 0,17 y 0,18%, respectivamente. Resultados similares fueron reportados por Vogel *et al* (1999), en donde no se encontraron diferencias significativas entre poblaciones, aún cuando los contenidos de alcaloides registrados son mayores a los obtenidos durante los tres años de evaluación. Esta diferencia podría atribuirse a la edad del material vegetal utilizado en este experimento. Montes y Wilkomirsky (1992) también informan contenidos de alcaloides entre 0,2 y 0,5%.

Flavonoides, en tanto, no presentan diferencias significativas entre las descendencias de las poblaciones evaluadas, con valores que van desde 0,48 a 0,50%.

Cuadro 2.3: Concentración de alcaloides en hojas secas de boldo en la plantación de descendencias ubicada en Lircay, VII región entre las temporadas 2000 a 2002 y flavonoides en 2002

Población		Alcaloides <sup>1</sup>			Flavonoides <sup>2</sup>	
		(%)			(%)	
		2000	2001	2002	Media	2002
Cuesta la Dormida	n= 72	0,05 a	0,14 b	0,20 a	0,13 a	0,56 a
Pencahue	n= 160	0,08 a	0,18 a	0,17 b	0,14 a	0,48 a
Galvarino	n= 101	0,07 a	0,19 a	0,18 ab	0,15 a	0,50 a
	n= 333	0,07 B	0,17 A	0,18 A		

Valores seguidos por la misma letra, minúscula en columnas y mayúscula en filas, no presentan diferencias significativas, según LSD, con  $\alpha \leq 0,05$ .

Al analizar los datos de la temporada 2002 comparando las poblaciones de la V, VII y IX región, tanto *in situ* como las descendencias cultivadas, una alta interacción entre los factores población y ambiente (natural vs. cultivado) fue registrado para las concentraciones de principios activos (cuadro 2.4).

Cuadro 2.4: Efecto del ambiente y población de origen sobre la concentración de principios activos en hojas de boldo.

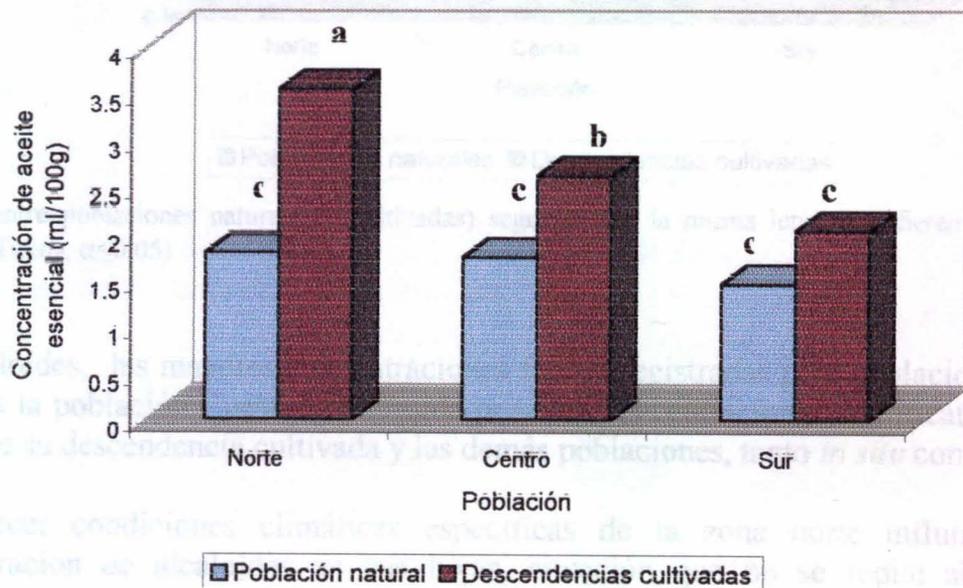
	Aceite esencial ml/100g MS	Alcaloides (%)	Flavonoides (%)	Ascaridol (%)
<i>Población:</i>				
Cuesta la Dormida	2,65 a	0,27 a	0,40 a	56,8 a
Pencahue	2,17 b	0,28 a	0,32 b	60,2 a
Galvarino	1,73 c	0,20 b	0,46 a	46,9 b
<i>Ambiente:</i>				
P. naturales	1,65 b	0,25 a	0,27 b	43,2 b
D. cultivadas	2,72 a	0,18 b	0,51 a	66,1 a
Interacción	sig	sig	sig	sig

Valores seguidos por la misma letra en columnas no presentan diferencias significativas, según LSD, con  $\alpha \leq 0,05$ .

En términos generales las descendencias cultivadas registraron mayores concentraciones de aceite esencial, flavonoides y ascaridol junto con menores concentraciones de alcaloides que las poblaciones naturales.

Descendencias provenientes de la población Cuesta la Dormida (norte) presentaron la mayor concentración de aceite esencial en sus hojas. Tanto la descendencias provenientes de dicha población como las de Pencahue mostraron mayor concentración de aceite esencial bajo condiciones de cultivo. La población Galvarino no registró diferencias significativas en aceite esencial en estos dos ambientes ni con las demás poblaciones naturales, con valores que van de 1,45 a 2,02% (fig. 2.1). Las descendencias cultivadas en la VII región están continuamente sometidas a podas para la evaluación de estudios de cultivo y genéticos, lo que permite una constante regeneración del material vegetal. Estudios realizados por Vogel *et al* (1996) en poblaciones naturales registran que hojas mas jóvenes presentan una mayor concentración de aceite esencial comparadas con aquellas de dos o mas años de edad. Este tipo de intervención cultural acompañado con diferencias climáticas y posiblemente genéticas pueden haber influido en los resultados obtenidos.

Figura 2.1: Concentración de aceite esencial en diferentes poblaciones, tanto cultivadas como silvestres, en boldo durante la temporada 2002.

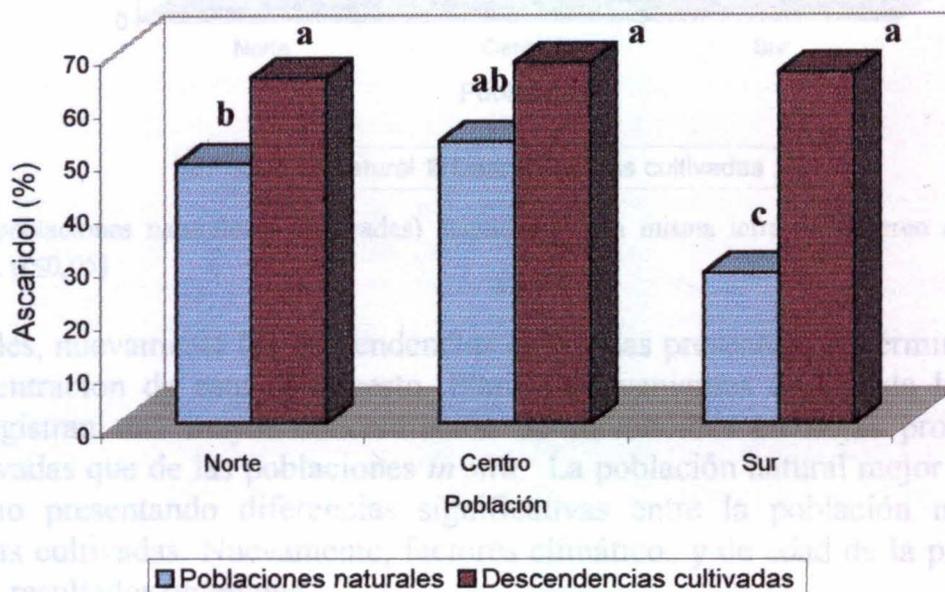


Barras (entre poblaciones naturales y cultivadas) seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

En el caso de ascaridol, uno de los componentes mayoritarios del aceite esencial de boldo, todas las poblaciones evaluadas presentaron las mayores concentraciones de este compuesto bajo condiciones de cultivo. Este efecto podría explicarse por factores ambientales que permiten una mayor concentración de este compuesto para aceite esencial en la zona central del país. La población natural de Pencahue también registra la mayor concentración de este compuesto, localizándose en una zona cercana a la de cultivo de descendencias sometándose a características climáticas similares. Otros factores que podría

influir en la mayor concentración de ascaridol en el aceite esencial dice relación con la edad de la planta y cobertura vegetal. Plantas evaluadas en poblaciones naturales están constituidas por individuos adultos, generalmente insertos en sectores con cobertura vegetal, lo que disminuye la intensidad lumínica (salvo Pencahue cuya población está inserta en un sector mas despejado), mientras que las descendencias cultivadas comenzaron a ser evaluadas a edades tempranas e insertas en un campo abierto con toda la radiación lumínica disponible.

Gráfico 2.2: Contenido de ascaridol del aceite esencial en diferentes poblaciones, tanto cultivadas como silvestres, en boldo durante la temporada 2002.

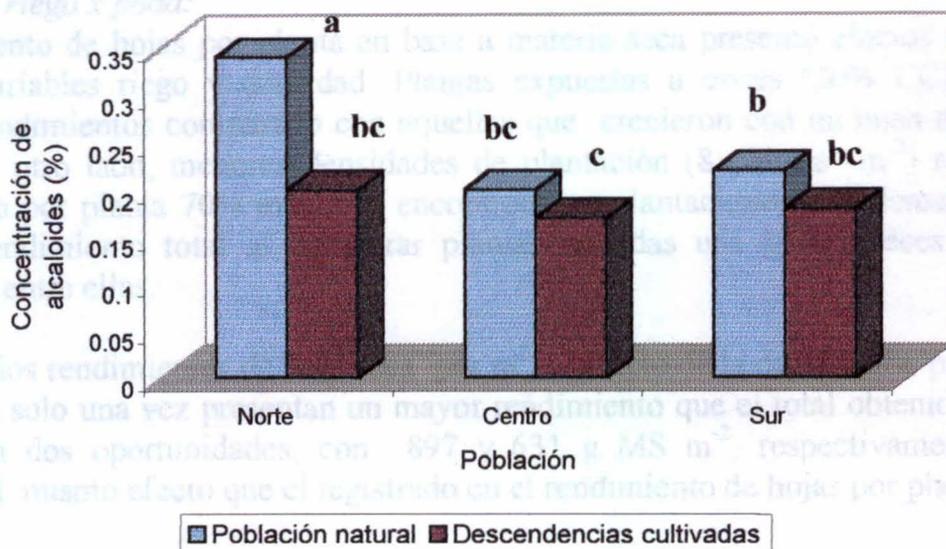


Barras (entre poblaciones naturales y cultivadas) seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

En alcaloides, las mayores concentraciones fueron registradas para poblaciones naturales. De ellas la población Cuesta la Dormida presenta concentraciones significativamente mas altas que su descendencia cultivada y las demás poblaciones, tanto *in situ* como cultivadas.

Al parecer condiciones climáticas específicas de la zona norte influirían sobre la concentración de alcaloides en sus hojas, situación que no se repite al cultivar sus descendencias en zonas mas al sur, situación que podría ser comprobada al establecer plantaciones de todos los orígenes en diferentes zonas del país. Las poblaciones Pencahue y Galvarino, no registraron diferencias en la concentración de principios activos entre los individuos *in situ* y sus descendencias cultivadas.

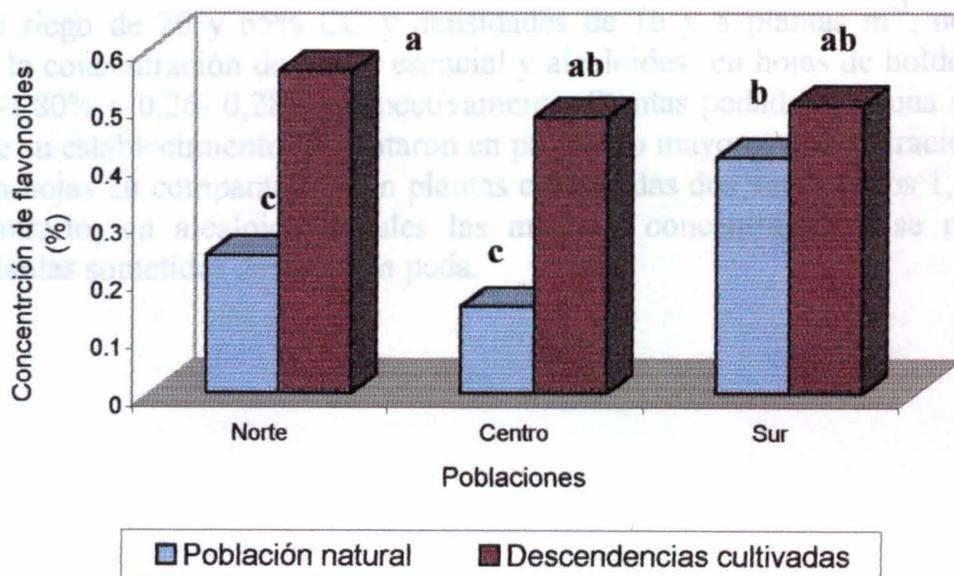
Figura 2.3: Concentración de alcaloides totales en diferentes poblaciones, tanto cultivadas como silvestres, en boldo durante la temporada 2002.



Barras (entre poblaciones naturales y cultivadas) seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

En flavonoides, nuevamente las descendencias cultivadas presentan, en términos generales mayor concentración de este compuesto. Plantas provenientes de Cuesta la Dormida y Pencahue registran una mayor concentración de flavonoides en hojas provenientes de plantas cultivadas que de las poblaciones *in situ*. La población natural mejor evaluada fue Galvarino, no presentando diferencias significativas entre la población natural y sus descendencias cultivadas. Nuevamente, factores climáticos y de edad de la planta podrían influir en los resultados obtenidos.

Figura 2.4: Concentración de flavonoides en diferentes poblaciones, tanto cultivadas como silvestres, en boldo durante la temporada 2002.



Barras (entre poblaciones naturales y cultivadas) seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ )

## Estudios de cultivo:

### *Densidad x riego x poda:*

El rendimiento de hojas por planta en base a materia seca presentó efectos significativos para las variables riego y densidad. Plantas expuestas a estrés (20% CC) presentaron mayores rendimientos comparado con aquellas que crecieron con un buen nivel de riego (65%). Por otro lado, menores densidades de plantación (8 plantas  $m^{-2}$ ) registraron un rendimiento por planta 70% mayor al encontrado en plantaciones mas densas (16 plantas  $m^{-2}$ ). El rendimiento total al comparar plantas podadas una y dos veces no presentó diferencias entre ellas.

Al evaluar los rendimientos de hoja seca por  $m^2$ , el efecto de la densidad se pierde. Plantas cosechadas solo una vez presentan un mayor rendimiento que el total obtenido en plantas podadas en dos oportunidades, con 897 y 631 g MS  $m^{-2}$ , respectivamente. El riego mantiene el mismo efecto que el registrado en el rendimiento de hojas por planta.

La relación peso de hojas: peso del material vegetal total cosechado no fue influenciado por los tratamientos de riego y densidad, con valores que fluctúan entre 0,65 y 0,67. Plantas sometidas a dos cosechas presentan un porcentaje de hojas mayor a aquellas con una sola cosecha, en donde el 71% del material vegetal total extraído a través de la poda son hojas.

El número de brotes por planta fue influenciado por los actores riego y número de cosechas. Plantas sometidas a un buen nivel de riego y podadas en mas de una oportunidad presentan un mayor número de brotes por planta, aún cuando el largo promedio de los brotes sea menor.

La altura de las plantas presentó diferencias significativas para densidad y número de cosechas. Plantas menos densas junto con aquellas podadas sólo una vez presentaron las mayores alturas.

Niveles de riego de 20 y 65% CC y densidades de 16 y 8 plantas  $m^{-2}$ , no presentaron efectos en la concentración de aceite esencial y alcaloides en hojas de boldo, con valores entre 1,54-1,80% y 0,26- 0,28%, respectivamente. Plantas podadas por una sola vez a los 2,5 años de su establecimiento presentaron en promedio mayores concentraciones de aceite esencial en hojas en comparación con plantas cosechadas dos veces (a los 1,5 y 2,5 años). Por el contrario, en alcaloides totales las mayores concentraciones se registraron en aquellas plantas sometidas dos veces a poda.

Cuadro 2.5: Efecto de dos niveles de riego, densidad y tratamientos de cosecha sobre factores de rendimiento y concentración de principios activos en **boldo**, durante las temporadas 2002- 2003

	Rendimiento de		hojas: total	Brotos planta <sup>-1</sup>	Largo brotos (cm)	Altura planta (cm)	Aceite esencial g MS/100g	Alcaloides totales (%)
	hojas <sup>(1)</sup> planta <sup>-1</sup>	(g Ms) m <sup>2</sup>						
<i>Riego:</i>								
20% CC	78,4 a	869 a	0,65 a	4,6 b	41,4 a	56,0 a	1,54 a	0,28 a
65% CC	61,0 b	660 b	0,67 a	5,9 a	33,6 b	51,6 a	1,80 a	0,26 a
<i>Densidad:</i>								
16 plantas m <sup>-2</sup>	51,7 b	827 a	0,66 a	4,8 a	36,8 a	51,2 b	1,69 a	0,26 a
8 plantas m <sup>-2</sup>	87,7 a	701 a	0,66 a	5,7 a	38,1 a	56,4 a	1,66 a	0,28 a
<i>Cosechas:</i>								
Una	78,8 a	897 a	0,61 b	4,5 b	45,8 a	65,5 a	2,11 a	0,24 b
Dos	60,5 a	631 b	0,71 a	6,0 a	29,2 b	42,2 b	1,23 b	0,30 a

<sup>(1)</sup> En el caso del rendimiento de hojas, este valor representa el total obtenido en todas las cosechas, en los demás caracteres el promedio

Valores seguidos por la misma letra en columnas no presentan diferencias significativas, según Tukey, con  $\alpha \leq 0,05$ .

Para determinar a que edad de la planta es conveniente iniciar las cosechas de material vegetal, se evaluaron factores de rendimiento en plantas de 1,5 y 2,5 años medidos desde el establecimiento de la plantación. El efecto del riego y densidad también fue evaluado. La relación de hojas en el material cosechado y el número de brotes por planta no presentó diferencias significativas en ninguno de los factores evaluados. Los mayores rendimientos de hoja (por planta y m<sup>2</sup>) fueron registrados en plantas de 2,5 años, con valores 300% superiores a los obtenidos por plantas cosechadas un año antes. Tanto el crecimiento promedio de brotes como la altura de la planta fueron factores que influyeron en la obtención de un mayor rendimiento en plantas de 2,5 años, aún cuando el porcentaje total de hojas en el material vegetal cosechado fue significativamente menor al alcanzado por plantas más jóvenes, en donde el 59 y 75% del material vegetal total cosechado son hojas, respectivamente.

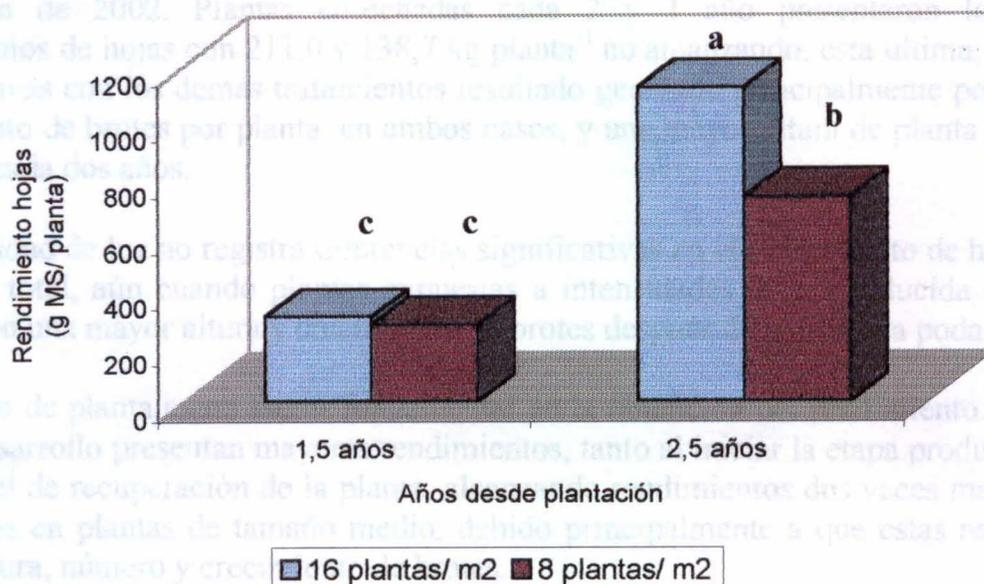
Cuadro 2.6: Efecto del nivel de riego, densidad y edad de la planta sobre factores de rendimiento en **boldo** al inicio de su período productivo

	Rendimiento de		Relación hojas: total	Número de brotes planta <sup>-1</sup>	Crecimiento brotos (cm)	Altura de planta (cm)
	hojas <sup>(1)</sup> planta <sup>-1</sup>	(g Ms) m <sup>2</sup>				
<i>Riego:</i>						
20% CC	61,6 a	697,8 a	0,60 a	4,0 a	40,3 a	55,1 a
65% CC	45,0 b	489,5 b	0,64 a	5,2 a	31,7 b	48,9 b
<i>Densidad:</i>						
16 plantas m <sup>-2</sup>	42,0 b	671,1 a	0,62 a	4,4 a	35,3 a	49,8 a
8 plantas m <sup>-2</sup>	64,6 a	516,3 b	0,63 a	4,8 a	36,6 a	54,2 a
<i>Edad planta:</i>						
1,5 años	27,7 b	290,1 b	0,71 a	4,8 a	26,2 b	38,5 b
2,5 años	78,8 a	897,4 a	0,59 b	4,5 a	45,8 a	65,5 a

Valores seguidos por la misma letra en columnas no presentan diferencias significativas, según Tukey, con  $\alpha \leq 0,05$ .

El rendimiento de hojas  $\text{m}^{-2}$  presentó una alta interacción entre los factores edad de la planta y densidad. Plantas establecidas a alta densidad ( $16 \text{ plantas m}^{-2}$ ) cosechadas por primera vez a los 2,5 años presentaron los mayores rendimientos de hojas con valores cercanos a  $1,1 \text{ kg m}^{-2}$ .

Figura 2.5: Efecto de la densidad de plantación y edad de inicio de poda sobre el rendimiento de hojas en boldo



Barras (entre poblaciones naturales y cultivadas) seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey,  $\alpha < 0,05$ )

#### poda x luz:

La intensidad de luz no registró efectos significativos en la concentración de principios activos durante todo el desarrollo del experimento, alcanzando valores promedios que van desde 1,94% a 2,02% en aceite esencial y 0,22 y 0,24%, para alcaloides, con intensidad normal y reducida, respectivamente (cuadro 2.7).

Cuadro 2.7: Concentración de principios activos en distintas fechas de evaluación para dos intensidades de luz, en la plantación establecida en Lircay (VII región).

Fecha de evaluación	Aceite esencial		Alcaloides	
	Luz normal	Luz reducida	Luz normal	Luz reducida
Enero 2001	1,45 a	1,39 a	0,25 a	0,27 a
Agosto 2001	2,06 a	2,16 a	0,20 a	0,22 a
Enero 2002	2,61 a	2,65 a	0,17 a	0,18 a
Agosto 2002	1,62 a	1,87 a	0,26 a	0,27 a
Media	1,94 A	2,02 A	0,22 A	0,24 A

Valores seguidos por la misma letra en columnas, no difieren estadísticamente entre sí, Tukey  $\alpha < 0,05$

Todos los tratamientos de poda con dos cosechas no registraron diferencias significativas con plantas cosechadas al final de la temporada de evaluación (agosto de 2002), con valores entre 265,5 y 330,6  $\text{kg planta}^{-1}$ .

Al analizar la edad de la planta para iniciar su etapa productiva (cosecha de hojas), los mayores rendimientos fueron registrados en plantas cosechadas por primera vez a los 4 años desde el establecimiento de la plantación con 254 kg planta<sup>-1</sup>, siendo sólo diferente a los rendimientos obtenidos en plantas cuyo inicio de cosecha fue a los 2 y 2,5 años con 119,6 y 139,1 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

El nivel de recuperación de las plantas se midió al evaluar el rendimiento de estas mismas en agosto de 2002. Plantas cosechadas cada 2 y 1 año presentaron los mayores rendimientos de hojas con 211,0 y 138,7 kg planta<sup>-1</sup> no alcanzando, esta última, diferencias significativas con los demás tratamientos resultado generado principalmente por el mayor crecimiento de brotes por planta, en ambos casos, y una mayor altura de planta en aquellas podadas cada dos años.

La intensidad de luz no registra diferencias significativas en el rendimiento de hojas, ya sea parcial o total, aún cuando plantas expuestas a intensidades de luz reducida en un 28% alcanzaron una mayor altura y crecimiento de brotes después de la primera poda.

El tamaño de planta es un factor fundamental en la obtención del rendimiento. Plantas de mayor desarrollo presentan mayores rendimientos, tanto al iniciar la etapa productiva como en el nivel de recuperación de la planta, alcanzando rendimientos dos veces mayores a los registrados en plantas de tamaño medio, debido principalmente a que estas registran una mayor altura, número y crecimiento de brotes.

Cuadro 2.8: Edad de la planta, época de poda, intensidad de luz y tamaño de la planta sobre el rendimiento de hojas secas en **bold**.

		Rendimiento de hojas Kg MS planta <sup>-1</sup>		
		Cosecha 1	Cosecha 2	Total
<b>Inicio de poda</b>				
Fecha	/ Edad de planta			
Junio 2000	2,0 años	119,6 b	211,0 a	330,6 a
Enero 2001	2,5 años	139,1 b	126,4 b	265,5 a
Agosto 2001	3,0 años	182,8 ab	138,7 ab	321,5 a
Enero 2002	3,5 años	196,3 ab	74,8 b	271,1 a
Agosto 2002	4,0 años	254,0 a	-	254,0 a
<b>Intensidad de luz:</b>				
Normal		184,7 a	103,7 a	290,4 a
Reducida en un 28%		172,8 a	115,9 a	287,1 a
<b>Tamaño de planta:</b>				
Pequeña		72,1 b	49,6 b	121,7 c
Mediana		134,2 b	92,8 b	227,0 b
Grande		327,3 a	185,7 a	513,0 a

Valores seguidos por la misma letra en columnas, no difieren estadísticamente entre sí, Tukey  $\alpha \leq 0,05$ .

Plantas de 2,5 a 4 años no registraron diferencias significativas en altura, con una media por planta de 70,1 a 86,4 cm salvo con plantas de 2,5 años, con 41,0 cm. Plantas que fueron podadas a 20 cm de altura desde la base del suelo y cosechadas nuevamente dos años mas

tarde alcanzaron una altura promedio similar a la registrada en plantas sin intervención anterior, con 87,7 y 86,4 cm, respectivamente.

Plantas de 4 años registraron 23,8 brotes por planta, siendo estadísticamente mayor a plantas entre 2 y 3,5 años. Al ser evaluadas en una segunda cosecha la intervención a través de la poda registra un aumento en el promedio de brotes por planta, con valores entre 23,0 y 26,1 brotes planta<sup>-1</sup>. Plantas podadas por vez primera a los 2 años presentan un menor crecimiento promedio de brotes comparado con plantas de 2,5 a 4 años.

Cuadro 2.9: Edad de la planta, época de poda, intensidad de luz y tamaño de la planta sobre altura, número y crecimiento de brotes por planta en **bold**.

		Altura de planta		Número de brotes		Crec. de Brotes	
		cm planta <sup>-1</sup>		Cosecha		cm planta <sup>-1</sup>	
		Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 1	Cosecha 2
<b>Inicio de poda</b>							
Fecha	/ Edad de planta						
Junio 2000	2,0 años	41,0 b	87,7 a	9,7 b	23,1 a	22,3 b	39,1 a
Enero 2001	2,5 años	70,1 a	63,8 bc	12,6 b	26,1 a	33,6 a	33,4 ab
Agosto 2001	3,0 años	74,9 a	68,0 b	15,1 b	23,0 a	34,1 a	38,9 a
Enero 2002	3,5 años	85,0 a	49,6 c	11,3 b	25,4 a	37,4 a	26,9 b
Agosto 2002	4,0 años	86,4 a	-	23,8 a	-	38,0 a	-
<b>Intensidad de luz:</b>							
Normal		74,5 a	62,4 b	15,4 a	25,9 a	36,2 a	31,0 b
Reducida en un 28%		67,6 a	72,3 a	13,6 a	22,4 a	30,0 b	38,1 a
<b>Tamaño de planta:</b>							
Pequeña		46,0 c	58,2 b	12,1 b	20,0 b	21,0 c	31,2 b
Mediana		67,6 b	61,7 b	16,4 a	27,7 a	30,8 b	32,2 b
Grande		100,6 a	82,4 a	15,2 ab	25,1 ab	47,1 a	40,7 a

Valores seguidos por la misma letra en columnas, no difieren estadísticamente entre sí, Tukey  $\alpha \leq 0,05$ .

#### *Demanda nutricional:*

En el cuadro 2.10 se muestran los requerimientos de macro y micronutrientes por tonelada de material cosechado, tanto seco como fresco, en hojas y total. Estos valores estiman la cantidad de nutrientes que se debe reponer al cosechar una tonelada de material vegetal, ya sea hojas o material total. Es así como al cosechar una tonelada de material fresco (hojas y tallos) se debe aportar por ejemplo 4,61 kg de N; 1 kg de P y 4,47 kg de K.

Cuadro 2.10: Extracción de macro- y micronutrientes en boldo

	Contenido de nutrientes en materia seca		Extracción por tonelada de materia fresca (kg)		Extracción por tonelada de materia seca <sup>1</sup> (kg)	
	Hojas	Tallos	Total <sup>2</sup>	Hojas	Total <sup>3</sup>	Hojas
N (%)	0,977	0,720	4,61	5,01	9,02	9,77
P (%)	0,243	0,110	1,00	1,25	2,04	2,43
K (%)	1,000	0,617	4,47	5,13	8,88	10,00
Ca (%)	1,053	0,590	4,58	5,40	9,17	10,53
Mg (%)	0,190	0,077	0,76	0,97	1,57	1,90
Mn (ppm)	40,67	42,33	0,022	0,021	0,041	0,041
Zn (ppm)	24,00	24,00	0,013	0,012	0,024	0,024
Cu (ppm)	3,33	9,00	0,0030	0,0017	0,0050	0,0033
Fe (ppm)	336,00	236,67	0,156	0,172	0,307	0,336
B (ppm)	33,33	14,00	0,014	0,017	0,028	0,033

<sup>3</sup> Relación hojas: tallos 71: 29 en base a materia seca

<sup>2</sup> Relación hojas: tallos 62:38 en base a materia fresca

<sup>1</sup> Materia seca estimada sobre la base a un contenido de 48,7% de humedad de las hojas y 45,7% de humedad en los tallos.

En términos generales, tanto los niveles de riego como las densidades evaluadas no presentaron diferencias significativas en la extracción de nutrientes por tonelada de material total cosechado, tanto seco como fresco. Niveles de riego de 65% CC no registran diferencias estadísticas significativas al comparar las densidades evaluadas. Por el contrario a niveles de humedad de suelo de 20% CC (cuadro 2.11)

Cuadro 2.11: Efecto de la densidad de plantación y nivel de riego sobre la extracción de macro- y micronutrientes en boldo.

		Contenido de nutrientes		Extracción nutrientes por tonelada de materia seca (kg)			Extracción nutrientes por tonelada de materia fresca (kg)		
		Hojas	Tallos	20% CC	65% CC	Media	20% CC	65% CC	Media
N	16 plantas m <sup>2</sup>	0,977	0,720	9,06 a	9,04 a	9,05 a	4,83 a	4,58 a	4,70 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			8,94 a	9,04 a	8,99 a	4,44 b	4,62 a	4,53 a
	Media			9,00 A	9,04 A		4,63 A	4,60 A	
P	16 plantas m <sup>2</sup>	0,243	0,110	2,06 a	2,05 a	2,06 a	1,05 a	1,00 a	1,03 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			2,00 b	2,05 a	2,03 a	0,94 b	1,01 a	0,98 a
	Media			2,03 A	2,05 A		1,00 A	1,00 A	
K	16 plantas m <sup>2</sup>	1,000	0,617	8,93 a	8,91 a	8,92 a	4,69 a	4,45 a	4,57 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			8,76 b	8,91 a	8,84 a	4,26 b	4,48 a	4,37 a
	Media			8,85 A	8,91 A		4,47 A	4,46 A	
Ca	16 plantas m <sup>2</sup>	1,053	0,590	9,24 a	9,21 a	9,23 a	4,81 a	4,56 a	4,68 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			9,03 b	9,22 a	9,12 a	4,35 b	4,60 a	4,47 a
	Media			9,14 A	9,21 A		4,58 A	4,58 A	
Mg	16 plantas m <sup>2</sup>	0,190	0,077	1,59 a	1,58 a	1,58 a	0,81 a	0,76 a	0,78 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			1,53 b	1,58 a	1,56 a	0,72 b	0,77 a	0,74 a
	Media			1,56 A	1,58 A		0,76 A	0,77 A	
Mn	16 plantas m <sup>2</sup>	40,67	42,33	0,041 a	0,041 a	0,041 a	0,023 a	0,022 a	0,022 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			0,041 a	0,041 a	0,041 a	0,021 a	0,022 a	0,022 a
	Media			0,041 A	0,041 A		0,022 A	0,022 A	
Zn	16 plantas m <sup>2</sup>	24,00	24,00	0,024 a	0,024 a	0,024 a	0,013 a	0,013 a	0,013 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			0,024 a	0,024 a	0,024 a	0,013 a	0,013 a	0,013 a
	Media			0,024 A	0,024 A		0,013 A	0,013 A	
Cu	16 plantas m <sup>2</sup>	3,33	9,00	0,0049 b	0,0050 a	0,0049 a	0,0030 a	0,0029 a	0,0030 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			0,0052 a	0,0049 a	0,0051 a	0,0030 a	0,0029 a	0,0030 a
	Media			0,0050 A	0,0049 A		0,0030 A	0,0029 A	
Fe	16 plantas m <sup>2</sup>	336,00	236,67	0,308 a	0,308 a	0,308 a	0,164 a	0,155 a	0,160 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			0,304 b	0,308 a	0,306 a	0,150 b	0,157 a	0,153 a
	Media			0,306 A	0,308 A		0,157 A	0,156 A	
B	16 plantas m <sup>2</sup>	33,33	14,00	0,028 a	0,028 a	0,028 a	0,014 a	0,014 a	0,014 a
	8 plantas m <sup>2</sup>			0,027 b	0,028 a	0,028 a	0,013 b	0,014 a	0,013 a
	Media			0,028 A	0,028 A		0,013 A	0,014 A	

*Organismos fitopatológicos:*

Caracoles y babosas: Atacan principalmente a nivel de vivero defoliando y mordiendo los tallos hasta secar la planta. En situaciones no controladas puede llegar a producir la pérdida del 15 a 20% de la producción. Se recomienda un buen manejo del agua y la utilización de cebos tóxicos como MESUROL.

*Análisis económico:**Breve descripción de la situación actual:*

El boldo es la especie medicinal nativa con mayores volúmenes de exportación. Según estadísticas de Pro-Chile estas alcanzan alrededor de 1.500 toneladas de hojas secas por año a precios entre US\$ 0,55 y US\$ 0,74 (últimos 5 años). Las hojas se recolectan de forma silvestre sin ningún cuidado con la calidad del producto. Estimaciones basadas en

datos de Toral *et al* (1988) y las estadísticas de exportación indican que se cosechan alrededor de 1,5 a 2,5 millones de individuos que se traduce en la intervención de 3.500 a 60.000 ha de bosque nativo para satisfacer la demanda extranjera. La V región es la principal proveedora de hojas de boldo para exportación con sobre un 55% del total del volumen exportado (datos Pro- Chile).

*Evaluación de calidad:*

Muestras de boldo fueron enviadas a dos empresas nacionales dedicadas a la elaboración de productos farmacéuticos a base de plantas medicinales para determinar la calidad de las muestras y los puntos críticos dentro de la producción que deben ser mejorados.

En boldo, las muestras fueron catalogadas como de buen aspecto, alcanzando sólo un 5% de las hojas deterioradas, de aroma característico y agradable, de buena manipulación con una referencia de valor comercial de US\$ 1,0 kg<sup>-1</sup> MS. Siendo aceptada para su utilización en este tipo de empresas.

*Estimación de rentabilidad:*

Se evaluaron dos escenarios de manejo para el análisis económico. La unidad de superficie correspondió a una plantación de 1.000 m<sup>2</sup>. Dos densidades de plantación fueron evaluadas. Ninguno de los escenarios alcanzó niveles de rentabilidad para llevarla a cultivo, según los indicadores de VAN y TIR. El cultivo podría tornarse rentable al buscar técnicas que permitan reducir el costo de producción de plantas y buscar alternativas de mecanización para el deshoje, que concentra el mayor costo incurrido en mano de obra.

Cuadro 2.12: Ficha técnica y evaluación económica de boldo establecido a 1 x 0,7 m

Boldo a 1 x 0,7 m establecimiento con utilización de plantas en bolsas y aplicación de much para controlar malezas

Costo de mano de obra \$ 5.500				Costo por año											
Rendimiento				0	0	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
<b>COSTOS:</b>															
Labor	Cantidad	Unidad	Valor unitario (\$)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Preparación de suelo:</i>															
Aradura, rastrajes y surcos de plant	0.5	JTI	59000	29500											
<i>Fertilización:</i>															
Compost	143	kg	25	3575	3575	3575	3575	3575	3575	3575	3575	3575	3575	3575	3575
Mano de obra	0.1	JH	5500	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
<i>Plantación:</i>															
Plantas	1430	Unidad	254	363220											
Mano de obra	5	JH	5500	27500											
<i>Control de malezas:</i>															
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500
Paja de poroto	50	Fardo	800	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
<i>Riegos:</i>															
Preparación de surcos	0.5	JA	17500	8750											
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500
<i>Cosecha:</i>															
Mano de obra	1	JH	5500		5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500
<i>Manejo de postcosecha:</i>															
Deshoje manual	10	JH	5500		55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000	55000
deshidratado	1	JH	5500		5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500
<b>Sub- total</b>				498595	99125	165125	165125	165125	165125	165125	165125	165125	165125	165125	165125
Imprevistos (5%)				24930	4956	8256	8256	8256	8256	8256	8256	8256	8256	8256	8256
<b>TOTAL</b>				<b>-523525</b>	<b>-104081</b>	<b>-173381</b>									
<b>INGRESOS</b>															
Análisis de sensibilidad para precio															
US\$ 0,5/ kg seco				0	0	55250	55250	55250	55250	55250	55250	55250	55250	55250	55250
US\$ 1,0/ kg seco				0	0	110500	110500	110500	110500	110500	110500	110500	110500	110500	110500
US\$ 1,5/ kg seco				0	0	165750	165750	165750	165750	165750	165750	165750	165750	165750	165750
<b>FLUJO DE CAJA</b>															
Ingresos- Egresos	US\$ 0.5			-523525	-104081	-118131	-118131	-118131	-118131	-118131	-118131	-118131	-118131	-118131	-118131
	US\$ 1.0			-523525	-104081	-62881	-62881	-62881	-62881	-62881	-62881	-62881	-62881	-62881	-62881
	US\$ 1.5			-523525	-104081	-7631	-7631	-7631	-7631	-7631	-7631	-7631	-7631	-7631	-7631

	VAN (10%)	TIR
US\$ 0.5	-\$896,584.90	
US\$ 1.0	-\$607,324.84	
US\$ 1.5	-\$318,064.78	

US\$ 1 = \$ 650 JTI= Jornada tractor implemento JH= Jornada hombre JA= Jornada animal

Cuadro 2.13: Ficha técnica y evaluación económica de boldo establecido a 0,2 x 0,4 m

Boldo a 0.2 x 0.4 m establecimiento con utilización de plantas en bolsas y aplicación de much para controlar malezas

Costo de mano de obra \$ 5.500															
Rendimiento				0	0	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
				Costo por año											
COSTOS:	Cantidad	Unidad	Valor unitario (\$)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Labor</i>															
<i>Preparación de suelo:</i>															
Aradura, rastrajes y surcos de plant	0.5	JTI	59000	29500											
<i>Fertilización:</i>															
Compost	1200	kg	25	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	
Mano de obra	0.3	JH	5500	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	
<i>Plantación:</i>															
Plantas	12500	Unidad	254	3175000											
Mano de obra	4	JH	5500	22000											
<i>Control de malezas:</i>															
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	
Paja de poroto	50	Fardo	800	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	
<i>Riegos:</i>															
Preparación de surcos	0.5	JA	17500	8750											
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	
<i>Cosecha:</i>															
Mano de obra	3	JH	5500		5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	
<i>Manejo de postcosecha:</i>															
Deshoje manual	50	JH	5500			275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	275000	
deshidratado	3	JH	5500			16500	16500	16500	16500	16500	16500	16500	16500	16500	
<b>Sub- total</b>				3361900	126650	423650	423650	423650	423650	423650	423650	423650	423650	423650	
Imprevistos (5%)				168095	6333	21183	21183	21183	21183	21183	21183	21183	21183	21183	
<b>TOTAL</b>				<b>-3529995</b>	<b>-132983</b>	<b>-444833</b>									
<b>INGRESOS</b>															
Análisis de sensibilidad para precio															
US\$ 0,5/ kg seco				0	0	292500	292500	292500	292500	292500	292500	292500	292500	292500	
US\$ 1,0/ kg seco				0	0	585000	585000	585000	585000	585000	585000	585000	585000	585000	
US\$ 1,5/ kg seco				0	0	877500	877500	877500	877500	877500	877500	877500	877500	877500	
<b>FLUJO DE CAJA</b>															
<i>INGRESOS-EGRESOS</i>															
US\$ 0,5				-3529995	-132983	-152333	-152333	-152333	-152333	-152333	-152333	-152333	-152333	-152333	
US\$ 1,0				-3529995	-132983	140168	140168	140168	140168	140168	140168	140168	140168	140168	
US\$ 1,5				-3529995	-132983	432668	432668	432668	432668	432668	432668	432668	432668	432668	
				VAN (10%)		TIR									
				US\$ 0,5		-									
				US\$ 1,0		-									
				US\$ 1,5		1%									

### 3.2.3

#### **Canelo** **(*Drimys winteri* J. R. et G. Forster)**

3.2.3.1 Cumplimiento de los objetivos del proyecto y adaptaciones o modificaciones introducidas en la metodología.

##### *Conocer las características ambientales del hábitat natural*

Este objetivo se cumplió en un 100%. En canelo, se evaluaron tres poblaciones naturales dentro de la VII región: Huerta de Maule (secano interior), Pangal (Valle Central) y Embalse Ancoa (Precordillera). En ellas se realizó una caracterización climática y de suelo. En el primer caso se recurrió a la evaluación de datos de tres años provenientes de las estaciones climáticas más cercanas. Las muestras de suelo fueron analizadas en el Laboratorio de Suelo de la Universidad de Talca. No se presentaron cambios en la metodología aplicada

##### *Describir las características botánicas y fenológicas de interés agronómico*

En canelo se realizaron evaluaciones mensuales durante 2,5 años de los estados fenológicos a lo largo de su ciclo de crecimiento, determinando el momento y la duración de cada etapa. Además se determinaron y evaluaron caracteres morfológicos que presentan importancia agronómica, tales como área foliar y crecimiento de brotes. La diferencia entre la metodología utilizada y la original tiene relación con la periodicidad y tiempo de desarrollo de las evaluaciones, en donde se establecían 10 visitas en el primer año y 5 en el segundo. Evaluaciones mensuales y mayor duración del tiempo de evaluación permiten determinar con mayor exactitud el momento y la duración de cada etapa fenológica. Para fluctuación anual de principios activos en vez de realizar evaluaciones en cinco fechas de cosecha con cinco repeticiones se realizaron evaluaciones mensuales con cuatro repeticiones (= individuos por población) durante dos años consecutivos y así determinar con mayor exactitud el o los períodos del año en que la concentración de principios activos es mayor. Este objetivo fue logrado en un 100%. Un estudio adicional fue realizado por el alumno de magíster en horticultura Sr. Diego Muñoz. Se evaluó la variación de los compuestos activos en distintas poblaciones de canelo dentro de Chile.

##### *Desarrollar métodos de propagación por semilla y vegetativa*

En canelo se realizaron ensayos de propagación por semillas evaluando tratamientos pregerminativos y tres sustratos. En ensayos diferentes de propagación vegetativa (estacas) se evaluaron, tres diferentes cortes en la base de la estaca, posición de extracción de estacas dentro de la ramilla, dos formulaciones y tres concentraciones de AIB (ácido indol butírico). Las diferencias metodológicas entre la propuesta original y la efectivamente realizada dice relación con la evaluación de diferentes sustratos en propagación por semillas. El objetivo fue logrado en un 100%.

##### *Determinar cuales especies se podrán o deberán plantar bajo sombra*

Se determinaron los efectos de dos niveles de luz sobre las variables número de brotes por planta, altura de planta, rendimiento de hojas, área foliar por hoja y concentración de terpenos y aceite esencial durante una temporada. El objetivo planteado fue logrado en un 100%.

### Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote

Se evaluó el efecto de dos niveles de poda sobre el número de brotes por planta, altura de planta, rendimiento de hojas, área foliar por hoja y concentración de terpenos y aceite esencial durante una temporada. Los resultados registrados se entregan en un cuadro resumen.

### Determinar la demanda de nutrientes

Este objetivo fue cumplido en un 100%. En la propuesta inicial no se profundizó en la metodología a seguir para la realización de este objetivo. En este caso, se colectaron muestras de hojas y tallos los que se analizaron sus macro y micronutrientes en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca. Posteriormente, ayudados por los resultados de evaluaciones de caracteres de rendimiento de material vegetal: rendimiento de hojas frescas y secas, porcentaje de hojas en el material vegetal cosechado se pudo obtener cuadros que permiten determinar la demanda por cada nutriente evaluado.

### Identificar los organismos fitopatológicos asociados

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron observaciones visuales tendientes a identificar los organismos asociados a cada especie. Adicionalmente se entrega información sobre medidas de control tanto orgánico como químico para cada uno de los organismos identificados.

### Estimar la rentabilidad del cultivo

Se realizó una evaluación de calidad de materia prima para la empresa farmacéutica. No fue posible estimar la rentabilidad del cultivo por falta de información de precios de referencia. Se entrega una ficha técnica con los costos del cultivo de 1.000 m<sup>2</sup>. El escenario fue evaluado pensando en una producción enfocada en la agricultura familiar. La valorización de la preparación de suelo se realizó sobre la base de que el servicio no se realiza por menos de media jornada, aún cuando la superficie a cultivar sea baja.

## 3.2.3.2 Metodología utilizada y resultados

### 3.2.3.2.1 Metodología:

#### Estudios de hábitat natural, botánica y fenología:

Seis poblaciones de *Drimys spp* en diferentes localidades fueron seleccionadas según criterios de diferencias ambientales, taxonómicas y geográficas para los estudios de hábitat natural, botánica y fenología. Tres poblaciones dentro de la VII región fueron utilizadas para el seguimiento botánico y fenológico, así como la descripción edafoclimática de esta especie; en tanto tres poblaciones adicionales fueron también evaluadas en enero y febrero de 2002 en un estudio adicional referente a la composición y variación de los principios activos en distintas poblaciones de *Drimys spp* dentro de Chile.

En el cuadro 3.1 se detallan las características de las localidades seleccionadas para todos los estudios.

Cuadro 3.1: Localidades de colecta de *Drimys spp.*

Especie	localidad, región	C. geográficas (Lat. Sur/ Long. Oeste) <sup>1</sup>	Altitud (m.s.n.m) <sup>1</sup>	Precipitación Anual (mm) <sup>2</sup>
<i>D. winteri</i>	Huerta de Maule, VII	35°39' / 71°57'	300	600
<i>D. winteri</i>	Pangal, VII	35°37' / 71°42'	120	800
<i>D. winteri</i>	Camino Ancoa, VII	35°55' / 71°28'	400	1.600
<i>D. winteri</i>	Tolhuaca, IX	38°14' / 71°45'	900	2.500
<i>D. andina</i>	Conguillio, IX	39°39' / 71°43'	1.200	3.500
<i>D. winteri</i>	Huillinco, X	42°39' / 73°53'	2	1.900

<sup>1</sup>Fuente: Instituto Geográfico Militar (1970)

<sup>2</sup>Fuente: Novoa y Villaseca (1989); Santibáñez y Uribe (1993)

Para cada localidad de la VII región, se seleccionó una población natural con individuos adultos, utilizando como patrón de selección una baja o nula intervención externa, accesibilidad a cada una de las poblaciones durante toda la temporada y abundancia de individuos para realizar las evaluaciones pertinentes. Cada población está ubicada en situaciones geográficas diferentes (Cordillera de la Costa, Valle Central y Precordillera Andina). Se realizó una caracterización edáfica a través de la descripción *in situ* de las condiciones presentes y colecta de muestras de suelo posteriormente analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca. La descripción climática zonal se realizó a través del análisis de datos climáticos de los años 1997 al 1999, obtenidos a través de la Dirección General de Aguas de la Región del Maule y que provienen de las estaciones meteorológicas más cercanas a las zonas de estudio. En el cuadro 3.2 se detalla la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis climático y el tipo de dato obtenido.

Cuadro 3.2: Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización climática de las zonas de estudio en canelo

Estación	C. geográficas (Lat. Sur/ Long. Oeste)	Altitud (m.s.n.m)	Hoya Hidrográfica	Medición	
				Precipitación	Temperatura
San Javier	35° 35' / 71° 39'	115	Maule	X	
Huerta de Maule	35° 39' / 71° 56'	218	Maule	X	
Embalse Ancoa	35° 55' / 71° 17'	430	Maule	X	X

Fuente: Dirección General de Aguas de la Región del Maule

Desde noviembre de 1999 a octubre de 2002, diferentes caracteres botánicos fueron observados en las tres poblaciones de canelo de la VII Región (Huerta de Maule, Pangal y Embalse Ancoa). Se midieron cuatro individuos por población, determinando su estado fenológico (crecimiento vegetativo, floración, fructificación, receso, etc). Desde mayo de 2000, se midió el crecimiento de ramillas a través de mediciones mensuales de seis ramillas marcadas al azar dentro del árbol. Además, entre noviembre de 2000 y octubre de 2002, cada población contó con otros cuatro individuos en que se evaluaron mensualmente área foliar por hoja (10 hojas tomadas al azar), número de hojas, peso de hojas y peso total, a

cuatro ramillas del año. En estos mismos individuos se colectó material vegetal adicional para la determinación de la concentración principios activos (aceite esencial y terpenos).

En enero y febrero de 2002, en las seis poblaciones de canelo seleccionadas se colectaron hojas de 30 individuos, contando un total de 180 muestras que fueron analizadas en el Laboratorio de Química de Productos Naturales. Para cada muestra se midió la concentración de aceite esencial, terpenos y flavonoides en hojas, así como la presencia de los terpenos Poligodial y Drimenol, tanto en hojas como en corteza.

El aceite esencial se extrajo por arrastre de vapor de agua, mientras que la determinación de flavonoides se realizó espectrofotométricamente. Los terpenos se determinaron a través de extracción Soxhlet. Para Poligodial se usó cromatografía de cada fina (TLC) y se cuantificó al igual que Drimenol, utilizando cromatografía gaseosa y comparación con estándares.

Los datos de poblaciones naturales de la VII región fueron organizados en un diseño de bloques completamente aleatorizado en arreglo factorial 3 x 12, bloqueando la temporada de evaluación, dado por tres poblaciones de canelo y 12 meses de evaluación, con cuatro repeticiones, siendo sometidos a un análisis de varianza y separación de medias utilizando el programa estadístico SPSS V11.0.

Los datos evaluados durante la temporada estival 2002 en seis poblaciones ubicadas en la VII, IX y X región fueron organizados en un diseño completamente aleatorizado y sometidos a la prueba de Kruskal-Wallis, utilizando el programa estadístico Minitab 32 Bit Release 10.51 Xtra, Copyright 1995.

### Estudios de propagación:

#### *Propagación por semillas:*

En el mes de febrero de 2000, un ensayo fue establecido en un diseño completo al azar en arreglo factorial 4 x 3, evaluando cuatro tratamientos pregerminativos y tres sustratos. Cada tratamiento contó con tres repeticiones de 26 semillas. Las semillas fueron sembradas en bandejas "Speedling" de 286 cavidades, dispuestas sobre cama caliente entre 20 y 25°C con riego programado (un riego diario de 5 minutos).

Los tratamientos pregerminativos utilizados fueron:

- Maceración en agua por 24 horas.
- Aplicación de ácido giberélico a 1000 ppm (1g/l) por 24 horas.
- Estratificación a 5°C por 2 semanas
- Testigo sin tratamiento

Como sustratos se utilizaron:

- Arena
- Arena- tierra de hojas en proporción 1:1
- Tierra de hojas

### Propagación por estacas:

En el mes de julio de 2000 se establecieron dos ensayos de propagación por estacas. El primer ensayo correspondió a un diseño unifactorial en donde se probaron tres cortes distintos (recto, bisel y cortes laterales) en la base de estacas apicales de 20 cm de longitud, tratadas con hormona comercial (1500 ppm de AIB), y tres repeticiones de 30 estacas cada una, dispuestas al azar dentro del diseño. El segundo ensayo correspondió a un ensayo con arreglo factorial  $2 \times 2 \times 3$ , en donde se evaluaron dos posiciones de extracción de estacas dentro de la ramilla (apical vs. media), dos formulaciones (solución vs. talco) y tres concentraciones de hormona (0, 1000 y 2000 ppm de ácido indol butírico (AIB)). El ensayo contó de 12 tratamientos con tres repeticiones de 20 estacas cada uno, con un total de 720 estacas en el ensayo. Cada tratamiento se dispuso al azar dentro del diseño. Las estacas de 20 cm de longitud, fueron desinfectadas con Captan al 1%. La hormona en solución hidroalcohólica fue aplicada utilizando el método de inmersión rápida de los tres centímetros inferiores de la estaca, por cinco segundos. Para la preparación de hormona en solución se diluyó 1g de cristales de AIB en 500 ml de alcohol para la preparación de hormona a 1000 ppm y 2g de cristales de AIB para la preparación de hormona a 2000 ppm. Luego se agregó 500 ml de agua destilada. La hormona en talco se aplicó utilizando el método del espolvoreado de los tres centímetros basales de las estacas. La preparación se realizó diluyendo 50 mg de cristales de AIB en 20 ml de alcohol al 96%, luego se agregó 50 g de talco inerte lentamente y sin dejar de revolver hasta obtener una pasta uniforme, llevando a estufa a 20°C durante 24 horas hasta evaporar el alcohol.

Ambos ensayos fueron evaluados en febrero de 2001. Los datos obtenidos en cada uno de los ensayos fueron sometidos a una transformación angular utilizando la ecuación  $Y = \arcsen(x)^{0,5}$  para los datos de enraizamiento y transformación  $Y = (x)^{0,5}$  para formación de callo. Los datos transformados fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias con el programa estadístico statgraphics plus.

### Estudios de cultivo:

Plantas de canelo propagadas por semillas fueron establecidas en marzo de 2000 en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca. Las plantas fueron adquiridas a un vivero local, estableciéndose a una distancia de 1 m x 1,5 m sobre y entre hilera, respectivamente. Tutores fueron utilizados durante la primera temporada debido a la presencia de viento fuerte. Las plantas fueron regadas por goteo (1 gotero de 4 l h<sup>-1</sup> por planta), con control manual de malezas.

Un ensayo de poda fue realizado entre septiembre de 2001 y abril de 2002 conduciéndose bajo un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental fue constituida por tres plantas.

Se evaluó el efecto de dos intensidades de luz (normal y reducida en un 18% con malla raschell) y dos niveles de poda (plantas con presencia o ausencia de despunte apical) sobre el número de brotes, altura de la planta, rendimiento de hojas y área foliar en canelo, además de la concentración de principios activos en hojas (terpenos y aceites esenciales).

Adicionalmente, en junio de 2003 se tomaron muestras de hojas y tallos de tres canelos en la misma plantación, los que fueron llevados al Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca para la determinación del contenido de nutrientes dentro del material cosechado.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y test de separación de medias utilizando el programa estadístico spss v11.0.

Durante todo el desarrollo del proyecto, se realizaron observaciones visuales sobre el estado sanitario de las plantas de canelo, tanto en su hábitat natural como en cultivo, tomando muestras de enfermedades e insectos asociados a esta especie, los cuales fueron identificados en los Laboratorios de Entomología y Fitopatología de la Universidad de Talca.

### 3.2.3.2.2 Resultados:

#### *Descripción climática:*

El canelo presenta una amplia distribución dentro de Chile, ocupando diferentes ambientes, por lo que no se puede encasillar en un tipo climático específico.

Según Infor-Conaf (1998), el canelo presenta los mayores crecimientos en altura en Chiloé, asociados a un clima que se caracteriza por precipitaciones entre los 2.000 y 3.000 mm al año, distribuidas uniformemente; con temperaturas medias anuales 11,3°C, una media máxima de 17,8°C y una media mínima de 4,5°C.

Dentro de la VII región, las poblaciones de canelo están expuestas a un clima mediterráneo, con seis meses en que la evaporación supera a las lluvias y otros seis meses en los cuales las lluvias están sobre la evaporación. Esta característica determina que las plantas deban sufrir un período de estrés hídrico durante una etapa del año. Aunque las temperaturas son moderadas, en verano suelen producirse máximas de 34°C con regularidad. Las mínimas tienden a ser bajas desde mayo a agosto, lo cual incide en la presencia de heladas en los meses de junio y julio, preferentemente.

Según Alberti et al. citado por Infor- Conaf (1998) el canelo sería catalogado como una especie con baja resistencia al frío, por lo cual bajas temperaturas prolongadas por varias horas podrían producir muerte de tejidos, principalmente durante la primavera o el verano, momento en que la resistencia al frío de tejidos como las hojas y yemas foliares, bajan de -10°C en pleno invierno a -4°C.

Es usual que las lluvias oscilen entre los 600 y 1.400 milímetros (mm) entre la Cordillera de la Costa y la Precordillera Andina (fig. 3.1; 3.2 y 3.3)

Figura 3.1 Diagrama ombrotermico de Embalse Ancoa

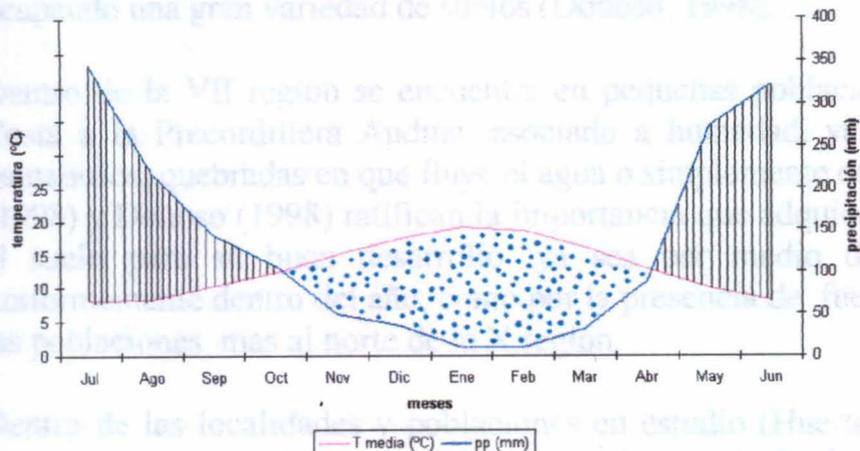


Figura 3.2: Precipitación mensual en tres localidades de la VII Región

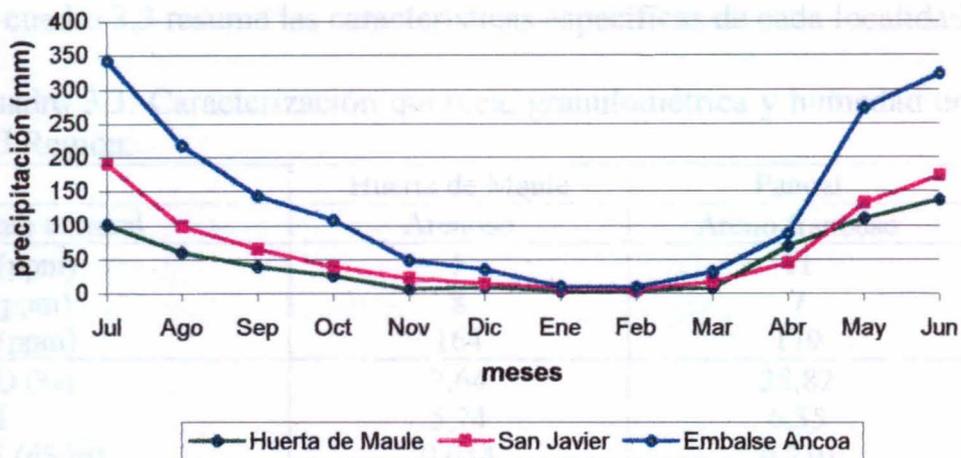
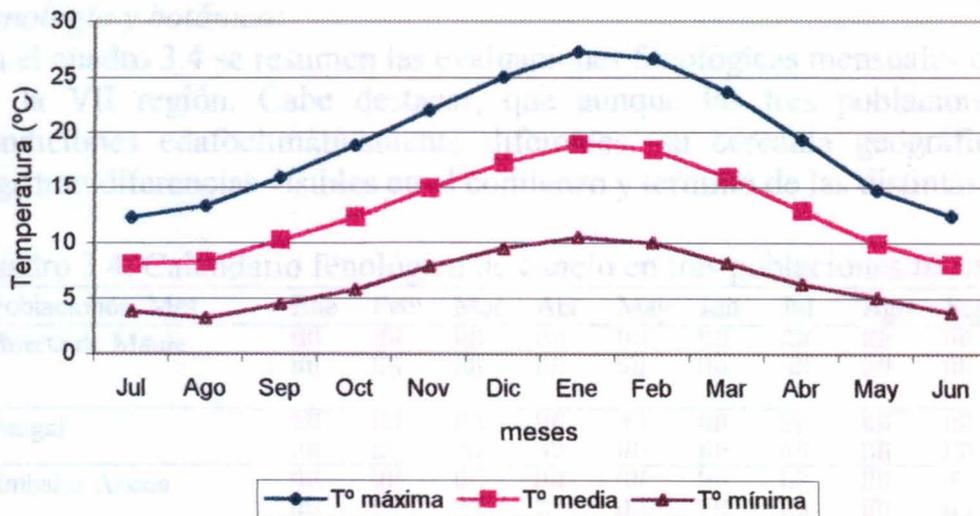


Figura 3.3: Variación térmica en Embalse Ancoa, VII Región



### Descripción edáfica:

El canelo se distribuye entre el Río Limarí y el Cabo de Hornos, en diferentes altitudes y ocupando una gran variedad de suelos (Donoso, 1998).

Dentro de la VII región se encuentra en pequeñas poblaciones desde la Cordillera de la Costa a la Precordillera Andina, asociado a humedad, ya sea a orillas de río, terrenos pantanosos, quebradas en que fluye el agua o simplemente con napa freática alta. Hoffmann (1998) y Donoso (1998) ratifican la importancia que adquiere la presencia de humedad en el suelo para su buen desarrollo, ya sea por medio de precipitaciones distribuidas uniformemente dentro del año, como por la presencia de fuentes de agua, especialmente en las poblaciones mas al norte de la X región.

Dentro de las localidades y poblaciones en estudio (Huerta de Maule, Pangal y Embalse Ancoa) ocupa suelos marginales con bajo nivel de nutrientes y salinidad, pH moderadamente ácido y abundante humedad, datos que se ven ratificados por estudios de caracterización de suelos realizados por Gerding y Thiers (2002).

El cuadro 3.3 resume las características específicas de cada localidad en estudio.

Cuadro 3.3: Caracterización química, granulométrica y humedad en tres localidades de la VII Región.

	Huerta de Maule	Pangal	Embalse Ancoa
Clase textural	Arenoso	Areno francoso	Franco arenoso
N (ppm)	5	11	5
P (ppm)	8	7	2
K (ppm)	164	179	41
MO (%)	7,64	28,82	2,33
PH	5,74	6,35	5,87
CE (dS/m)	0,044	0,710	0,086
CC (%)	11	16	14
PMP (%)	4	7	7

### Fenología y botánica:

En el cuadro 3.4 se resumen las evaluaciones fenológicas mensuales de las tres poblaciones de la VII región. Cabe destacar, que aunque las tres poblaciones se encuentran en condiciones edafoclimáticamente diferentes, su cercanía geográfica es tal que no se registran diferencias visibles en el comienzo y término de las distintas fases fenológicas.

Cuadro 3.4: Calendario fenológico de canelo en tres poblaciones *in situ*

Poblaciones- Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Huerta de Maule	IIII IIII	II II	II IIII									
Pangal	IIII IIII	II II	II IIII									
Embalse Ancoa	IIII IIII	II II	II IIII									

En donde, II= Fructificación; II= Receso vegetativo; II= Floración; II= Crecimiento vegetativo

Durante el mes de abril se pueden diferenciar dos tipos de brotes, aquellos terminados en un ápice vegetativo (agudo), que comienza un activo crecimiento en longitud durante la primavera, y un ápice floral (redondeado) que presenta un crecimiento menos visible que el anterior, etapa en que comenzaría su diferenciación, encontrando durante el mes de julio brotes reproductivos con sus estructuras ya formadas (hojas, yemas y flores). Esta etapa de diferenciación va acompañado al pasar de los meses por un hinchamiento de la yema y cambio de color de verde a rojizo. Los brotes con ápices vegetativos presentan un incremento significativo en el longitud durante la temporada estival, disminuyendo al bajar las temperaturas.

Tanto la producción de flores como de frutos se presenta durante un largo período de tiempo, llegando en este último estado hasta marzo o abril.

Estudios realizados por Donoso y Cabello (1978) afirman que la maduración de los frutos de canelo en la VII región se produce entre marzo y abril, no concordando con las observaciones establecidas durante la ejecución de este proyecto, en donde se pueden encontrar frutos maduros (de color negro-violáceo) a inicios de enero.

La población de Embalse Ancoa registró crecimientos de brotes con un promedio mensual de 1,48 cm de longitud casi tres veces mayores que los obtenidos en Huerta de Maule y Pangal, que presentan un promedio de 0,54 y 0,55 cm de longitud de brote, respectivamente (cuadro 3.5).

La población Huerta de Maule registró crecimientos de brotes que van desde 1,08 cm de longitud en enero a 0,02 cm de longitud en mayo, siendo enero y febrero los meses de mas activo crecimiento en comparación con mayo y julio.

El valor negativo registrado para la población Pangal se debe a la intervención provocada por animales que quebraron brotes marcados para evaluación. El crecimiento del mes de octubre, alcanza diferencias significativas sólo con los meses de marzo y enero, este último con la mayor longitud de brotes evaluado (1,96 cm).

Embalse Ancoa muestra los menores crecimientos en los meses de junio y julio, este último con valor negativo (-0,08 cm). Bajas temperaturas y presencia de heladas son responsables del casi nulo crecimiento e incluso muerte de ápices, lo que concuerda con Alberti et al. citado por Infor-Conaf (1998) que define al canelo como una especie de baja resistencia a las heladas. El mes de enero muestra el mas activo crecimiento de brotes con 5,86 cm de longitud, no presentando diferencias significativas con los meses de diciembre y febrero, con valores de 3,39 y 3,71 cm de longitud de brotes, respectivamente.

En promedio, para las tres poblaciones naturales, el crecimiento mensual de brotes fluctuó entre 0,08 y 2,84 cm de longitud, presentando el mes de enero un incremento significativo en la longitud de brotes comparado con el resto de los meses. Además en diciembre y febrero los brotes crecen mas comparado con el período entre abril- julio y septiembre.

La mayor relación masa de hojas: masa total del brote se presentó en la población de Embalse Ancoa, en donde un 74% de la masa fresca total corresponde a hojas comparado

con Pangal con sólo un 71%. Huerta de Maule no presentó diferencias significativas con las demás poblaciones.

Sólo Pangal presentó diferencias mensuales en la relación masa de hojas- masa total del brote, con un valor máximo de 79%, sólo mayor a los meses de mayo y junio, con 63 y 64%, respectivamente.

La relación masa de hojas: masa de brote total en base a materia fresca, en promedio no presentó diferencias significativas durante el año, en donde entre el 68 a 80% de la masa total del brote son hojas.

Cuadro 3.5: Crecimiento de brotes y relación masa de hojas: masa total de ramillas en base a materia fresca por mes en tres poblaciones de canelo en la VII región

	Crecimiento de brotes (cm)				Relación masa de hojas: brote total (MF)			
	H. de Maule	Pangal	E. Ancoa	Media	H. de Maule	Pangal	E. Ancoa	Media
Ene	1,08 a	1,96 a	5,86 a	2,84 a	0,78 a	0,75 ab	0,74 a	0,76 a
Feb	1,07 a	0,50 abc	3,71 ab	1,67 b	0,73 a	0,79 a	0,75 a	0,75 a
Mar	0,63 ab	1,66 ab	1,13 bc	1,14 bc	0,73 a	0,70 abc	0,80 a	0,74 a
Abr	0,49 ab	0,22 bc	0,68 bc	0,45 c	0,74 a	0,73 abc	0,75 a	0,74 a
May	0,02 b	0,34 abc	0,48 bc	0,27 c	0,75 a	0,63 c	0,75 a	0,71 a
Jun	0,36 ab	0,56 abc	0,20 c	0,37 c	0,72 a	0,64 c	0,74 a	0,70 a
Jul	0,12 b	0,20 bc	-0,08 c	0,08 c	0,70 a	0,73 abc	0,68 a	0,70 a
Ago	0,49 ab	0,11 bc	1,29 bc	0,62 bc	0,71 a	0,73 abc	0,74 a	0,72 a
Sep	0,48 ab	0,27 bc	0,29 bc	0,36 c	0,72 a	0,76 ab	0,74 a	0,74 a
Oct	0,47 ab	-0,16 c	2,13 bc	0,79 bc	0,71 a	0,73 abc	0,75 a	0,73 a
Nov	0,82 ab	0,34 abc	0,89 bc	0,69 bc	0,71 a	0,71 abc	0,76 a	0,73 a
Dic	0,76 ab	1,16 abc	3,39 abc	1,70 b	0,69 a	0,67 bc	0,71 a	0,69 a
Media	0,54 B	0,55 B	1,48 A		0,72 AB	0,71 B	0,74 A	

Valores seguidos por la misma letra, minúscula en columnas y mayúscula en filas, no presentan diferencias significativas según test Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ .

En términos generales las poblaciones de Huerta de Maule y Pangal registraron el mayor número de hojas por brote con 18,7 y 20,8 hojas, respectivamente. Embalse Ancoa alcanzó un número menor con 15,4 hojas por brote como promedio mensual. No se encontraron variaciones mensuales de esta variable en las tres poblaciones evaluadas. Aún así, al obtener el promedio de las tres poblaciones, el mes de noviembre presentó el mayor número de hojas con 20,8, mientras el valor mas bajo se encontró en octubre con 15,2 (cuadro 3.6).

La población Embalse Ancoa mostró la mayor área foliar con  $43,27 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$ , seguido por Huerta de Maule ( $35,32 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$ ) y Pangal ( $30,51 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$ ), siendo diferentes todos entre sí.

Huerta de Maule registró tamaños de hojas entre  $45,48 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$  y  $25,81 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$  en el mes de noviembre y agosto, respectivamente.

Pangal presentó la mayor área foliar en febrero con  $37,25 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$ , valor similar al encontrado entre los meses de marzo a agosto y noviembre a enero.

Embalse Ancoa alcanzó la mayor área foliar en abril con  $49,92 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$ , siendo sólo diferente al mes de julio con  $34,43 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$ .

En promedio, noviembre registró las mayores áreas foliares por hoja con  $42,63 \text{ cm}^2 \text{ hoja}^{-1}$ , presentando diferencias significativas sólo con los meses de marzo y junio a octubre.

Cuadro 3.6: Número de hojas por brote y área foliar por (promedio mensual) en tres poblaciones de canelo en la VII región

	Número de hojas por brote				Área foliar ( $\text{cm}^2/\text{hoja}$ )			
	H. Maule	Pangal	E. Ancoa	Media	H. Maule	Pangal	E. Ancoa	Media
Ene	18,5 a	23,7 a	14,1 a	18,8 ab	42,14 ab	34,24 ab	47,88 ab	41,42 ab
Feb	16,6 a	16,2 a	17,9 a	16,9 ab	40,69 ab	37,25 a	40,19 ab	40,69 ab
Mar	18,6 a	24,1 a	13,5 a	18,7 ab	30,86 ab	29,25 abc	38,56 ab	32,89 bc
Abr	19,2 a	15,2 a	15,1 a	16,5 ab	34,11 ab	33,34 ab	49,92 a	39,12 abc
May	18,4 a	22,7 a	15,5 a	18,9 ab	36,79 ab	29,77 abc	41,07 ab	35,88 abc
Jun	17,6 a	20,8 a	13,3 a	17,2 ab	27,02 ab	30,50 abc	47,01 ab	34,84 abc
Jul	18,3 a	25,5 a	14,4 a	19,4 ab	28,68 ab	32,72 ab	34,43 b	31,94 c
Ago	19,9 a	22,2 a	16,3 a	19,1 ab	25,81 b	30,31 abc	42,96 ab	33,03 bc
Sep	17,7 a	19,9 a	15,4 a	17,7 ab	32,67 ab	24,81 bc	42,41 ab	33,63 bc
Oct	15,4 a	17,6 a	12,5 a	15,2 b	39,46 ab	19,86 c	41,90 ab	33,74 bc
Nov	21,6 a	23,9 a	16,8 a	20,8 a	45,48 a	34,24 ab	48,18 ab	42,63 a
Dic	19,4 a	19,9 a	15,6 a	18,3 ab	39,55 ab	31,65 ab	46,04 ab	39,08 abc
Media	18,7 A	20,8 A	15,4 B		35,32 B	30,51 C	43,27 A	

Valores seguidos por la misma letra, minúscula en columnas y mayúscula en filas, no presentan diferencias significativas según test Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ .

Las poblaciones Huerta de Maule y Embalse Ancoa no presentaron diferencias significativas en el rendimiento de hojas, tanto fresco como seco, ni existió una variación mensual en cada una de ellas. Embalse Ancoa mostró diferencias en rendimiento, tanto fresco ( $19,6 \text{ g brote}^{-1}$ ) como seco ( $10,6 \text{ g brote}^{-1}$ ), con las demás poblaciones y entre los meses del año, siendo el mes de septiembre el de mayor rendimiento (cuadro 3.7).

Al analizar el promedio de las tres poblaciones noviembre es el mes de mayor rendimiento de hojas por brote con  $13 \text{ g MF brote}^{-1}$ , ya que las poblaciones evaluadas alcanzan un mayor número y tamaño de hojas durante este mes. Octubre presentó el menor rendimiento de hojas por brote con  $9,3 \text{ g MF brote}^{-1}$ , no encontrando diferencias significativas con los demás meses evaluados, salvo noviembre.

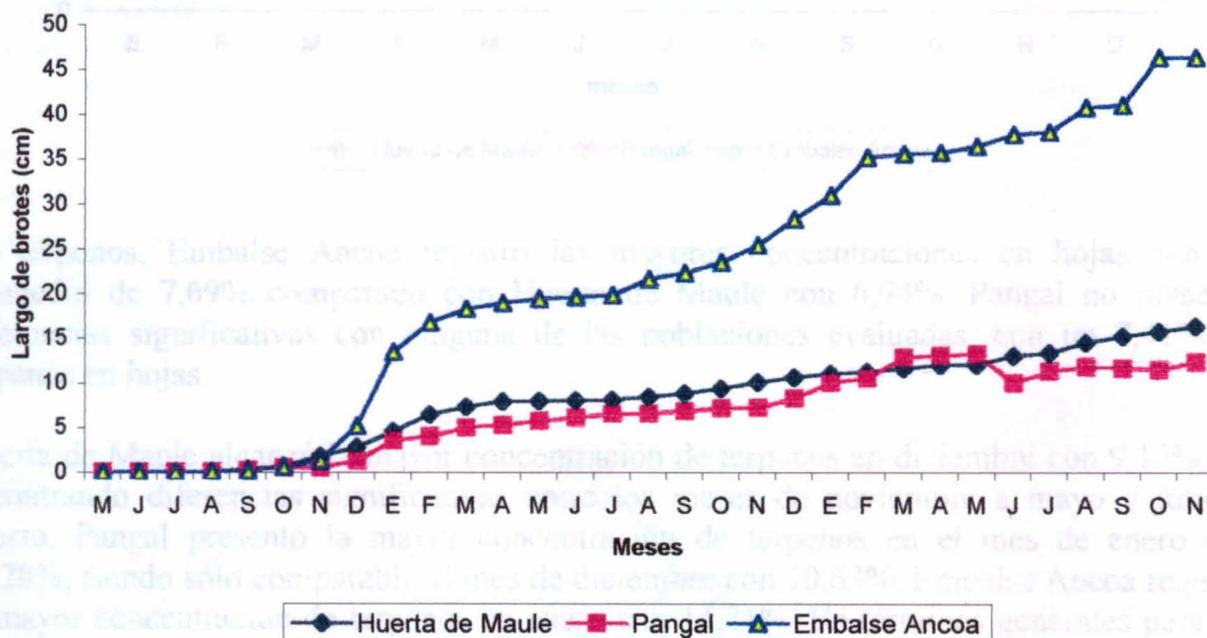
Cuadro 3.7: Rendimiento mensual de hojas por brote en tres poblaciones de canelo en la VII región

	Rendimiento de hojas (grMF brote <sup>-1</sup> )				Rendimiento de hojas (grMS brote <sup>-1</sup> )			
	H. de Maule	Pangal	E. Ancoa	Media	H. de Maule	Pangal	E. Ancoa	Media
Ene	17,1 a	17,8 a	12,7 b	15,9 ab	10,8 a	11,3 a	8,0 b	10,1 ab
Feb	14,2 a	13,7 a	19,5 ab	15,8 ab	9,0 a	8,7 a	12,3 ab	10,0 ab
Mar	16,7 a	17,8 a	19,8 ab	18,1 ab	10,6 a	11,3 a	12,5 ab	11,5 ab
Abr	18,2 a	11,7 a	20,6 ab	16,8 ab	11,5 a	7,4 a	13,1 ab	10,7 ab
May	16,1 a	19,1 a	22,1 ab	19,1 ab	10,2 a	12,1 a	14,0 ab	12,1 ab
Jun	15,3 a	16,2 a	16,7 ab	16,1 ab	9,7 a	10,3 a	10,6 ab	10,2 ab
Jul	16,9 a	18,3 a	15,9 ab	17,0 ab	10,7 a	11,6 a	10,1 ab	10,8 ab
Ago	15,8 a	18,5 a	21,8 ab	18,7 ab	10,0 a	11,7 a	13,8 ab	11,8 ab
Sep	15,8 a	16,4 a	25,4 a	19,2 ab	10,0 a	10,4 a	16,1 a	12,2 ab
Oct	15,3 a	13,2 a	15,3 ab	14,6 b	9,7 a	8,4 a	9,7 ab	9,3 b
Nov	21,1 a	19,1 a	21,5 ab	20,6 a	13,4 a	12,1 a	13,6 ab	13,0 a
Dic	18,0 a	12,6 a	20,9 ab	17,2 ab	11,4 a	8,0 a	13,2 ab	10,9 ab
Media	16,7 B	16,1 B	19,6 A		10,6 B	10,2 B	12,4 A	

Valores seguidos por la misma letra, minúscula en columnas y mayúscula en filas, no presentan diferencias significativas según test Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ .

El crecimiento acumulado en dos años y medio de medición nos muestra que la población Embalse Ancoa alcanzó un largo de brotes al final del período 2,5 veces mayor al presentado por Pangal y Huerta de Maule. Este resultado es producto de una mayor tasa de crecimiento durante todo el período de activo crecimiento en comparación con las demás poblaciones evaluadas.

Figura 3.4: Crecimiento acumulado de brotes durante 2,5 años de evaluación en tres poblaciones naturales de canelo en la VII región



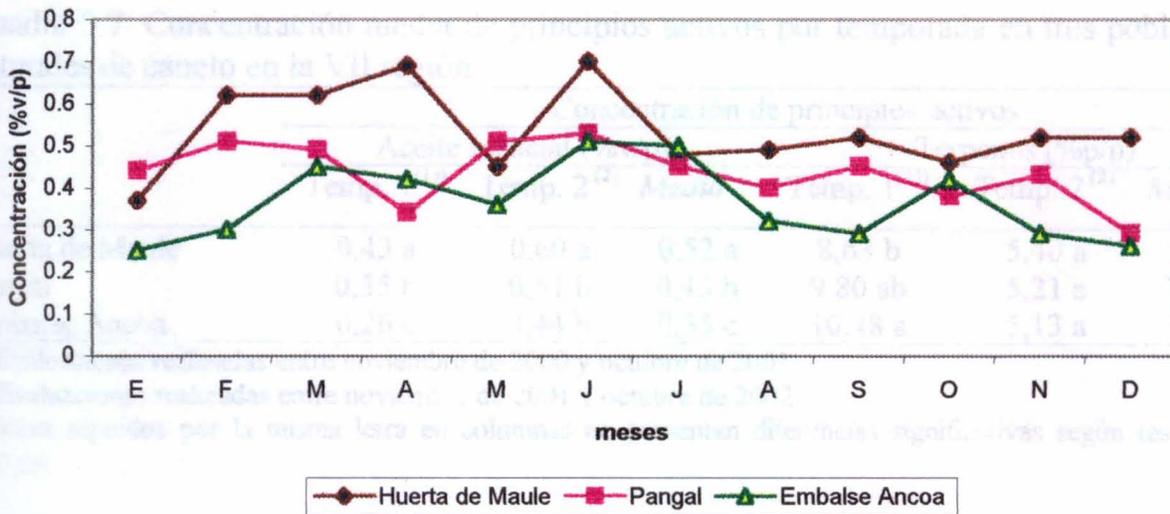
*Fluctuación anual de principios activos:*

Huerta de Maule presentó las mayores concentraciones de aceite esencial con un promedio de 0,52% en hojas, seguido por Pangal y Embalse Ancoa con 0,43% y 0,35%, respectivamente, todos estadísticamente diferentes entre si.

Sólo Embalse Ancoa registró diferencias significativas en la concentración de aceite esencial por mes, en donde las mayores concentraciones se encontraron durante los meses de marzo a julio y octubre, con valores entre 0,36% y 0,51%. Los meses estivales presentan un menor contenido de aceite esencial en sus hojas lo que puede ser explicado por la fácil volatilización de sus compuestos con las altas temperaturas.

En la figura 3.5 se muestra la fluctuación de la concentración de aceite esencial en hojas de canelo para las poblaciones de la VII región.

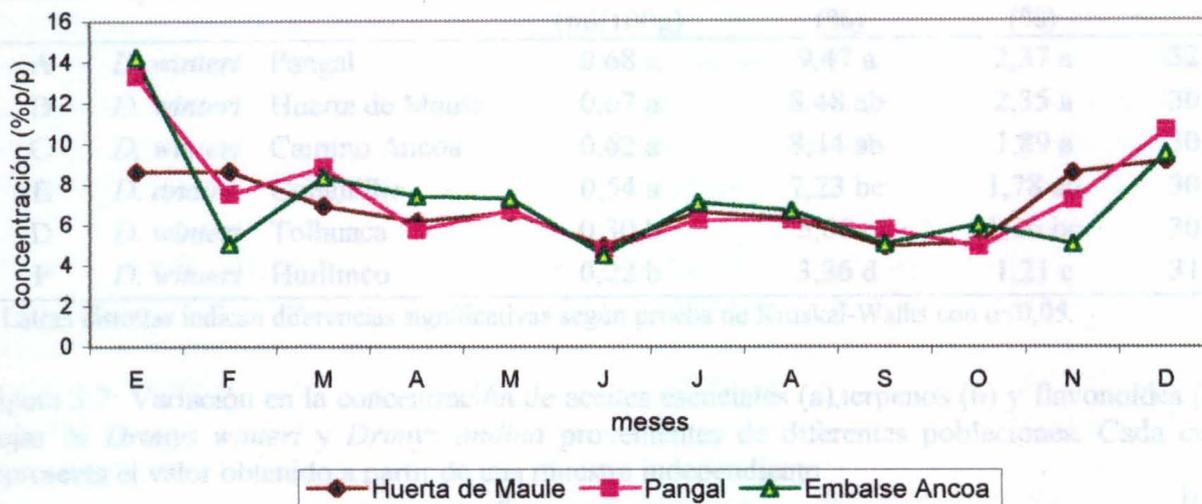
Cuadro x.x: Fluctuación anual de aceite esencial en tres poblaciones de canelo en la VII región



En terpenos, Embalse Ancoa registró las mayores concentraciones en hojas con un promedio de 7,69% comparado con Huerta de Maule con 6,94%. Pangal no presentó diferencias significativas con ninguna de las poblaciones evaluadas, con un 7,41% de terpenos en hojas.

Huerta de Maule alcanzó la mayor concentración de terpenos en diciembre con 9,13%, no encontrando diferencias significativas entre los meses de noviembre a mayo y julio a agosto. Pangal presentó la mayor concentración de terpenos en el mes de enero con 13,28%, siendo sólo comparable al mes de diciembre con 10,63%. Embalse Ancoa registró la mayor concentración de terpenos en enero con 14,21%. En términos generales para las tres poblaciones el mes de enero es el que presenta la mayor concentración de terpenos en hojas con 12,03%.

Figura 3.6: Fluctuación anual de terpenos en tres poblaciones de canelo en la VII región



Cuadro 3.7: Concentración media de principios activos por temporada en tres poblaciones naturales de canelo en la VII región.

	Concentración de principios activos					
	Aceite esencial (%v/p)			Terpenos (%p/p)		
	Temp. 1 <sup>(1)</sup>	Temp. 2 <sup>(2)</sup>	Media	Temp. 1 <sup>(1)</sup>	Temp. 2 <sup>(2)</sup>	Media
Huerta de Maule	0,43 a	0,60 a	0,52 a	8,63 b	5,40 a	6,94 b
Pangal	0,35 b	0,51 b	0,43 b	9,80 ab	5,21 a	7,41 ab
Embalse Ancoa	0,26 c	0,44 b	0,35 c	10,48 a	5,13 a	7,69 a

<sup>(1)</sup> Evaluaciones realizadas entre noviembre de 2000 y octubre de 2001

<sup>(2)</sup> Evaluaciones realizadas entre noviembre de 2001 y octubre de 2002

Valores seguidos por la misma letra en columnas no presentan diferencias significativas según test Tukey,  $\alpha \leq 0,05$ .

#### Variación de Compuestos Químicos en hojas de poblaciones de *Drimys* en Chile:

La cantidad de aceites esenciales, terpenos y flavonoides es distinta para las poblaciones de *Drimys* estudiadas. El contenido promedio de aceites esenciales por población varió entre 0,22 y 0,68%v/p para las poblaciones de Huillinco y Huerta de Maule, respectivamente (cuadro 3.8).

Las poblaciones de Huillinco y Pangal presentaron los valores extremos en terpenos con un 3,36 y 9,47% y flavonoides con un 1,21 y 2,37%, respectivamente.

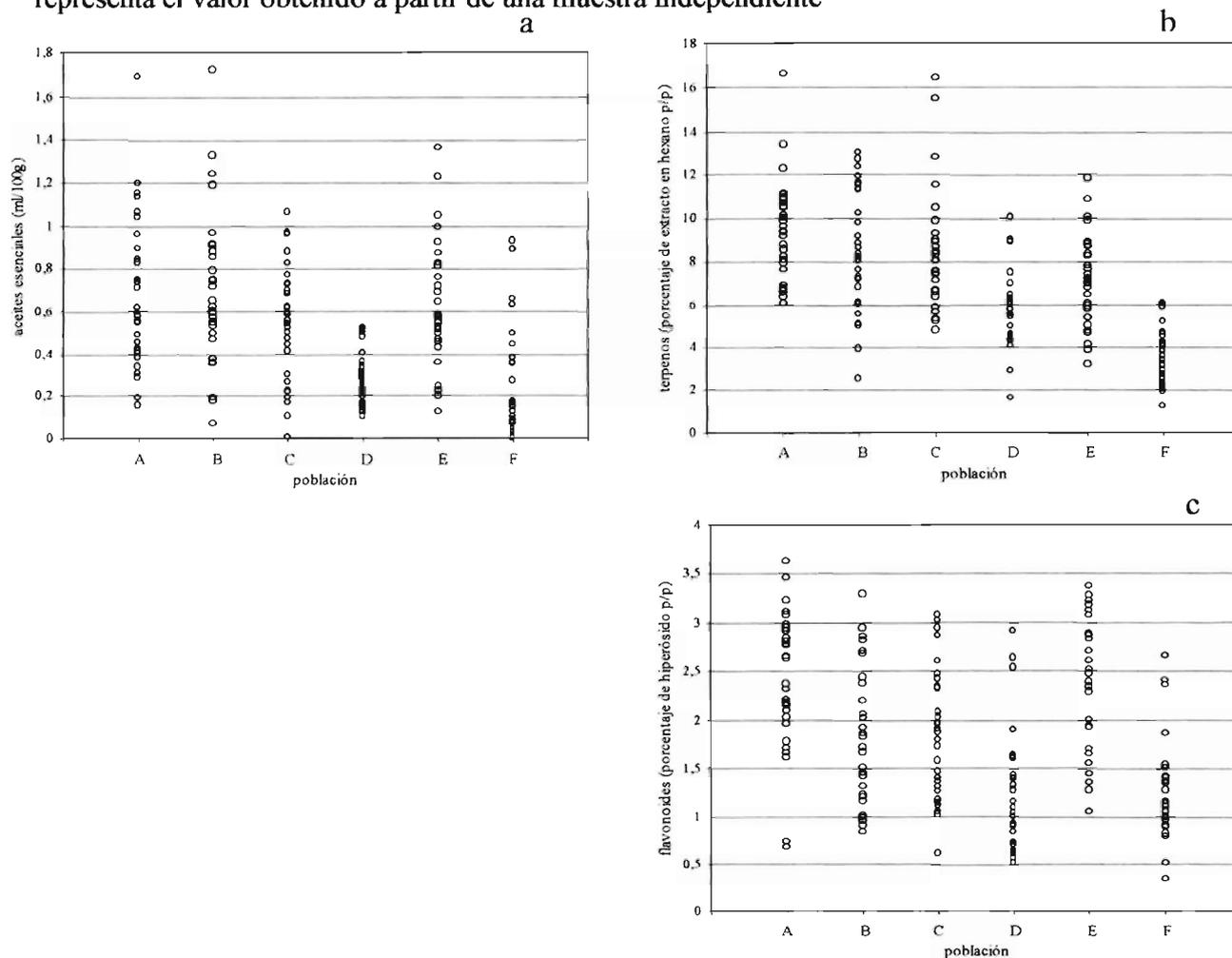
El contenido promedio de aceites esenciales fue tres veces mayor entre las poblaciones con mayor y menor cantidad, situación que se repite con magnitudes de casi tres y dos veces para el caso de los terpenos y flavonoides, respectivamente. Sin embargo, la variación intrapoblacional es también muy importante (Fig. 3.7) pudiendo explicarse por la variabilidad genética entre los individuos de la población natural y por imprecisiones inherentes a la metodología (Muñoz, 2003).

Cuadro 3.8: Concentración promedio de aceite esencial, terpenos y flavonoides en hojas de poblaciones de *Drimys spp.*

población	especie	localidad	aceites esenciales (ml/100g)	terpenos (%)	flavonoides (%)	N
A	<i>D. winteri</i>	Pangal	0,68 a	9,47 a	2,37 a	32
B	<i>D. winteri</i>	Huerta de Maule	0,67 a	8,48 ab	2,35 a	30
C	<i>D. winteri</i>	Camino Ancoa	0,62 a	8,44 ab	1,89 a	30
E	<i>D. andina</i>	Conguillío	0,54 a	7,23 bc	1,78 ab	30
D	<i>D. winteri</i>	Tolhuaca	0,30 b	5,66 c	1,26 bc	30
F	<i>D. winteri</i>	Huillinco	0,22 b	3,36 d	1,21 c	31

\* Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Kruskal-Wallis con  $\alpha < 0,05$ .

Figura 3.7: Variación en la concentración de aceites esenciales (a), terpenos (b) y flavonoides (c) en hojas de *Drimys winteri* y *Drimys andina* provenientes de diferentes poblaciones. Cada círculo representa el valor obtenido a partir de una muestra independiente



El contenido de aceites esenciales en *Drimys winteri* es notablemente bajo en las poblaciones de Tolhuaca y Huillinco que corresponden a las más australes entre las poblaciones estudiadas, por lo que puede haber un efecto ambiente sobre el contenido de aceites esenciales. En las hojas de la población de Conguillío, correspondiente a *Drimys andina*, se observó en terreno un aroma más intenso comparado con las hojas de la

población de Tolhuaca, lo que podría asociarse a un mayor contenido de aceites esenciales en *Drimys andina* respecto de la población mas cercana de *Drimys winteri*, en Tolhuaca.

Es destacable que dos muestras de *Drimys winteri* presentaran una alta concentración de aceite esencial (sobre 1,6%v/p), lo que indicaría una buena posibilidad para el aumento de los rendimientos de aceites esenciales en *Drimys spp.*, ya sea por medio de mejoramiento genético, como optimizando las técnicas de extracción y desarrollando técnicas de cultivo. Canelo podría utilizarse en el futuro como fuente de nuevos productos aromáticos.

El contenido de terpenos parece tener relación con la latitud, puesto que hacia el sur su concentración fue menor. Al realizar los análisis químicos en laboratorio se observó que el extracto de la población de Huillinco era de color notoriamente mas claro debido no solo a la menor cantidad, sino a una composición química diferente. Dentro de este grupo de compuestos, en *Drimys spp* se han encontrado sustancias de interés por su actividad antimicrobiana, antinociceptiva, antiinflamatoria, antialérgica y repelente de insectos, como poligodial y drimianial (Asakawa *et al.*, 1988; El Sayah *et al.*, 1998; Malheiros *et al.*, 2001; Tratsk *et al.*, 1997). Dada la importancia de los terpenos, las poblaciones de la VII región son interesantes por sus altos niveles respecto a las poblaciones mas australes.

Los flavonoides también muestran una menor cantidad en las poblaciones del sur. La especie *Drimys andina* presenta, para todos los compuestos estudiados, valores dentro de los rangos obtenidos en *Drimys winteri*. Sin embargo, al comparar las dos poblaciones de la IX región, una de *Drimys winteri* y una de *Drimys andina*, se advierten diferencias estadísticas en el contenido de aceites esenciales y flavonoides, las que considerando su cercanía geográfica, pueden atribuirse a diferencias genéticas por representar especies distintas.

Se confirmó la presencia de poligodial en hojas de *Drimys winteri* de Chile mediante TLC (Fig. 3.8) y se ratificó con HPLC. Los promedios por población se mueven en un rango entre los 11,6 y 2.759,3 mg/100g de hoja seca para las poblaciones de Huillinco y Pangal, respectivamente. Drimenol en hojas presentó concentraciones menores con promedios por población que van desde 3,1 a 33,8 mg/100g para las poblaciones de Conguillío y Tolhuaca, respectivamente.

Figura 3.8: Cromatografía en capa fina de muestras de hojas de *Drimys spp.* y estándar de poligodial (s). Las flechas indican el nivel de avance del frente de poligodial

A C E F S B



En la población de Pangal se encontró en corteza un contenido promedio de poligodial de 5.383,7 mg/100g, mientras que drimenol arrojó un promedio de 583,7 mg/100g.

Cuadro 3.9: Concentración promedio de poligodial y drimenol en hojas y corteza de *Drimys winteri*, población de Pangal (A).

Tejido	Poligodial (mg/100g)	Drimenol (mg/100g)	N
hojas	2.759,3 a	6,2 b	19
corteza	5.383,7 a	583,7 a	6

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Mann-Whitney con  $\alpha < 0,01$ .

El contenido de poligodial en hojas coincide con la experiencia sensorial de pungencia al morder las hojas.

Llama la atención la magnitud de la diferencia en el contenido promedio de poligodial entre la población que presentó la mayor concentración (Pangal) y la que tuvo menos (Huillinco), esto es, más de 200 veces, contra una diferencia de sólo 10 veces en el caso de drimenol entre las poblaciones Tolhuaca y Conguillío.

En términos generales, las poblaciones de *Drimys winteri* de la VII región poseen los mas altos contenidos de poligodial, seguidas de la población de la IX región y finalmente Chiloé. Esto podría indicar cierta relación entre latitud de la población y el contenido de poligodial, asociación que no es clara en el caso de drimenol.

Cuadro 3.10: Concentración promedio de Poligodial y Drimenol en hojas de poblaciones de *Drimys spp.*

población	especie	localidad	poligodial (mg/100g)	drimenol (mg/100g)	N
A	<i>D. winteri</i>	Pangal	2.759,3 a	6,2 bc	19
B	<i>D. winteri</i>	Huerta de Maule	860,1 ab	10,9 ab	18
C	<i>D. winteri</i>	Embalse Ancoa	1.858,1 ab	9,5 ab	19
D	<i>D. winteri</i>	Tolhuaca	434,7 bc	33,8 a	20
E	<i>D. andina</i>	Conguillío	59,4 cd	3,1 c	19
F	<i>D. winteri</i>	Huillinco	11,6 d	3,3 c	19

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Kruskal-Wallis con  $\alpha < 0,05$ .

Como puede apreciarse en las figuras 3.9, las plantas de la misma población presentan patrones similares en sus cromatogramas, y patrones distintos a los de plantas de otras poblaciones. Esto afirmaría que cada población de *Drimys spp.* tiene diferencias claras en su naturaleza química.

Los contenidos de poligodial en hojas y corteza tienen rangos que se traslapan en forma importante. El contenido de drimenol fue mucho menor en hojas que en corteza (fig. 3.10).

Cuadro 3.9: Cromatografías (GC) de tres muestras de hojas de plantas distintas para cada una de las seis poblaciones de *Drimys spp.* estudiadas. Las flechas indican los picos correspondientes a poligodial

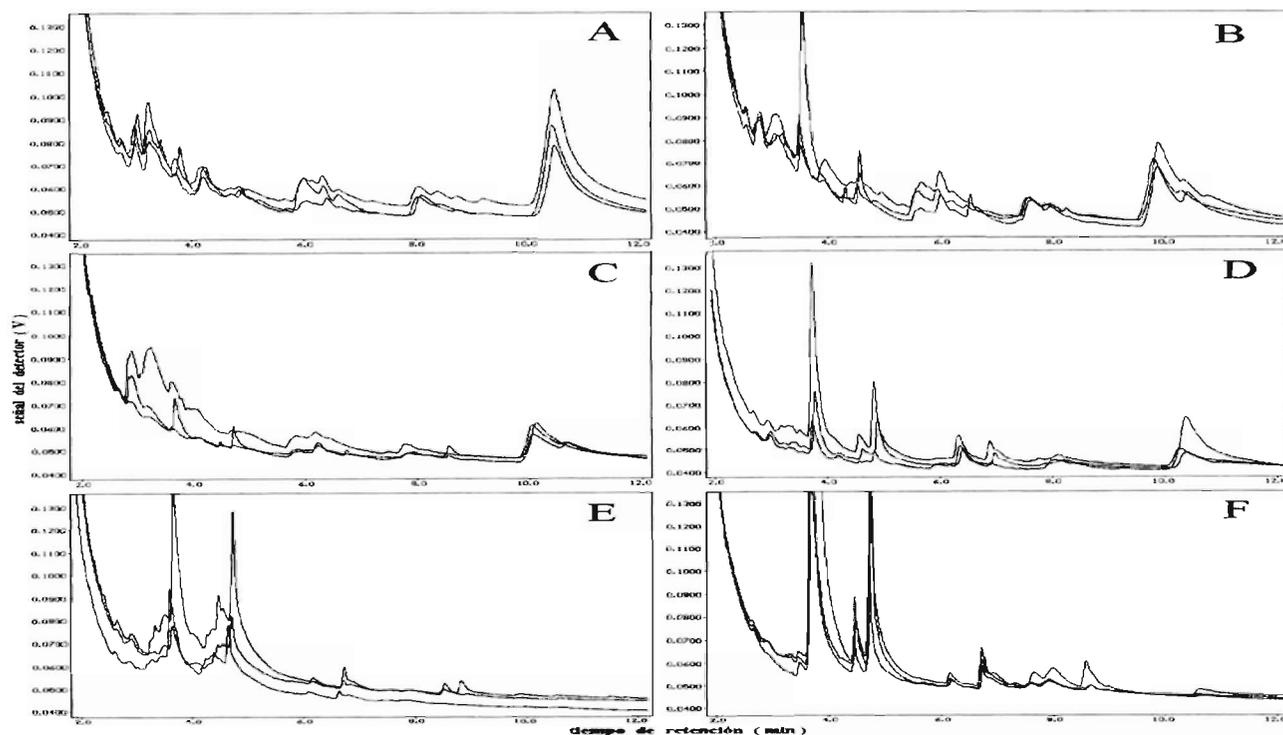
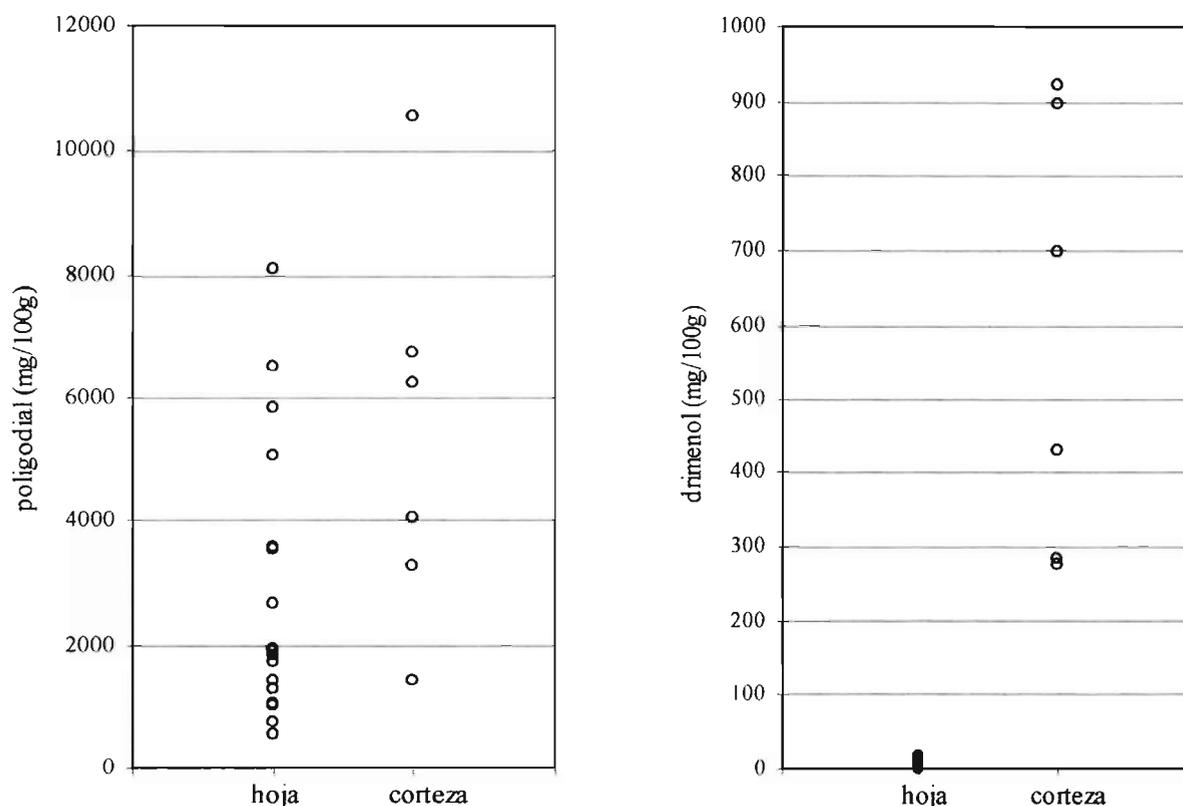


Figura 3.10: Variación en el porcentajes de poligodial y drimenol en hojas y corteza de *Drimys winteri*, población de Pangal. Cada círculo representa el valor obtenido a partir de una muestra independiente.



### Estudios de propagación:

#### *Propagación por semillas:*

A pesar de que Willan (1991) señala que el sustrato es un factor de mucha importancia en ensayos de germinación permitiendo una adecuada disponibilidad de agua y oxígeno a la semilla, este factor no incidió en el proceso de germinación.

La germinación del canelo tuvo su inicio cuatro meses después de la siembra.

Al mes de iniciado el proceso de germinación se produjo una marcada diferencia entre los tratamientos pregerminativos. La aplicación de ácido giberélico en dosis de 1000 ppm presentó un porcentaje de germinación significativamente mayor a los demás tratamientos, con un 21%. Sin embargo, un mes mas tarde, no existió una diferencia significativa entre ellos, alcanzando valores entre un 48% y 60%. Al tercer mes de evaluación, la estratificación mostró un mayor porcentaje de germinación (67%) comparado con los tratamientos de maceración en agua (57%) y aplicación de ácido giberélico (59%), siendo similar al testigo (64%), aún cuando este último es estadísticamente igual que maceración en agua y aplicación de ácido giberélico.

Donoso *et al.* (1995), citado por Donoso y Lara (1999) informan que semillas colectadas de poblaciones de la VII región requieren 90 días de estratificación para obtener una

germinación alta, sin definir el número de días que se demora en obtener el porcentaje de germinación constante. En tanto, Fernández (1985) indica que las procedencias mas al norte requieren un mayor período de estratificación, lo que contrasta con lo obtenido por Donoso *et. al.* (1985), citado por Donoso y Lara (1999).

Infor-Conaf (1998) asegura que el tratamiento de las semillas con ácido giberélico permite acortar en 40 días el período necesario para obtener germinación, lo que concordaría con los resultados de este ensayo, en donde cuatro semanas antes la capacidad germinativa alcanzó valores cercanos a los obtenidos al final del período de evaluación.

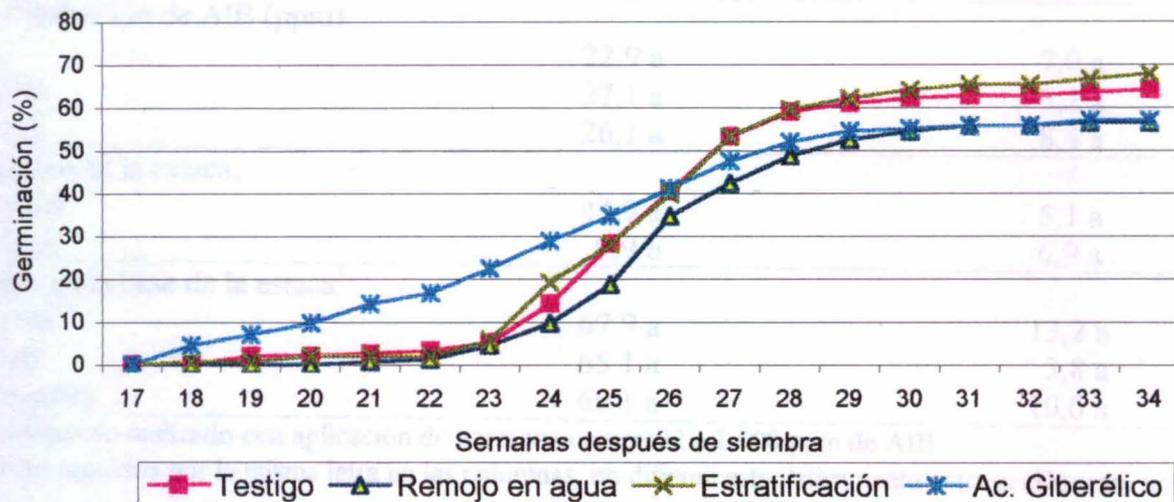
Los resultados apuntan a la posibilidad que el canelo presente una latencia interna debido a la presencia de un embrión inmaduro. Dichos resultados concuerdan con investigaciones realizadas anteriormente por Garrido (1981).

Cuadro 3.11: Efecto de los tratamientos pregerminativos y sustrato sobre la capacidad germinativa entre etapas del proceso de germinación en canelo.

Semanas después de siembra	Capacidad germinativa (%)		
	Semana 23	Semana 28	Semana 32
<i>Tratamiento:</i>			
Maceración en agua por 24 h	4 b	48 a	57 b
Estratificación por 2 semanas	7 b	60 a	67 a
Ácido giberélico al 1% por 24 h	21 a	53 a	59 b
Testigo	3 b	58 a	64 ab
<i>Sustrato:</i>			
Arena	8 a	59 a	65 a
Arena- tierra 1:1	6 a	54 a	63 a
Tierra	8 a	52 a	58 a

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Duncan,  $\alpha \leq 0,05$ ).

Figura 3.11: Efecto de los tratamientos pregerminativos sobre la germinación media acumulada en canelo



### *Propagación por estacas:*

Los factores formulación (solución o talco) y concentración de hormona (0, 1000 y 2000 ppm de AIB) no presentaron diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento, alcanzando valores que van desde un 22,9 a un 27,1% (cuadro 3.12). Al probar tres diferentes cortes en la base de la estaca no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento, alcanzando valores que van desde un 65,1% con corte bisel al 67,9% utilizando corte recto.

El factor posición de extracción de la estaca dentro de la ramilla resultó tener una mayor incidencia en el porcentaje de enraizamiento que los factores anteriormente mencionados. Estacas apicales presentan un porcentaje de enraizamiento significativamente mayor que aquellas estacas tomadas de la parte media de la ramilla, con un 44,9% y un 9,9%, respectivamente, lo que concuerda con Fernández (1985) quien señala que para propagaciones invernales las estacas extraídas de la parte apical de la ramilla presentan un mayor porcentaje de enraizamiento que estacas extraídas de la parte media.

Sheat (1980) citado por Loewe, (1987) indica que al propagar por estacas durante el mes de mayo se obtiene un porcentaje de enraizamiento del 60% evaluado 18 meses después de su establecimiento. Porcentajes similares fueron obtenidos en el ensayo de cortes en la base de estacas apicales con aplicación de hormona comercial (1.500 ppm de AIB) en sólo siete meses desde el establecimiento del ensayo.

La formación de callo no presentó diferencias significativas en ninguno de los factores evaluados, presentando un rango que va desde 3,2% a 13,2%.

Cuadro 3.12: Efecto de la formulación y concentración de hormona AIB, posición de extracción y cortes en la base de la estaca, sobre el porcentaje de enraizamiento y formación de callo en estacas de canelo.

	Enraizamiento (%)	Callo (%)
Formulación:		
Solución	23,7 a	5,0 a
Talco	27,0 a	7,1 a
Concentración de AIB (ppm):		
0	22,9 a	7,0 a
1000	27,1 a	3,2 a
2000	26,1 a	8,4 a
Posición de la estaca:		
Apical	44,9 a	5,1 a
Media	9,9 b	6,9 a
Corte en la base de la estaca <sup>1</sup> :		
Recto	67,9 a	13,2 a
Bisel	65,1 a	3,8 a
Laterales	66,1 a	10,0 a

<sup>1</sup>Experimento realizado con aplicación de hormona comercial a 1.500 ppm de AIB

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Duncan,  $\alpha \leq 0,05$ ).

Estudios de cultivo:*Poda x luz:*

La concentración de principios activos no se ve afectada ni por el nivel de luminosidad ni por el factor poda, tanto en hojas como en corteza. La concentración de aceite esencial en muestras de hojas provenientes de plantas expuestas a una intensidad reducida de luz (0,70%) no presentaron diferencias significativas con aquellas muestras extraídas de plantas expuestas a intensidades normales de luz (0,50%). Igual efecto presentó la concentración de aceite esencial en corteza con valores de 2,02 y 1,66% para intensidades de luz normal y reducida, respectivamente. La concentración de terpenos en hojas tampoco presentó diferencias significativas entre plantas expuestas a luminosidad normal y reducida, con un 8,7 y 8,5%, respectivamente. Para corteza los valores fueron de 12,7 y 9,36%, en plantas expuestas a luz normal y reducida, respectivamente.

El factor poda no registró diferencias significativas en la concentración de principios activos. La concentración de aceite esencial y terpenos entre plantas despuntadas en octubre de 2001 y las no despuntadas varían entre 0,61-0,60% y 8,16-9,29% en hojas y un 1,61-2,04% y 10,52-11,49% en corteza.

Cuadro 3.13: Efecto de dos niveles de luz y dos niveles de poda sobre la concentración de principios activos en hojas y corteza en canelo

	Aceite esencial (%v/p)		Terpenos (%p/p)	
	Hojas	Corteza	Hojas	Corteza
<i>Intensidad de luz:</i>				
Normal	0,50 a	2,02 a	8,95 a	12,07 a
Reducida en 18%	0,70 a	1,66 a	8,50 a	9,36 a
<i>Poda:</i>				
con despunte	0,61 a	2,04 a	9,29 a	11,49 a
sin despunte	0,60 a	1,61 a	8,16 a	10,52 a

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Duncan,  $\alpha \leq 0,05$ ).

El largo de brotes no presentó diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas, con valores que van desde 16,6 a 19,0 cm (cuadro 3.14).

La capacidad de rebrote tampoco registró diferencias significativas. Para todos los tratamientos (luz o poda) la capacidad de rebrote fluctúa entre los 0,8 y 1,0 rebrote por planta, medidos desde octubre de 2001 a marzo de 2002.

El rendimiento de hojas en base a materia fresca presenta valores de 0,49 y 0,52 kg/planta para intensidad de luz normal y reducida, respectivamente. Plantas despuntadas presentaron rendimientos de 0,61 kg/planta, no presentando diferencias con aquellas sin despunte (0,48 kg/planta).

Los dos niveles de luminosidad y poda no registraron diferencias en el índice de área foliar (IAF) por hoja con valores que oscilan entre los 24,8 y 27,0 cm<sup>2</sup> hoja<sup>-1</sup>.

Cuadro 3.14: Efecto de dos intensidades de luz y dos niveles de poda sobre factores de rendimiento en canelo.

	Largo de brotes (cm)	Rebrote	Rdto de hojas kg MF planta <sup>-1</sup>	Rdto de hojas kg MS planta <sup>-1</sup>	IAF cm <sup>2</sup> hoja <sup>-1</sup>
<i>Intensidad de luz:</i>					
Normal	19,0 a	0,9 a	0,49 a	0,15 a	26,8 a
Reducida en 18%	16,6 a	0,8 a	0,60 a	0,19 a	25,0 a
<i>Poda:</i>					
con despunte	17,3 a	0,9 a	0,61 a	0,19 a	24,8 a
sin despunte	18,4 a	0,9 a	0,48 a	0,15 a	27,0 a

Valores seguidos por la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí (Duncan,  $\alpha \leq 0,05$ ).

#### *Requerimiento nutricional:*

En el cuadro 3.15 se presentan los requerimientos de macro y micronutrientes por tonelada de material cosechado, tanto seco como fresco, en hojas y total. Estos valores estiman la cantidad de nutrientes que se debe reponer al cosechar una tonelada de material vegetal, ya sea hojas o material total. Es así como al cosechar una tonelada de hojas frescas se debe aportar por ejemplo 5,49 kg de N; 0,55 kg de P; 2,59 kg de K.

Cuadro 3.15: Extracción de macro- y micronutrientes en canelo

	Contenido de nutrientes en materia seca (kg)		Extracción por tonelada de materia fresca (kg)		Extracción por tonelada de materia seca <sup>1</sup> (kg)	
	Hojas	Tallos	Total <sup>2</sup>	Hojas	Total <sup>3</sup>	Hojas
N(%)	1,603	0,783	4,10	5,49	12,04	16,03
P(%)	0,160	0,110	0,46	0,55	1,36	1,60
K(%)	0,757	1,280	3,45	2,59	10,12	7,57
Ca (%)	0,300	0,657	1,61	1,03	4,74	3,00
Mg (%)	0,283	0,173	0,97	0,97	2,30	2,83
Mn (ppm)	202,00	220,00	0,072	0,069	0,211	0,202
Zn (ppm)	44,00	27,00	0,012	0,015	0,036	0,044
Cu (ppm)	6,67	13,67	0,0034	0,0023	0,010	0,0067
B (ppm)	47,10	18,10	0,011	0,016	0,033	0,0471

<sup>1</sup>Materia seca estimada sobre la base de un contenido de 65,8% de humedad en hojas y 65,0% de humedad en tallos

<sup>2</sup>Relación hojas: tallos 52,6: 47,4 en base a material fresca

<sup>3</sup>Relación hojas: tallos 51,3: 48,7 en base a material seca

Estudios realizados por González *et al.* (1990) determinaron los contenidos de macro y micronutrientes en árboles de distintas edades y zonas geográficas. Los niveles de nutrientes presentados concuerdan con los obtenidos en la plantación establecida en Panguilemo. Además, estos autores indican que los contenidos de nutrientes no se ven afectados por la edad de los árboles, lo que permitiría utilizar los resultados como referencia de fertilización de la especie en la zona por años.

#### *Organismos fitopatológicos asociados a canelo:*

*Naupactus xantographus*: Conocido comúnmente como “capachito de los frutales”. Presenta importancia cuarentenaria para exportaciones frutícolas. Se trata de un curculiónido que defolia las hojas, principalmente apicales. No ha presentado importancia

económica en las plantaciones experimentales. Como control integrado se pueden establecer capturas de los individuos adultos y mantener libre de malezas evitando así dar abrigo y alimento a sus larvas en la temporada estival. Fue colectado en Panguilemo el mes de abril de 2000, no observándose en temporadas posteriores.

*Phytophthora sp.*: Hongo cuyo ataque provoca necrosis de raíces, raicillas y margen de las hojas, canchosis interna del y posterior muerte de la planta. Este microorganismo necesita para su desarrollo condiciones de alta humedad en el suelo, lo cual en conjunto con eventos estresantes provoca que se manifieste una enfermedad severa, que puede causar la muerte de la planta. Para su control se recomienda fortalecer las plantas presentes, de manera que exista abundante crecimiento radical, así como adicionar enmiendas orgánicas o tratar la zona de raíces con algún biocontrolador efectivo. Dentro de las alternativas de control químico preventivo y curativo se cuenta con productos tales como Fosetil Aluminio (Aliette), Ácido fosforoso (Phyto-fos) o Metalaxilo (Ridomil), sólo para las plantas que tienen síntomas incipientes o sin ninguna manifestación anormal. Para un manejo orgánico se recomienda aplicaciones de Trichoderma en la zona radical de la planta. En forma complementaria se debe realizar un mejor manejo hídrico del cultivo, evitar el contacto del agua con el cuello de la planta a través de la plantación en camellones altos, aplicación de mulch orgánico entre y sobre la hilera evitando así, por un lado, fluctuaciones excesivas de temperatura del suelo y al bajar el nivel de enmalezamiento disminuir las intervenciones que podrían causar heridas al desmalezar la plantación. La plantación experimental presentó ataques severos en las temporadas estivales 2000-2001; 2001-2002 y 2002-2003, observándose una incidencia menor en la última temporada al utilizar Trichoderma y mulch orgánico.

*Asterinella winteridis*: Hongo que afecta a nivel foliar causando manchas alquitranadas que disminuyen el área fotosintéticamente activa de la planta. Se presenta generalmente en hojas adultas. Se colectaron muestras de canelo en la población de Pangal, en donde la enfermedad se ha diseminado por gran parte de la población.

#### Análisis económico:

##### *Breve descripción de la situación actual:*

Canelo es una especie medicinal nativa de bajos volúmenes de comercialización. No se ha podido recopilar información sobre mercado. Empresas del rubro farmacológico lo utilizan en conjunto con otras especies en preparados.

##### *Evaluación de calidad:*

Las muestras presentaron un aroma característico, siendo catalogado como de fácil manipulación. A pesar de poseer propiedades fitoterapéuticas interesantes no se registró interés por ser especies poco conocidas no entregándose referencias del valor comercial.

##### *Estimación de los costos de producción:*

La producción de las plantas, mano de obra y sistema de control de malezas son los principales costos incurridos en el cultivo de la especie. Lamentablemente por falta de información de precios y posibilidades ciertas de comercialización no fue posible realizar una evaluación financiera.



## 3.2.4

**Matico**  
**(*Buddleja globosa* Hope)**

## 3.2.4.1 Cumplimiento de los objetivos del proyecto o modificaciones introducidas en la metodología

*Estudiar la variabilidad morfológica y de rendimiento en matico:*

En matico, se evaluaron durante las temporadas 2001 y 2002 seis procedencias, tres provenientes de poblaciones naturales (Los Queñes y Los Ruiles, VII región y Tolhuaca, IX región) y tres provenientes de huertos caseros (Pencahue, Talca y San Javier, todos en la VII región). Las plantas de cinco de estas procedencias se obtuvieron por propagación vegetativa (estacas). Sólo la procedencia “Los Queñes” fue evaluada utilizando plantas jóvenes geminadas en su hábitat natural (situación que no estaba contemplada en el proyecto).

Junto con la evaluación de rendimiento de hojas se determinó su concentración de principios activos (flavonoides, taninos y alcaloides) seleccionando las procedencias tanto por rendimiento como por concentración de compuestos activos deseados. Taninos y alcaloides no estaban contemplados en la propuesta original. La determinación de estos compuestos se incluyó por su identificación como principios activos en matico en literatura consultada posterior a la entrega del proyecto original.

Entre noviembre de 2001 y enero de 2002, se evaluaron caracteres morfológicos y concentración de principios activos en las descendencias provenientes de poblaciones naturales, tanto *in situ* como en cultivo, obteniendo una caracterización de cada una de las procedencias evaluadas y determinando además si las concentraciones de principios activos y características morfológicas se conservan al ser cultivadas en otros ambientes o son solo respuesta a las condiciones edafoclimáticas en que están establecidas, lo que constituyó un estudio adicional.

Este objetivo se cumplió a cabalidad en las dos especies, profundizando aún mas de lo presupuestado con la ayuda de tesisistas y memoristas, tanto de pregrado como de postgrado.

*Determinar los posibles efectos del riego sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos:*

En matico, se determinaron los efectos de dos niveles de riego (20 y 65% CC) durante dos temporadas. Las variables evaluadas fueron rendimiento de hojas por planta, relación peso de hojas: material vegetal total cosechado, número y largo de brotes por planta, altura de la planta y concentración de flavonoides, taninos y alcaloides.

*Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote:*

Para poda se determinó exitosamente el efecto de despunte, y número de cosechas por temporada, en la primera y segunda temporada, respectivamente.

*Determinar la demanda de nutrientes:*

Este objetivo fue cumplió en un 100%. En la propuesta inicial no se profundizó en la metodología a seguir para la realización de este objetivo. En este caso, se colectaron

muestras de hojas y tallos los que se analizaron sus macro- y micronutrientes en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca. Posteriormente, ayudados por los resultados de evaluaciones de caracteres de rendimiento de material vegetal: rendimiento de hojas frescas y secas, porcentaje de hojas en el material vegetal cosechado se pudo obtener cuadros que permiten determinar la demanda por cada nutriente evaluado.

Identificar los organismos fitopatológicos asociados:

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron observaciones visuales tendientes a identificar los organismos asociados a cada especie. Adicionalmente se entrega información sobre medidas de control tanto orgánico como químico para cada uno de los organismos identificados.

Estimar la rentabilidad de los cultivos:

Se estimó la rentabilidad para un cultivo de matico de 1.000 m<sup>2</sup> de superficie, establecido a una densidad de 13.333 plantas ha<sup>-1</sup>. Los precios fueron obtenidos de empresas y de la valorización de las muestras enviadas. Un análisis de calidad para las muestras fue llevado a cabo. Se adjunta una ficha técnica del cultivo bajo los siguientes supuestos: Superficie establecida = 1.000 m<sup>2</sup>; producción familiar y preparación de suelos con costo mínimo de servicio de media jornada.

### 3.2.4.2 Metodología utilizada y resultados

#### 3.2.4.2.1 Metodología:

Seis procedencias de matico fueron evaluadas en distintos experimentos, tanto en variabilidad morfológica y de rendimiento como en estudios de cultivo. El material de propagación se recolectó en tres huertos caseros (Pencahue, Talca y San Javier, todos en la VII región) y tres poblaciones silvestres (Los Queñes y Los Ruiles, VII región y Tolhuaca, IX región).

Las plantas se obtuvieron mediante enraizamiento de estacas apicales, con excepción del origen “Los Queñes” del cual se recolectaron plantas jóvenes, germinadas en su hábitat natural. Se estableció una plantación experimental en agosto de 2000 en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca a 1,5 x 0,5 m entre y sobre hilera, respectivamente, alcanzando una densidad de 13.333 plantas ha<sup>-1</sup>.

Las procedencias se establecieron en un diseño de parcelas divididas con dos zonas de riego independiente como parcelas principales y dentro de ellas distribuidas completamente al azar con seis repeticiones por origen, evaluando la totalidad de las plantas durante dos temporadas de cultivo (2000/2001 y 2001/2002). La plantación cuenta con riego por goteo, con un gotero autocompensado de 4 l h<sup>-1</sup> por planta, manteniendo los tratamientos de riego a 65 y 20% de capacidad de campo (CC) durante los meses estivales, medidos con tensiómetros. Se utilizaron hileras bordes para evitar traslapes de humedad.

Entre noviembre de 2001 y enero de 2002, se evaluaron, tanto en cultivo como *in situ*, caracteres morfológicos y concentración de principios activos (flavonoides, alcaloides y

taninos) en las tres poblaciones de matico que provienen de hábitat natural. Esta actividad fue evaluada por la Sra. Paula Jeldres como parte de su tesis para obtener el grado de Magíster en Agricultura Internacional de la Georg-August-Universität Göttingen.

En los años 2001 y 2002, a fines de marzo, principios de abril, se evaluaron los estudios de cultivo en riego y poda sobre las seis procedencias en los siguientes caracteres: rendimiento de hojas secas ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), relación entre peso seco hojas: material aéreo total cosechado, número de brotes, contenido de flavonoides (%) y de taninos en las hojas (%).

La primera temporada de evaluación fue realizada bajo el marco de la tesis de pregrado de la alumna Srta. Andrea Pincheira como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo. En la segunda temporada (2001/2002) se evaluó la posibilidad de realizar varias cosechas por temporada. Las plantas se cortaron a 20 cm del nivel del suelo, con tratamientos de una, dos y tres cosechas por temporada, realizados en las siguientes fechas: 19 de diciembre, 6 de febrero y 25 de marzo para el tratamiento de tres cosechas por temporada, 6 de febrero y 25 de marzo para dos cosechas y 25 de marzo para el tratamiento de una sola cosecha.

La concentración de flavonoides se determinó espectrofotométricamente según Franz y Koehler (1992) y el contenido de taninos mediante el método modificado de Folin-ciocalteus (Lastra *et al.*, 2000). La concentración de taninos se obtiene al interpolar la diferencia de absorbancia en un gráfico obtenido comparando la muestra problema con ácido tánico de la firma Merck.

Para estimar el requerimiento de macro- y micronutrientes, se analizaron las hojas y tallos de plantas cosechadas en dos fechas, el 19 de diciembre de 2001 y 6 de febrero de 2002 en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca. Para ello, se tomaron muestras de plantas en ambas condiciones de riego para tres orígenes: San Javier, Los Queñes y Tolhuaca.

Cuadro 4.1: Caracterización geográfica de las zonas de estudio en matico

Zonas de estudio	Ubicación	Coordenadas geográficas (Latitud sur/ Longitud oeste)	Altitud (m.s.n.m.)
Los Queñes	Cordillera, VII Región	35°02' / 70°37'	809
Los Ruiles	Cordillera de la Costa, VII región	35°49' / 72°32'	170
Tolhuaca	Precordillera, IX región	38°13' / 71°48'	830
E. E. Panguilemo	Valle Central, VII región	35°21' / 71°35'	110

En cada población natural, se seleccionaron 20 individuos y 46 individuos en cultivo, registrándose para cada uno de ellos los siguientes caracteres cuantitativos y cualitativos:

Cuadro 4.2: Caracteres evaluados por procedencia

Caracteres cuantitativos	Caracteres cualitativos
Altura y ancho de planta, cm	Presencia de resina
Diámetro del tallo a 20 cm del suelo, cm	Presencia de estípula
Longitud y ancho de la hoja, cm	Presencia de tomento en haz y envés de hojas
Relación largo/ancho de la hoja	Presencia de tomento en tallos
Número de dientes por cm de margen	Color de la nervadura
Densidad de hojas (hojas en 20 cm de tallo)	Color del haz y envés de la hoja
Longitud del internudo, cm	Margen de la hoja (redondeado o agudo)
Ángulo foliar, grados	Presencia de floración
Ángulo apical, grados	Forma del racimo floral
Cabezuelas por racimo	Presencia de cabezuelas pegadas
Diámetro de las cabezuelas, mm	Presencia de hojas en el racimo
Longitud del pedúnculo de las cabezuelas, cm	

Los datos de todos los ensayos fueron sometidos a un análisis de varianza y test de separación de medias en los casos en que se comprobó diferencias significativas para cada factor evaluado, utilizando en la evaluación de experimentos de cultivo el programa estadístico SPSS V11.0.

Para el análisis de variabilidad morfológica y de caracteres agronómicos, el análisis de varianza fue utilizado como una herramienta para determinar uniformidad interpoblacional. Se seleccionaron caracteres típicos y uniformes para análisis adicionales que permitieron la clasificación de las poblaciones. Para caracteres cuantitativos, se aplicó el análisis estándar de varianza, mientras que para caracteres cualitativos se utilizaron análisis no paramétricos. Las pruebas de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis fueron utilizados para dos o tres o más grupos independientes. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis multivariado, en el programa SYSTAT (1994). Cada individuo se definió como un OTU (unidad taxonómica operativa). Se utilizaron 20 individuos por parcela (cuatro parcelas, tres en medio natural y uno cultivado), registrando para cada uno de ellos los caracteres anteriormente citados. Con esta información se construyó la matriz básica de datos (OTU \* caracteres), siendo los datos anteriormente estandarizados. Un análisis de componentes principales fue aplicado para identificar cuáles de estos caracteres contribuyen con la mayor variación entre individuos y excluyendo aquellos caracteres que no ayudarían a discriminar bien entre grupos de individuos similares.

#### 3.2.4.2.2 Resultados:

##### Variabilidad morfológica y de rendimiento:

*Variabilidad de procedencias in situ:* Catorce caracteres fueron evaluados a través de un análisis de componentes principales que permitan diferenciar a tres procedencias en su medio natural. Caracteres cuantitativos relativos al tamaño de la planta como diámetro del tallo, alto y ancho de la planta fueron eliminados por presentar un alto coeficiente de variación intrapoblacional junto con número de dientes por centímetro de margen y flores por inflorescencia.

La expresión de los caracteres cuantitativos evaluados intrapoblacionalmente fue muy homogénea, particularmente en las poblaciones evaluadas *in situ*, salvo en los caracteres relativos al tamaño de las plantas, como altura y ancho de planta, diámetro del tallo así como número de dientes por centímetro de margen y número de flores por cabezuela presentaron coeficientes de variación superiores al 30% y siendo eliminados del análisis de componentes principales. Bajo condiciones de cultivo, estos últimos caracteres presentaron mayor homogeneidad, excepto para Tolhuaca, en donde alto y ancho de planta, ángulo foliar y apical y largo de entrenudo presentaron altos coeficientes de variación, siendo también eliminados. Esta variación en caracteres relativos a tamaño de las plantas está altamente influenciado por la edad de la planta. Por lo tanto, plantas con mayor diámetro de tallo deben ser mas adultas que plantas con menor diámetro. En condiciones de cultivo, todas las plantas tienen la misma edad, por lo que se homogenizan estos parámetros, salvo en Tolhuaca, que presentó problemas de adaptabilidad a las condiciones de cultivo. Los caracteres cualitativos: presencia de tomento en tallos y envés de las hojas junto con todos los parámetros donde se evaluó color fueron eliminados, por ser caracteres heterogéneos dentro de las poblaciones.

Al evaluar variabilidad entre poblaciones *in situ*, la mayor cantidad de caracteres que diferencian una población de otra son del tipo cuantitativo.

En cultivo, los caracteres cuantitativos presentaron diferencias significativas con el nivel de riego. Cualitativamente, sólo plantas sometidas a estrés hídrico (20% CC) presentaron formación de resina en hojas y tallos, afectando indistintamente a todas las procedencias. Este carácter fue eliminado ya que ninguna planta en las poblaciones naturales la presentó.

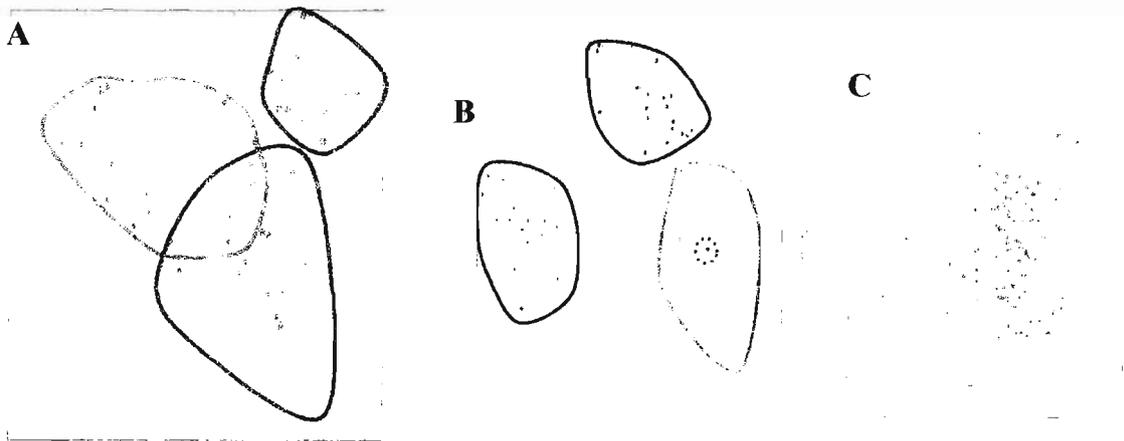
Para poblaciones naturales se utilizaron 24 caracteres en el análisis de componentes principales. Los primeros tres componentes influyen en el 58% del total de la variabilidad extra e intrapoblacional. El primer componente cuenta con un 28% de la varianza total, siendo caracterizado por individuos con una mayor densidad de hojas, pedúnculos mas cortos y menor número de inflorescencias con un diámetro mayor. El segundo componente principal contó con alrededor del 20% de la varianza, siendo caracterizado por plantas con presencia de estípulas, abundante tomento en el envés de las hojas y forma de la hoja. El tercer componente principal es caracterizado por individuos que presentan hojas mas largas y mas anchas, alcanzando el 10% de la varianza total. En la figura 4.1A se muestra la relación entre los dos primeros componentes principales de las tres poblaciones en medio natural presentando una clara separación entre poblaciones, salvo un individuo de la población Los Queñes que se parecería mas a individuos de la población Tolhuaca. Las Poblaciones Tolhuaca y Los Queñes están mas relacionadas debido a la proximidad en el espacio.

Para analizar las poblaciones en condiciones de cultivo se utilizaron 16 caracteres, contando los primeros tres componentes con cerca del 60% de la varianza total, valor similar al obtenido en las poblaciones naturales. El primer componente principal cuenta con alrededor del 29% de la varianza total y está caracterizado por individuos que presentan hojas ovoides con abundante tomento en el envés, insertadas al tallo en baja densidad, con dientes redondeados en el margen dispuestos en baja densidad. El segundo componente principal está caracterizado por plantas con estípulas pequeñas, hojas verde amarillentas

versus plantas con hojas largas sin estípulas y de color verde, alcanzando el 17% de la varianza total. El tercer componente principal cuenta con el 14% de la varianza total y describe plantas con presencia de resina y ángulos cerrados en ápice y hojas. Los tratamientos de riego muestran efectos menores en la expresión morfológica de los caracteres seleccionados para el análisis de componentes principales. Las poblaciones de Tolhuaca y Los Ruiles parecen ser mas cercanos que Los Queñes (Fig. 4.1B).

La combinación de datos de poblaciones en medio natural y cultivado fue desarrollado con 10 caracteres evaluados, explicando un 55% de la varianza total. El primer componente principal está caracterizado por individuos con hojas anchas, menos dientes  $\text{cm}^{-1}$  en el margen de la hoja, menor densidad de hojas y ápices mas abiertos, con un 23% de la varianza total. El segundo componente principal cuenta con un 17% de la varianza total y se caracteriza por la presencia de plantas con presencia de estípulas pero con hojas cortas. El tercer componente principal cuenta con alrededor del 16% de la varianza y se caracterizó por presentar plantas con brotes laterales así como, ángulos apicales y foliares mas cercanos. En la representación gráfica de los dos primeros componentes principales no existe una diferenciación clara intra e interpoblacional en medio natural o cultivado (Fig. 4.1C).

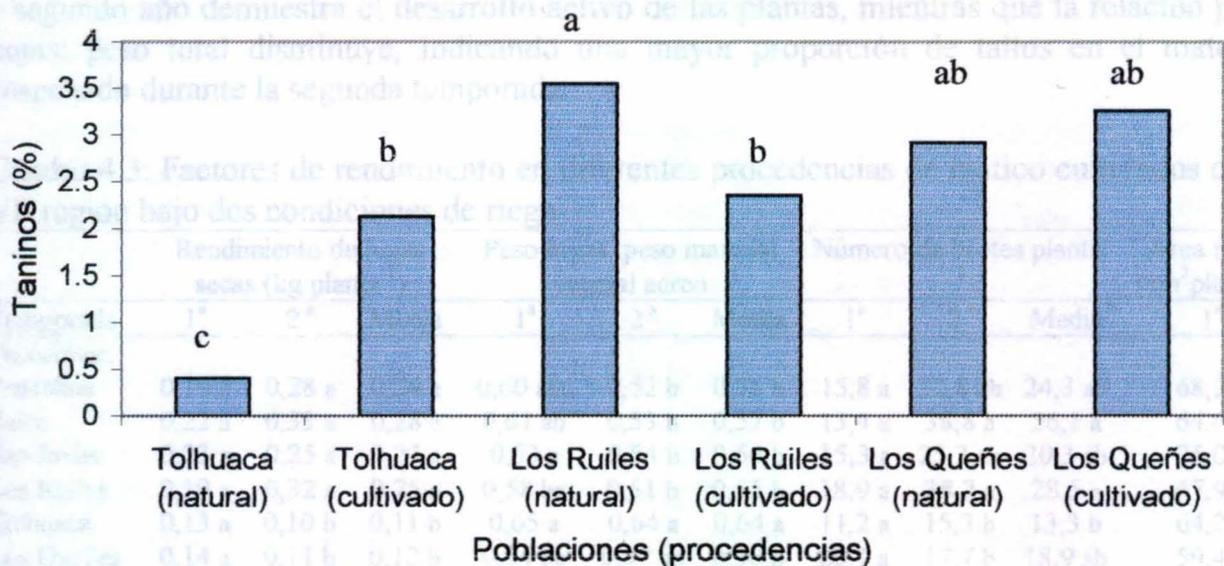
Figura 4.1: Los primeros dos componentes principales calculados a través de 14 caracteres evaluados en poblaciones naturales (A), procedencias cultivadas (B) y ambas (C) de matico (*Buddleja globosa*)



No existieron diferencias significativas en la concentración de flavonoides y alcaloides dentro de las poblaciones evaluadas, tanto en medio natural como cultivadas. Sólo taninos presentaron diferencias significativas entre ellas, en donde, plantas cultivadas alcanzaron una mayor concentración de este compuesto en sus hojas, con un 2,58%. Taninos presentó una alta interacción entre las poblaciones y el medio en que se encuentran (natural vs. cultivado). Hojas de plantas provenientes de la población Tolhuaca presentaron la menor concentración de taninos, con 0,4%. Plantas de la misma población bajo condiciones de cultivo presentan cinco veces mas taninos que aquellas colectadas en medio natural. Plantas

provenientes de las poblaciones Tolhuaca (2,13%) y Los Ruiles (2,35% en cultivo, presentan diferencias en la concentración de taninos sólo con Los Ruiles en medio natural (3,55%). Las demás poblaciones no muestran diferencias significativas entre sí (fig. 4.2).

Figura 4.2: Concentración de taninos en hojas de diferentes orígenes o poblaciones de matico (*Blubbleja globosa*),colectadas en medio natural y bajo cultivo.



#### Estudios de cultivo:

En general, las plantas de matico de procedencias silvestres mostraron menor rendimiento de hojas secas por planta que las de origen cultivado durante la dos temporadas en estudio (cuadro 4.3), con un mayor rendimiento en la segunda temporada. Las procedencias Pencahue, Talca, San Javier y Los Ruiles ( $0,24- 0,28 \text{ kg planta}^{-1}$ ) mostraron dos veces mas rendimientos que los obtenidos por Tolhuaca y Los Queñes ( $0,11-0,12 \text{ kg planta}^{-1}$ ). La diferencia obtenida entre las procedencias de origen silvestre y las cultivadas, establecidas bajo las mismas condiciones, indicaría que estas últimas ha pasado durante mucho tiempo por un proceso informal de selección, eligiendo individuos con una mayor producción de masa foliar. Plantas expuestas a un mayor estrés hídrico (20% CC) registraron un 36% menos de masa foliar que aquellas sometidas a niveles adecuados de riego (65% CC), no presentando interacciones entre los factores procedencia y humedad del suelo. Plantas sometidas a estrés hídrico disminuyen el área foliar por hoja, lo que provocaría la disminución de sus rendimientos.

A pesar del bajo rendimiento, las plantas de Tolhuaca han mostrado, en un análisis que contempla ambas temporadas, una mejor relación peso hojas: peso material vegetal total cosechado que los demás orígenes. Este mismo análisis indica también una relación favorable en plantas cultivadas bajo condiciones de estrés hídrico. En términos generales, plantas silvestres muestran una relación peso hojas: peso material vegetal total cosechado similar a las planta de origen silvestre, en donde un 56-58% del material total cosechado son hojas.

Las diferencias en el número de brotes por planta fueron significativas durante la segunda temporada y en análisis de ambos años, presentando las procedencias de Talca y Los Ruiles mas brotes por planta que Tolhuaca. En términos generales, las procedencias silvestres sólo discreparon de las cultivadas en la segunda temporada

La diferencia significativa en el rendimiento de hojas y el número de brotes entre el primer y segundo año demuestra el desarrollo activo de las plantas, mientras que la relación peso hojas: peso total disminuye, indicando una mayor proporción de tallos en el material cosechado durante la segunda temporada.

Cuadro 4.3: Factores de rendimiento en diferentes procedencias de matico cultivados en la VII región bajo dos condiciones de riego

Temporada	Rendimiento de hojas secas (kg planta <sup>-1</sup> )			Peso hojas: peso material vegetal aéreo			Número de brotes planta <sup>-1</sup>			Área foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>
<i>Procedenc.:</i>										
Pencahue	0,19 a	0,28 a	0,24 a	0,60 abc	0,52 b	0,56 b	15,8 a	32,8 ab	24,3 ab	68,2 a
Talca	0,22 a	0,33 a	0,28 a	0,61 ab	0,53 b	0,57 b	13,4 a	38,8 a	26,1 a	64,6 a
San Javier	0,23 a	0,25 a	0,24 a	0,53 c	0,54 b	0,54 b	15,3 a	25,3 ab	20,3 ab	75,0 a
Los Ruiles	0,19 a	0,32 a	0,25 a	0,58 bc	0,51 b	0,55 b	18,9 a	38,2 a	28,5 a	67,9 a
Tolhuaca	0,13 a	0,10 b	0,11 b	0,65 a	0,64 a	0,64 a	11,2 a	15,3 b	13,3 b	64,2 a
Los Queñes	0,14 a	0,11 b	0,12 b	0,54 bc	0,59 ab	0,56 b	20,1 a	17,7 b	18,9 ab	59,4 a
<i>Origen:</i>										
Cultivado	0,21 a	0,29 a	0,25 a	0,58 a	0,53 b	0,56 a	14,9 a	32,1 a	23,5 a	69,3 a
Silvestre	0,16 b	0,18 b	0,17 b	0,59 a	0,57 a	0,58 a	17,1 a	24,8 b	21,0 a	63,8 a
<i>Riego:</i>										
65% CC	0,22 a	0,29 a	0,25 a	0,60 a	0,50 b	0,55 b	16,8 a	30,0 a	23,4 a	74,5 a
20% CC	0,15 b	0,18 b	0,16 b	0,57 b	0,61 a	0,59 a	0,15 a	26,1 a	20,4 a	58,5 b
Media	0,18 B	0,23 A		0,58 A	0,56 B		15,8 B	28,0 A		

Valores seguidos por la misma letra, minúscula en la columna y mayúscula entre columnas no difieren estadísticamente entre sí, Tukey,  $\alpha \leq 0,05$

La concentración de taninos y flavonoides no registraron diferencias entre procedencias, pero se obtuvieron mayores contenidos durante la segunda temporada. Este resultado coincide con Vogel *et al.* (2002) quienes informan que las hojas adultas muestran una mayor concentración de flavonoides que las jóvenes. Al someter las plantas a varias cosechas por temporada, se observa un aumento significativo desde la primera a la última cosecha (cuadro 4.5).

Analizando datos de ambos años, menores contenidos de taninos en hojas fueron encontrados en los tratamientos de mayor estrés hídrico (cuadro 4.4). Vogel *et al.* (2002) hallaron una mayor concentración de taninos en primavera comparada con verano y otoño, sin presentarse diferencias significativas entre hojas jóvenes y adultas, mientras que en el presente estudio los valores obtenidos en una primera cosecha realizada en marzo superaron a las de diciembre y febrero. Las cosechas parciales de los tratamientos dos y tres cortes por temporada no mostraron diferencias significativas entre ellas. En ninguna de las mediciones presentadas se logró obtener un valor de 5,8%, descrito por Montes y Wilkomirsky (1987). Sin embargo, en esta publicación no se indica a que tipo de tejido se le midió dicha concentración.

Plantas expuestas a condiciones de estrés hídrico, en ambas temporadas, no mostraron diferencias estadísticas en la concentración de flavonoides en hojas. Vogel *et al.* (2002) encontraron una mayor concentración de flavonoides en hojas durante la primavera y otoño, lo que concuerda con los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. A su vez, contrasta con los resultados que indican una mayor concentración de flavonoides en hojas adultas, ya que al evaluar las cosechas parciales se obtiene una mayor concentración de este compuesto al aumentar el número de cortes en la temporada, cosechando cada vez una mayor proporción de hojas jóvenes.

La concentración de alcaloides presentó diferencias significativas entre procedencias, en ambas temporadas, presentando Talca y San Javier una mayor concentración de este compuesto en hojas y las menores concentraciones en Los Ruiles. La segunda temporada presentó 2,5 veces más alcaloides que la primera temporada de evaluación. Sólo en la segunda temporada se encontró diferencias entre plantas de origen silvestre y cultivado, siendo estas últimas las con mayor concentración de este principio activo en hojas, aunque en términos generales no alcanzaron diferencias significativas. El riego no influyó en la concentración de alcaloides en hojas.

Valores similares en los contenidos de taninos, flavonoides y alcaloides encontrados en procedencias silvestres y cultivadas indicarían que estos caracteres no han sido sometidos a selección en el primer paso de domesticación de matico. Sin embargo, si se buscan altos rendimientos de hojas, no conviene propagar plantas de procedencia silvestre.

Cuadro 4.4: Concentración de principios activos en diferentes procedencias de matico cultivados en la VII región bajo dos condiciones de riego

Temporada	Flavonoides (%)			Taninos (%)			Alcaloides (%)		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media
<i>Procedencia</i>									
Pencahue	0,17 a	0,43 a	0,30 a	1,10 a	1,98 a	1,55 a	0,004 b	0,031 ab	0,017 ab
Talca	0,19 a	0,49 a	0,34 a	1,35 a	2,04 a	1,70 a	0,015 a	0,032 ab	0,023 a
San Javier	0,18 a	0,43 a	0,31 a	1,71 a	2,19 a	1,94 a	0,012 ab	0,036 a	0,024 a
Los Ruiles	0,19 a	0,54 a	0,37 a	1,86 a	1,82 a	1,84 a	0,004 b	0,017 b	0,010 b
Tolhuaca	0,25 a	0,48 a	0,36 a	1,83 a	2,18 a	2,00 a	0,008 ab	0,031 ab	0,020 ab
Los Queñes	0,19 a	0,49 a	0,34 a	1,39 a	1,81 a	1,59 a	0,004 ab	0,025 ab	0,015 ab
<i>Origen:</i>									
Cultivado	0,18 a	0,45 a	0,32 a	1,38 a	2,06 a	1,72 a	0,010 a	0,033 a	0,021 a
Silvestre	0,21 a	0,50 a	0,36 a	1,74 a	1,95 a	1,84 a	0,005 a	0,025 b	0,015 a
<i>Riego:</i>									
65% CC	0,20 a	0,46 a	0,33 a	1,83 a	2,06 a	1,95 a	0,009 a	0,028 a	0,019 a
20% CC	0,20 a	0,49 a	0,34 a	1,25 b	1,93 a	1,59 b	0,006 a	0,030 a	0,018 a
Media	0,20 B	0,48 A		1,54 B	2,00A		0,008 B	0,029 A	

Valores seguidos por la misma letra, minúscula en la columna y mayúscula entre columnas no difieren estadísticamente entre sí, Tukey,  $\alpha \leq 0,05$

Cuadro 4.5: Efecto del número de cosechas por temporada sobre el total anual de rendimiento de hojas, relación peso hojas: peso material vegetal aéreo total, número de brotes por planta, contenido de flavonoides y taninos

Número y fecha de cosecha temporada <sup>1</sup>	Rdto. de hojas secas (kg planta <sup>-1</sup> )	Relación peso hojas: material total	Número de brotes planta <sup>-1</sup>	Flavonoides (%)	Taninos (%)	Alcaloides (%)
Una						
25 de marzo	0,29 A	0,50 C	18,9 A	0,40 B	3,21 A	0,036 A
Dos						
6 de febrero	0,18 a	0,59 a	16,3 b	0,33 b	1,85 a	0,022 b
25 de marzo	0,07 b	0,60 a	35,1 a	0,50 a	1,77 a	0,038 a
Total <sup>1</sup>	0,25 A	0,59 B	26,2 A	0,39 B	1,82 B	0,030 A
Tres						
19 de diciembre	0,12 a	0,64 b	18,3 b	0,36 b	2,04 a	0,042 a
26 de febrero	0,06 b	0,61 b	34,7 a	0,57 ab	1,86 a	0,025 ab
25 de marzo	0,01 c	0,70 a	31,0 a	0,78 a	1,68 a	0,019 b
Total <sup>1</sup>	0,19 B	0,65 A	25,3 A	0,58 A	1,85 B	0,027 A

<sup>1</sup> En el caso del rendimiento de hojas, este valor representa el total obtenido en todas las cosechas, en los demás caracteres se muestra el promedio.

Valores seguidos por la misma letra en columnas, tanto mayúsculas como minúsculas no difieren estadísticamente entre sí, Tukey,  $\alpha \leq 0,05$

El cuadro 4.6 indica el contenido de macro- y micronutrientes en una tonelada de hojas deshidratadas en tres orígenes y dos condiciones de humedad del suelo. Los valores no mostraron diferencia significativa entre fechas de muestreo, pero sí entre procedencias para todos los elementos analizados. La humedad del suelo también afecta el contenido de nutrientes en las hojas de matico, excepto el de N, con mayores valores en hojas de plantas expuestas a un mayor estrés hídrico (20% CC) en fósforo, manganeso, zinc y cobre. La interacción procedencia x nivel de riego no fue significativa.

Cuadro 4.6: Extracción de diferentes macro- y micronutrientes en hojas cosechadas y deshidratadas, según procedencia de las plantas y nivel de humedad (CC) del suelo

Elemento	CC (%)	Extracción (kg <sup>-1</sup> de hoja seca) según procedencia de plantas			
		San Javier	Los Queñes	Tolhuaca	Media
N	20	18,10 a	17,13 a	20,03 a	18,42 a
	65	18,10 a	16,80 a	19,40 a	18,10 a
	Media	18,10 B	16,96 C	19,71 A	18,26
P	20	2,30 a	2,50 a	2,00 a	2,27 a
	65	2,20 b	2,20 b	1,80 b	2,07 b
	Media	2,25 B	2,35 A	1,90 c	2,17
K	20	11,4 b	11,70 b	12,20 a	11,77 b
	65	12,20 a	14,30 a	11,70 b	12,73 a
	Media	11,80 C	13,00 A	11,95 B	12,25
Ca	20	6,90 b	6,50 b	7,00 b	6,80 b
	65	8,70 a	7,90 a	7,60 a	8,07 a
	Media	7,80 A	7,20 B	7,30 B	7,43
Mg	20	2,40 b	2,90 b	2,90 a	2,73 b
	65	2,80 a	3,50 a	2,30 b	2,87 a
	Media	2,60 B	3,20 A	2,60 B	2,80
Mn	20	0,109 a	0,101 a	0,091 a	0,100 a
	65	0,087 b	0,090 b	0,087 b	0,088 b
	Media	0,098 A	0,096 A	0,089 A	0,094
Zn	20	0,025 a	0,030 a	0,025 a	0,027 a
	65	0,022 b	0,022 b	0,022 b	0,022 b
	Media	0,024 B	0,026 A	0,024 A	0,025
Cu	20	0,010 a	0,011 a	0,012 a	0,0110 b
	65	0,011 a	0,011 a	0,011 b	0,0111 a
	Media	0,011 C	0,011 B	0,012 A	0,011

Valores de los mismos elementos seguidos por letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre valores de la misma columna, letras mayúsculas entre valores de la misma fila. Test Tukey  $\alpha \leq 0,05$ .

Los valores entregados en el cuadro 4.6 forman la base para una fertilización adecuada que repone los nutrientes extraídos del suelo según el material cosechado fresco o deshidratado. La demanda de N para materia fresca en matico se encuentra en los rangos informados por Bomme et al. (1993) para la hierba no florecida de algunas especies medicinales como menta (*Mentha x piperita*), salvia (*Salvia officinalis*), melisa (*Melissa officinalis*) e hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill), con valores entre 4,0 y 4,9 kg t<sup>-1</sup>. Para las hojas, en este mismo nutriente se encuentra en valores similares en perejil con 4,5 kg t<sup>-1</sup>. Los valores de P encontrados en matico superan a los informados por Bomme et al. (1993) para la hierba de las especies mencionadas arriba (entre 0,24 y 0,31 kg t<sup>-1</sup>), son mas parecidos a los de una especie de cola de caballo (*Equisetum arvense*) que presenta una demanda de 0,51 kg t<sup>-1</sup>. También los valores de K son mas altos en matico que en menta, salvia y melisa (entre 2,6 y 3,2 kg t<sup>-1</sup>), pero mas bajos que en hinojo con 4,7 kg t<sup>-1</sup> para la hierba sin frutos. La demanda de Mg es similar a la hierba de hinojo, salvia y *E. Arvense* que requieren de 0,66, 0,78 y 0,84 kg t<sup>-1</sup>, respectivamente, y mayor a la de menta y melisa con 0,42 y 0,54 kg t<sup>-1</sup>.

Cuadro 4.6: Extracción de diferentes macro- y micronutrientes en la cosecha de matico

Elemento	Contenido de nutrientes en materia seca		Extracción nutrientes por hectárea <sup>2,3</sup>	Extracción por tonelada materia fresca		Extracción por tonelada materia seca <sup>1</sup>	
	Hojas	Tallos		Total <sup>3</sup>	Hojas	Total <sup>3</sup>	Hojas
N	1,83%	0,64%	55,38 kg	4,03 kg	5,75 kg	12,80 kg	18,26 kg
P	0,22%	0,14%	7,78 kg	0,57 kg	0,68 kg	1,80 kg	2,17 kg
K	1,23%	1,06%	49,68 kg	3,62 kg	3,86 g	11,50 kg	12,25 kg
Ca	0,74%	0,27%	22,79 kg	1,66 kg	2,34 kg	5,27 kg	7,43 kg
Mg	0,28%	0,11%	8,68 kg	0,63 kg	0,88 kg	2,01 kg	2,8 kg
Mn	94,2 ppm	21,4 ppm	260 g	19 g	30 kg	61 g	94,2 g
Zn	24,3 ppm	11,7 ppm	80 g	5,8 g	7,7 g	19 g	24,3 g
Cu	11,1 ppm	7,25 ppm	40 g	2,9 g	3,5 g	9 g	11,1 g

<sup>1</sup>Materia seca estimada sobre la base del contenido de humedad de 68,5%

<sup>2</sup>Valores estimados en base a un rendimiento de material fresca de 13.720 kg ha<sup>-1</sup> con 13.333 plantas ha<sup>-1</sup>

<sup>3</sup>Relación hojas: tallos = 54:46

#### *Organismos fitopatógenos:*

*Noctuidos:* Cuncunillas que dado su corto período de ataque no han constituido una amenaza para el cultivo. Se colectaron larvas durante la temporada 2000. El daño que causan es la defoliación de las hojas. Si presentase daño económico se recomienda la aplicación de DIPEL en dosis de 20g l<sup>-1</sup> de agua. Otra posibilidad es la utilización de productos del tipo piretroide si su aplicación está permitida. Para bajar el número de aplicaciones se sugiere el monitoreo ocular o con trampas.

*Naupactus xanthograpus:* insecto conocido comúnmente como capachito de los frutales. Presenta importancia cuarentenaria para exportaciones frutícolas. No ha presentado importancia económica en las plantaciones experimentales. Como control integrado se pueden establecer capturas de los individuos adultos y mantener libre de malezas evitando así dar abrigo y alimento a sus larvas en la temporada invernal.

*Photophthora sp:* Hongo cuyo ataque provoca necrosis de raíces, raicillas y margen de las hojas, cancrisis interna del y posterior muerte de la planta. Este microorganismo necesita para su desarrollo condiciones de alta humedad en el suelo, lo cual en conjunto con eventos estresantes provoca que se manifieste una enfermedad severa, que puede causar la muerte de la planta. Para su control se recomienda fortalecer las plantas presentes, de manera que exista abundante crecimiento radical, así como adicionar enmiendas orgánicas o tratar la zona de raíces con algún biocontrolador efectivo. Dentro de las alternativas de control químico preventivo y curativo se cuenta con productos tales como Fosetil Aluminio (Aliette), Ácido fosforoso (Phyto-fos) o Metalaxilo (Ridomil), sólo para las plantas que tienen síntomas incipientes o sin ninguna manifestación anormal. Para un manejo orgánico se recomienda aplicaciones de Trichoderma en la zona radical de la planta. En forma complementaria se debe realizar un mejor manejo hídrico del cultivo, evitar el contacto del agua con el cuello de la planta a través de la plantación en camellones altos, aplicación de mulch orgánico en la entre y sobre hilera evitando así, por un lado, fluctuaciones excesivas de temperatura del suelo y al bajar el nivel de enmalezamiento disminuir las intervenciones que podrían causar heridas al desmalezar la plantación. La plantación experimental presentó ataques mas o menos severos en las temporadas estivales 2000-2001; 2001-2002

y 2002-2003, presentando una incidencia menor en la última temporada al utilizar Trichoderma y mulch orgánico.

#### Análisis económico:

##### *Breve descripción de la situación actual:*

El matico es una especie medicinal, principalmente a nivel nacional. Próximamente esta especie sería incluida en la Farmacopea Latinoamericana por lo que su comercialización podría verse incrementada. Se han registrado pequeños volúmenes de exportación como los registrados en 1998 en donde 48 kg de hoja seca fueron comercializados a un precio entre US\$ 7,2 y US\$ 12,0. Se colecta en forma silvestre y en forma casera en sectores rurales se ha cultivado en huertas familiares. A nivel nacional el matico es una de las cinco especies más apetecidas en el mercado.

##### *Evaluación de calidad:*

Las muestras presentaron un aroma característico, fácil manipulación para los procesos extractivos. Tiene la ventaja de ser ampliamente conocido en sus propiedades fitoterapéuticas. De las especies evaluadas el matico es la que presenta el mayor precio por kg de materia seca.

##### *Estimación de la rentabilidad:*

De acuerdo con el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) calculado para matico en el cuadro 4.7, este cultivo es rentable con precios de hojas secas cercanos a US\$ 2,0 kg<sup>-1</sup>. Los mayores costos incurridos en el cultivo de 1.000 m<sup>2</sup> de superficie están dados por mano de obra, principalmente en deshoje. Las plantas y el control de malezas son otro costo importante dentro del cultivo.

Cuadro 4.7: Ficha técnica y evaluación económica de un cultivo de matico de 1.000 m<sup>2</sup>.

Matico a 0,5 x 1,5 m establecimiento con utilización de plantas en bolsas y aplicación de much para controlar malezas														
Costo de mano de obra \$ 5.500														
Rendimiento	Costo por año													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>COSTOS:</b>														
<b>Labor</b>	Cantidad	Unidad	Valor unitario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Preparación de suelo:</i>														
Aradura, rastrajes y surcos de plantación	0.05	JTI	59000	2950										
<i>Fertilización:</i>														
Compost	133	kg	25	3325	3325	3325	3325	3325	3325	3325	3325	3325	3325	3325
Mano de obra	0.1	JH	5500	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
<i>Plantación:</i>														
Plantas	1333	Unidad	247	329251										
Mano de obra	2	JH	5500	11000										
<i>Control de malezas:</i>														
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500
Paja de poroto	50	Fardo	800	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
<i>Riegos:</i>														
Preparación de surcos	0.5	JA	17500	8750										
Mano de obra	5	JH	5500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500
<i>Cosecha:</i>														
Mano de obra	1	JH	5500		5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500
<i>Manejo de postcosecha:</i>														
Deshoje manual	35	JH	5500		192500	192500	192500	192500	192500	192500	192500	192500	192500	192500
deshidratado	1	JH	5500		5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500
<b>Sub- total</b>				450826	98875	302375	302375	302375	302375	302375	302375	302375	302375	302375
Imprevistos (5%)				22541	4944	15119	15119	15119	15119	15119	15119	15119	15119	15119
<b>TOTAL</b>				473367	103819	317494	317494	317494	317494	317494	317494	317494	317494	317494
<b>INGRESOS</b>														
Análisis de sensibilidad para precio														
US\$ 1.5/ kg seco					282750	390000	390000	390000	390000	390000	390000	390000	390000	390000
US\$ 2.0/ kg seco					377000	520000	520000	520000	520000	520000	520000	520000	520000	520000
US\$ 2.5/ kg seco					471250	650000	650000	650000	650000	650000	650000	650000	650000	650000
<b>FLUJO DE CAJA</b>														
Ingresos- Egresos				-473367	-103819	72506	72506	72506	72506	72506	72506	72506	72506	72506
				-477546	-103819	202506	202506	202506	202506	202506	202506	202506	202506	202506
				-477546	-103819	332506	332506	332506	332506	332506	332506	332506	332506	332506
				VAN (10)	TIR									
				-\$188,143.24	2%									
				\$488,289.74	25%									
				\$1,168,901.65	41%									

## 3.2.5

**Peumo**  
**(*Cryptocarya alba* (MOL) LOOSER)**

3.2.5.1 Cumplimiento de los objetivos del proyecto y adaptaciones o modificaciones introducidas en la metodología

Determinar posibles efectos del riego sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos:

Se determinaron exitosamente los efectos de dos niveles de riego (20 y 65% CC) sobre el rendimiento de hojas y contenido de principios activos en peumo. Esta evaluación se llevó a cabo en conjunto con la evaluación de los factores poda y luz.

Determinar cuales especies se podrán o deberán plantar bajo sombra:

Evaluación llevada a cabo exitosamente determinando el efecto de dos niveles de luminosidad (normal vs. reducida en un 28% real). No se cambios en la metodología propuesta.

Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote:

Objetivo logrado en su totalidad. Se evaluaron tres fechas de comienzo de poda. Inicialmente se determinó evaluar cuatro fechas de poda, pero por falta de tiempo, debido a la espera de un buen establecimiento y desarrollo de la plantación se evaluaron sólo tres fechas. Las variables evaluadas fueron rendimiento de hojas por planta, relación peso de hojas: material vegetal total cosechado, número y largo de brotes por planta, altura de la planta y concentración de aceite esencial.

Determinar la demanda de nutrientes

Este objetivo fue cumplió en un 100%. En la propuesta inicial no se profundizó en la metodología a seguir para la realización de este objetivo. En este caso, se colectaron muestras de hojas y tallos los que se analizaron sus macro y micronutrientes en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca. Posteriormente, ayudados por los resultados de evaluaciones de caracteres de rendimiento de material vegetal: rendimiento de hojas frescas y secas, porcentaje de hojas en el material vegetal cosechado se pudo obtener cuadros que permiten determinar la demanda por cada nutriente evaluado.

Identificar los organismos fitopatológicos asociados

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron observaciones visuales tendientes a identificar los organismos asociados a cada especie. Adicionalmente se entrega información sobre medidas de control tanto orgánico como químico para cada uno de los organismos identificados.

Estimar la rentabilidad de los cultivos:

Se realizó una evaluación de calidad de materia prima y aceite esencial para la empresa farmacéutica. No fue posible estimar la rentabilidad del cultivo por falta de información de precios de referencia. Se entrega una ficha técnica con los costos del cultivo de 1.000 m<sup>2</sup>. El escenario fue evaluado pensando en una producción enfocada en la agricultura familiar. La valorización de la preparación de suelo se realizó sobre la base de que el servicio no se realiza por menos de media jornada, aún cuando la superficie a cultivar sea baja.

### 3.2.5.2 Metodología utilizada y resultados

#### 3.2.3.2.1 Metodología

El 24 de marzo de 2000 plantas de peumo de 1,5 años provenientes de estacas enraizadas fueron establecidas a una distancia de 1,5 m entre hilera y 1,0 m sobre hilera en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca. El diseño de la plantación corresponde a parcelas divididas contando dos zonas con riego independiente como parcelas principales. Cada planta es regada a través de riego por goteo con goteros autocompensados de  $4\text{ l h}^{-1}$ . El manejo cultural se basó en controles manuales de malezas en forma periódica y fertilizaciones primaverales con 50g compost y 50g de germinal por planta.

El diseño experimental sigue un arreglo factorial de  $3 \times 2 \times 2$ , con tres niveles de poda (poda febrero y junio de 2000 y no poda) distribuidos uniformemente y al azar en dos niveles de riego (20 y 65% CDC medidos con tensiómetros) y dos niveles de luz (intensidad normal vs. intensidad reducida en un 28%), con tres repeticiones = individuos por tratamiento. El efecto sombra se logró al tapar la mitad sur de la plantación con malla raschell blanca de 50% de sombreado (medida nominal), resultando en un 28% de sombra real, cubriendo la parte superior y los costados, colocada en el mes de octubre de 2002. En dos épocas (febrero y junio de 2002), se podaron 12 plantas, todas a 20 cm, y 12 no podadas. En cada caso la mitad de las plantas fueron expuestas a la luz y el resto a la sombra, igualmente para riego, con mediciones mensuales.

Se evaluaron mensualmente altura de planta, largo y número de brotes principales.

La evaluación final fue realizada en abril de 2003, en donde se evaluaron rendimiento de hojas, relación peso de hojas: peso material vegetal total cosechado y concentración de principios activos.

Adicionalmente, en junio de 2003 se tomaron muestras de hojas y tallos de peumo en la misma plantación, los que fueron llevados al Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca para la determinación del contenido de nutrientes dentro del material cosechado.

Los datos obtenidos de todas las evaluaciones fueron sometidos a un análisis de varianza y test de separación de medias utilizando el programa estadístico statgraphics plus.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron observaciones visuales sobre el estado sanitario de las plantas de las plantas de peumo, tomando muestras de insectos asociados a esta especie, siendo identificados en los Laboratorios de Entomología y Fitopatología de la Universidad de Talca.

#### 3.2.5.2.2 Resultados:

La concentración de aceite esencial no registró diferencias significativas en ninguno de los factores evaluados, mostrando concentraciones entre 0,15 y 0,20% en hojas. De igual manera, el porcentaje de hojas dentro del material cosechado, y número de brotes por

planta no fueron influenciados por diferentes niveles de luminosidad, riego y edad de hojas (cuadro 5.1).

Una disminución de 28% en la radiación fotosintéticamente activa no presentó influencia sobre el rendimiento de hojas por planta.

Plantas expuestas a buen nivel de humedad de suelo (65% CDC) por varias temporadas presentan un mayor rendimiento de hojas en comparación a aquellas expuestas a estrés hídrico (20% CDC). Este efecto se pierde al comparar las mismas plantas durante la temporada invernal, resultado que puede atribuirse a las lluvias estivales que ayudaron a nivelar el contenido de humedad en el suelo por varias semanas.

Al comparar las tres edades de inicio de cosecha en peumo, se observó que plantas de tres años (medidos desde su establecimiento en la plantación) presentaron rendimientos 100% mayores que aquellas cuyo inicio de cosecha se produjo a edades cercanas a los dos años (1 año 11 meses y 2 años 3 meses). Plantas cuya segunda cosecha se produjo a los 11 meses y 9 meses siguientes no presentaron diferencias en los rendimientos de hojas obtenidos con 0,13 y 0,11 kg/planta, respectivamente.

Plantas podadas a los tres años por primera vez y plantas podadas a los 2 años y tres meses en dos oportunidades muestran rendimientos similares, con 0,42 y 0,32 kg/planta. Plantas podadas dos veces y cuya primera cosecha se realizó antes de los dos años presentaron los menores rendimientos de hojas (0,24 kg/planta), sin mostrar diferencias estadísticas con aquellas cuyo inicio de poda fue a los dos años y tres meses.

Cuadro 5.1: Efecto de tres niveles de poda, dos condiciones de luz y dos niveles de riego sobre el porcentaje, rendimiento y concentración de aceite esencial en hojas de peumo.

Tratamientos	Hojas (%)		Rendimiento de hojas (kg MS/planta)			Concentración de a. esencial
	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Total	(%v/p)
Inicio de poda/ Edad de la planta <sup>1</sup>						
Febrero 2002 1 año y 11 meses	56 a	69 a	0,11 b	0,13 a	0,24 b	0,20 a
Junio 2002 2 años y 3 meses	59 a	72 a	0,21 b	0,11 a	0,32 ab	0,15 a
Abril 2003 3 años	62 a	-	0,42 a	-	0,42 a	0,19 a
Luz:						
Normal	59 a	73 a	0,23 a	0,10 a	0,33 a	0,17 a
Reducida en 28%	59 a	68 a	0,26 a	0,14 a	0,40 a	0,20 a
Riego:						
20% CDC	62 a	67 a	0,18 b	0,12 a	0,30 b	0,20 a
65% CDC	56 a	75 a	0,30 a	0,12 a	0,42 a	0,16 a

Valores seguidos por la misma letra, entre columnas, no difieren estadísticamente entre sí, Duncan  $\alpha \leq 0,05$

Plantas de tres años presentaron la mayor altura con 132,7 cm mientras que plantas cercanas a los dos años de establecimiento no presentaron diferencias significativas con valores medios entre 85,8 y 95,0 cm, para plantas podadas en febrero y junio de 2002, respectivamente. Plantas podadas 13 y 9 meses antes de la segunda cosecha, a 20 cm del

suelo, no se presentaron diferencias significativas en altura, con 63,5 y 68,2 cm, respectivamente. Un efecto similar fue obtenido para largo de brotes.

Una disminución de 28% en la radiación fotosintéticamente activa afectó la altura de las plantas y el largo promedio de brotes por planta en forma positiva.

Plantas ya podadas anteriormente en una oportunidad y sometidas a un buen nivel de riego presentaron valores significativamente mas altos de altura de plantas y largo de brotes por planta en comparación con plantas sometidas a estrés hídrico.

Cuadro 5.2: Efecto de tres niveles de poda, dos condiciones de luz y dos niveles de riego sobre altura de planta, largo promedio y número de brotes por planta en peumo bajo condiciones de cultivo.

Tratamientos	Altura de planta (cm)		Largo de brotes (cm)		Número de brotes	
	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha
	1	2	1	2	1	2
Inicio de poda/ Edad de la planta <sup>1</sup>						
Febrero 2002 1 año y 11 meses	85,8 b	63,5 a	59,9 b	55,3 a	7,1 a	6,8 a
Junio 2002 2 años y 3 meses	95,0 b	68,2 a	60,8 b	60,5 a	8,7 a	6,0 a
Abril 2003 3 años	132,7 a	-	112,3 a	-	6,5 a	
Luz:						
Normal	95,1 b	56,4 b	70,1 b	52,2 a	8,1 a	6,4 a
Reducida en 28%	113,9 a	75,3 a	89,8 a	63,6 a	6,7 a	6,3 a
Riego:						
20% CDC	96,3 a	57,4 b	74,3 a	51,0 b	7,3 a	6,8 a
65% CDC	112,7 a	74,3 a	85,6 a	64,8 a	7,5 a	5,9 a

Valores seguidos por la misma letra, entre columnas, no difieren estadísticamente entre sí, Duncan  $\alpha \leq 0,05$

#### *Demanda nutricional:*

En el cuadro 5.3 se presentan los requerimientos de macro y micronutrientes por tonelada de material cosechado, tanto seco como fresco, en hojas y total. Estos valores estiman la cantidad de nutrientes que se debe reponer al cosechar una tonelada de material vegetal, ya sea hojas (sólo hojas<sup>9</sup> o material total (hojas y tallos).

Cuadro 5.3: Extracción de macro- y micronutrientes en Peumo

	Contenido de nutrientes en materia seca (kg)		Extracción por tonelada de materia fresca (kg)		Extracción por tonelada de materia seca <sup>1</sup> (kg)	
	Hojas	Tallos	Total <sup>2</sup>	Hojas	Total <sup>1</sup>	Hojas
N (%)	0,973	0,547	4,45	5,25	7,98	9,73
P (%)	0,133	0,090	0,65	0,72	1,15	1,33
K (%)	0,903	0,603	4,36	4,88	7,80	9,03
Ca (%)	0,793	0,973	4,48	4,28	8,67	7,93
Mg (%)	0,117	0,087	0,59	0,63	1,05	1,17
Mn (ppm)	463,3	181,7	0,19	0,25	0,35	0,46
Zn (ppm)	18,3	19,3	0,010	0,0097	0,019	0,018
Cu (ppm)	4,67	7,0	0,0032	0,0025	0,0056	0,0047
B (ppm)	12,67	19,67	0,0090	0,0070	0,016	0,013

Materia seca estimada sobre la base de un contenido de 46% y 40% de humedad en hojas y tallos, respectivamente

<sup>2</sup>Relación hojas: tallos 59: 41

#### *Organismos fitopatógenos:*

Áfidos: Colectados en plantitas recién repicadas.

#### *Análisis económico:*

##### *Breve descripción de la situación actual:*

El peumo es una especie nativa utilizada como medicinal a nivel nacional. A nivel de empresas encuestadas no ha generado interés en estas empresas fitofarmacéuticas.

##### *Evaluación de calidad:*

Las muestras de peumo enviadas para evaluación de calidad presentan una calidad comercial aceptable generada principalmente por el buen aspecto del material, aroma agradable y aparente fácil manipulación pensando en procesos de extracción. Sin embargo el desconocimiento de sus propiedades medicinales hacen que no sea una especie demandada. El aceite esencial no registró una buena evaluación debido a problemas de estabilidad presentando rancidez prematura en las muestras.

##### *Ficha técnica:*

El mayor costo incurrido en el cultivo de peumo está dado por las labores de deshoje y control de malezas. Aún así es un cultivo sin mayores costos de establecimiento (cuadro 5.4).

### 3.2.6

#### **Pacul** **(*Krameria iluca*)**

3.2.6.1 Cumplimiento de los objetivos del proyecto y adaptaciones o modificaciones introducidas en la metodología

Desarrollar estudios preliminares (hábitat natural, fenología, propagación, establecimiento en cultivo) en otra especie medicinal nativa de la VII región:

Para este objetivo se pretendía aprovechar los recursos y la infraestructura e incorporar al proyecto una o dos especies más y estudiar su hábitat natural, el desarrollo fenológico y morfológico, la propagación y el desarrollo del cultivo. La especie sería elegida en los lugares que se visitan para otras especies, por motivos de interés comercial o por protección del germoplasma en peligro de extinción.

Bajo dichas condiciones se colectaron semillas y un par de plantas adultas de Pacul (*Krameria iluca*) en lugares cercanos a las poblaciones de *H. baylahuen* y *H. linifolius* en la III región. Las plantas no lograron adaptarse a las condiciones de la región, principalmente porque eran especímenes adultos que perdieron parte de su estructura radical al ser extraídas de su hábitat natural. Se realizaron ensayos de propagación por semillas y estacas en la especie. Las estacas no enraizaron mientras que se obtuvieron valores interesantes de germinación. Lamentablemente las plantitas provenientes de la propagación por semillas murieron a los pocos meses después, por lo que no se obtuvo material vegetal para la realización de estudios de cultivo.

Los resultados obtenidos en los estudios realizados en pacul se registran en este informe.

3.2.6.2 Metodología utilizada y resultados

3.2.6.2.1 Metodología:

Pacul fue colectado e identificado en diferentes salidas a terreno a la zona norte del país. Se realizó una descripción botánica, junto con la obtención de información de su uso por parte de residentes de las zonas en que habita. Para estudios de caracterización climática se utilizaron datos de estaciones meteorológicas más cercanas a las zonas de estudio. Estudios químicos de suelo no fueron realizados para esta especie en particular pues se encuentra en las mismas condiciones que las especies *H. baylahuen* y *H. linifolius*, por lo que se ocupará la misma descripción, en conjunto con los estudios en terreno.

En junio de 2000, mayo de 2002 y enero de 2003 se colectó material vegetal (un par de plantas, estacas y semillas) de pacul (*Krameria iluca*) entre Conay y Junta de Valeriano, III región.

Las semillas fueron utilizadas para realizar diferentes experimentos de propagación germinativa.



En junio de 2000, se estableció un ensayo preliminar de germinación en Pacul. Semillas seleccionadas por test de flotación, sin ningún tratamiento, fueron sembradas en speedlings bajo mist con una temperatura de sustrato entre 15 y 20°C y evaluadas tres meses después de su establecimiento.

Posteriormente en mayo de 2001, se realizaron ensayos de propagación bajo condiciones de laboratorio. El primer experimento evaluó el efecto de dos condiciones lumínicas (luz fluorescente permanente vs. oscuridad permanente). Cada unidad experimental contó con 10 semillas y tres repeticiones. La condición de oscuridad se logró forrando la placa petri con papel aluminio. La siembra se realizó en placas petri con papel filtro humedecido con agua destilada, siendo selladas y llevadas a cámara de germinación a 20°C. El segundo experimento correspondió a la evaluación de cuatro tratamientos pregerminativos (escarificación con papel lija, maceración en agua a temperatura ambiente por 24 horas, aplicación de ácido giberélico al 1% por 8 horas mas un testigo sin tratamiento) con tres repeticiones de 10 semillas cada uno. La siembra se realizó en contenedores plásticos utilizando papel filtro plegado previamente humedecido, estableciendo en cada contenedor todos los tratamientos evaluados. Los contenedores fueron sellados y llevados a cámara de germinación a 20°C.

En julio de 2002, se estableció un nuevo ensayo de propagación por semillas. Se evaluó el efecto del sustrato de origen (con y sin esterilización) sobre la capacidad germinativa y porcentaje de sobrevivencia de plántulas. La unidad experimental consta de 12 semillas con tres repeticiones por tratamiento. Las semillas fueron seleccionadas por test de flotación y maceradas en agua a temperatura ambiente por 48 horas antes de su establecimiento.

Por último, en enero de 2003 fueron las semillas colectadas en la temporada fueron sembradas en bolsas de 15 cm de diámetro por 20 cm de altura utilizando como sustrato tierra de hojas y turba en una relación 4:1.

En junio de 2002, se estableció un ensayo de propagación por estacas, en donde se evaluó el efecto de la posición de extracción de la estaca (apical vs. media) y cuatro concentraciones de hormona (0, 250, 500 y 1000 ppm de AIB en talco) sobre la capacidad de enraizamiento de pacul. Las estacas de 15 cm de longitud fueron desinfectadas con una solución de Captan al 1% antes de la aplicación de la hormona. El experimento fue establecido en una cama caliente bajo mist, con temperaturas de sustrato entre 20 y 25°C.

### 3.2.6.2.2 Resultados:

#### Estudios de hábitat natural:

##### *Descripción edafoclimática:*

Especie colectada en la III y IV región. Es utilizada por habitantes de las zonas como fuente de alimento (frutos), colorante (raíz y cáscara del fruto) y medicinal (raíz).

Especie asociada a zonas con clima semiárido de dominio anticiclónico caracterizado por la concentración de precipitaciones en la temporada invernal, tendiendo en forma general a

la aridez aún cuando existe variabilidad entre diferentes años. Las temperaturas presentan un promedio máximo cercano a los 30°C con fuertes oscilaciones principalmente en los meses invernales.

Crece en laderas de exposición norte, principalmente. También se le puede encontrar en quebradas sobre los 1.500 m.s.n.m. En Conay crece en suelos francos de pH fuertemente alcalinos y altos niveles de K.

#### Estudios de propagación:

##### *Propagación por semillas:*

En el ensayo preliminar, bajo condiciones de invernadero, la semilla sin ningún tratamiento registró un 36% de germinación a los tres meses después de la siembra.

Los ensayos realizados en condiciones de laboratorio fueron evaluados a los 36 días de su establecimiento. La presencia o ausencia de luz en el proceso de germinación de la semilla no presentó efectos significativos sobre su capacidad de germinación, alcanzando un 40,6 y 58,6%, respectivamente (cuadro 6.1)

Cuadro 6.1: Efecto de la presencia o ausencia de luz sobre la capacidad germinativa en Pacul (*Krameria iluca*)

Tratamiento	Capacidad germinativa (%)
Luz fluorescente permanente	40,6 a
Oscuridad permanente	58,6 a

Valores seguidos por la misma letra en columnas, no difieren estadísticamente entre sí, LSD  $\alpha \leq 0,05$

La aplicación de ácido giberélico al 1% por 8 horas registró la menor capacidad germinativa con un 16,4%.

El mejor tratamiento pregerminativo evaluado correspondió a maceración en agua por 24 horas, alcanzando valores cercanos al 50% de germinación. Semillas escarificadas con papel lija y plantas testigo no presentaron diferencias estadísticas con ninguno de los demás tratamientos evaluados.

Cuadro 6.2: Efecto de cuatro tratamientos pregerminativos sobre la capacidad germinativa en Pacul (*Krameria iluca*)

Tratamiento pregerminativo	Capacidad germinativa (%)
Escarificación con papel lija	42,8 ab
Maceración en agua a temperatura ambiente por 24 horas	49,8 a
Aplicación de ácido giberélico al 1% por 8 horas	16,4 b
Testigo sin tratamiento	33,3 ab

Valores seguidos por la misma letra en columnas, no difieren estadísticamente entre sí, Duncan  $\alpha \leq 0,05$

Lamentablemente las plantitas obtenidas en estos ensayos sobrevivieron solo meses no alcanzando a desarrollar mas que tres o cuatro pares de hojas verdaderas, en el mejor de los casos. Se decidió evaluar un posible efecto de simbiosis con organismos que habitan en el sustrato en que se desarrolla la planta.

Al evaluar la capacidad germinativa de pacul en ensayos establecidos con sustrato de la zona de origen, con y sin esterilización, no se encontraron diferencias significativas sobre la germinación de las semillas y sobrevivencia de las plántulas. El porcentaje de germinación alcanzó valores entre un 25,0 y 30,3% con y sin esterilización, respectivamente. El porcentaje de sobrevivencia fue evaluado a los 115 días desde su establecimiento, alcanzando el 56 y 64% para sustrato con y sin esterilización, respectivamente.

Cuadro 6.3: Efecto de la utilización de sustrato colectado *in situ* bajo condiciones de presencia o ausencia de esterilización sobre la capacidad de germinación y porcentaje de sobrevivencia en Pacul (*Krameria iluca*)

Tipo de sustrato	Capacidad germinativa (%)	Sobrevivencia <sup>1</sup> (%)
Con esterilización	25,0 a	56,0 a
Sin esterilización	30,3 a	64,0 a

Valores seguidos por la misma letra en columnas, no difieren estadísticamente entre sí, LSD  $\alpha \leq 0,05$

Al realizar siembra en contenedores de mayor volumen (bolsas de vivero) se registró un 35% de germinación evaluado a los tres meses desde su establecimiento. A la fecha de cierre de este informe el porcentaje de sobrevivencia alcanza un 30%.

#### *Propagación por estacas:*

Este experimento fue evaluado en dos períodos, a los 9 y 14 meses desde su establecimiento. Tanto estacas provenientes de la zona apical y media como las cuatro concentraciones de hormona evaluadas (0, 250, 500 y 1.000 ppm de AIB en talco) presentaron un 0% de enraizamiento y formación de callo.

### 3.2.7

#### **Hierba del Clavo (*Geum queyllon*)**

3.2.7.1 Cumplimiento de los objetivos del proyecto y adaptaciones o modificaciones introducidas en la metodología

*Desarrollar estudios preliminares (hábitat natural, fenología, propagación, establecimiento en cultivo) en otra especie medicinal nativa de la VII región:*

Esta especie fue colectada en las quebradas húmedas en sectores cercanos a las Termas del Flaco, VII región. Debido a lo peligroso de la travesía para su ubicación junto con lo escaso del material encontrado solo se colectaron semillas no volviendo a la misma zona. Una planta fue conseguida a través de arrieros durante otra excursión. Además, de la caracterización edafoclimática sólo se pudo realizar un ensayo preliminar de germinación. Posteriormente, se realizaron dos excursiones dentro de la VII región en búsqueda de material vegetal, sin éxito. Información emanada de arrieros que conocen las plantas y sectores en donde crecen nos dieron la posible ubicación de una población con esta especie. Lamentablemente por problemas ajenos a nuestras manos no se pudo realizar una tercera excursión. El brote de fiebre aftosa en Argentina provocó el establecimiento de una barrera al paso de animales justamente a la zona de la cordillera que requeríamos ingresar. Se pidió autorización al S.A.G. ratificando la información antes entregada. Nosotros podíamos entrar pero sin animales. Lamentablemente el único medio de transporte viable eran los caballos razón por la cual no fue posible su realización.

3.2.7.2 Metodología utilizada y resultados

3.2.7.2.1 Metodología:

En marzo de 2000, se colectaron semillas de Hierba del Clavo en zona de quebradas cercanas a las Termas del Flaco, VI región. Descripciones visuales del hábitat de esta especie fueron realizadas, registrando características edáficas, presencia de humedad y especies asociadas, sin tomar muestras para análisis de suelo para su análisis químico. Se colectaron 60 semillas y se ocuparon en el establecimiento de un ensayo preliminar de germinación. En abril de 2000, 20 semillas en tres repeticiones fueron establecidas bajo condiciones controladas de laboratorio a 20°C y luz fluorescente permanente. La evaluación final fue realizada al día 33 desde su establecimiento.

3.2.7.2.2 Resultados:

*Estudios del hábitat natural*

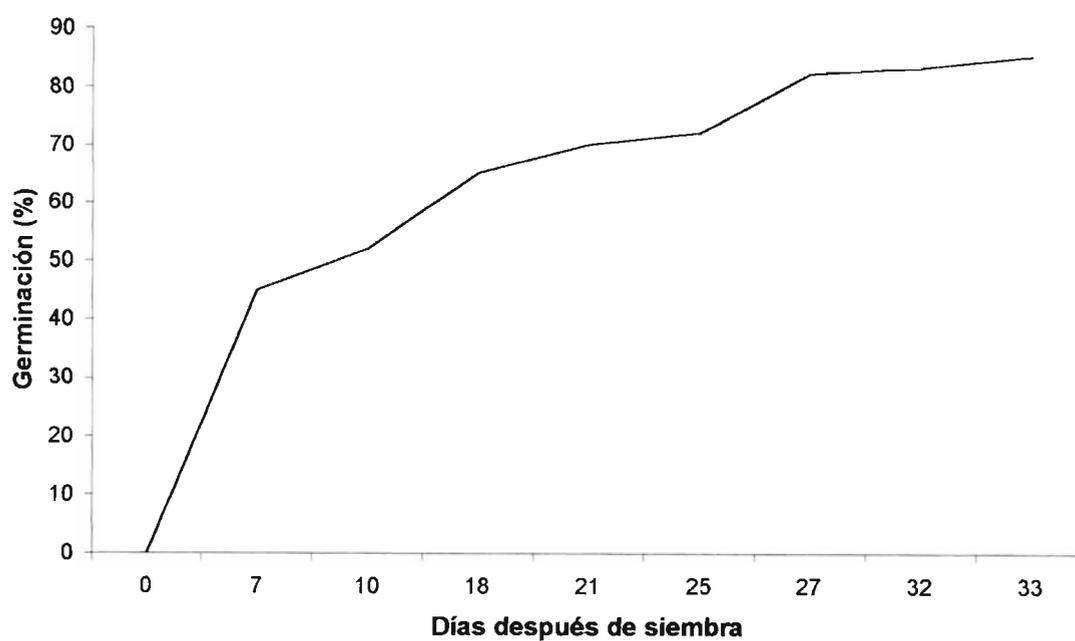
*Caracterización edafoclimática:*

Especie colectada en las quebradas húmedas en la cordillera de la VI región andina sobre los 1.900 m.s.n.m., asociada a panul, matico y pangue. Crece en suelos delgados con presencia de humedad permanente. Esta presente en zonas con climas mediterráneos, con precipitaciones sobre los 1.000 mm al año. Las temperaturas pueden llegar a valores negativos en invierno.

*Estudios de propagación:*

Hierba del clavo registró un 85% de germinación a los 33 días de establecido el ensayo, sin la aplicación de ningún tratamiento pregerminativo. El 50% de ellas sobrevivió mas de una temporada. En la figura 7.1 se muestra la germinación acumulada.

Figura 7.1: Germinación acumulada de Hierba del Clavo (*Geum queyllon*) a 20°C y luz permanente



#### IV. PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

*Dificultad de acceso a sectores con poblaciones naturales de bailahuén:* Lo que impidió la realización de los estudios originalmente propuestos *in situ* por lo que estudios de fenología y fluctuación anual fueron realizados bajo condiciones de cultivo.

*Escaso volumen de semillas de bailahuén durante la primera temporada:* Debido principalmente al desconocimiento de la etapa en que las semillas estaban listas para recolección y el pastoreo de cabras que se comen los vástagos florales bajando el nivel de semillas en la población de *H. taeda* en Termas del Flaco. Afortunadamente encontramos otra población con abundante producción de semillas que fueron colectadas para ensayos de propagación.

*Altas temperaturas en invernadero tecnificado:* Lo que nos obligó a ocupar un invernadero ubicado en el Campus Lircay de la Universidad de Talca construido con financiamiento del proyecto FIA C96-1-S-007 “Domesticación de especies nativas ornamentales de potencial uso industrial”.

*Lento servicio de curvas de humedad:* Debido al colapso y posterior pérdida de las muestras de suelo en el laboratorio de la Universidad de Concepción, la llegada de los resultados demoró casi un año, retrasando los ensayos de riego.

*Problemas climáticos:* Durante la temporada invernal de 2000 las abundantes lluvias y vientos fuertes retrasaron tareas dentro del proyecto, tales como salidas a terreno por colecta de material vegetal para propagación y mediciones de fenología que fueron realizadas posteriormente cuando declinó el frente de mal tiempo. Además, con el peso del agua y los fuertes vientos cedió la malla de sombradera ubicada sobre el invernadero del Campus Lircay, siendo reemplazada en primavera.

*Identificación de las especies de Haplopappus:* La gran cantidad de especies de *Haplopappus* en el país, junto con la inexistencia de estudios completos y recientes, han provocado que la actividad fuera mas compleja de lo previsto, pero desarrollado con éxito, identificando las cinco especies de bailahuén colectadas.

*Paro de camioneros durante el período octubre 2000- marzo 2001:* Cortaron la carretera impidiendo la visita a los ensayos de cultivo por el período que duró la toma. A pesar de todo, las plantaciones experimentales no sufrieron problemas serios.

*Tardía disponibilidad del agua de riego en octubre de 2000:* Debido a condiciones externas, el agua de riego sólo llegó a estar disponible en el mes de noviembre de 2000, trayendo como consecuencia problemas de estrés hídrico en las plantaciones. Esta situación fue solucionada a través de la conexión de nuestros ensayos a aguas provenientes de pozo profundo, asegurando su abastecimiento durante toda la temporada.

*Cortes de agua en el Campus Lircay durante el verano de 2001 por 10 días:* Situación que provocó el retraso del establecimiento de ensayos de propagación. A pesar que se establecieron cuatro períodos de restablecimiento del agua de media hora cada día, este no fue suficiente en disponibilidad y presión de operación para el adecuado funcionamiento del Mist-A-matic, que junto con las altas temperaturas del período estival hubiesen provocado la pérdida de material vegetal valioso.

*Burocracia administrativa en Casa Central:* Lo que provocó un retraso de tres meses en la tramitación de contratos para la temporada 2001 y posterior pago de honorarios provocando el descontento de la asistente de investigación.

*Avería en la impresora BJC'-2000:* Presentó problemas en el soporte del cartucho de tinta. Se envió al soporte técnico, siendo reparado.

*Imposibilidad de acceso a sectores cordilleranos para coleccionar material de propagación en las especies adicionales:* debido a erradicación de las poblaciones naturales mas cercanas y de mejor acceso, junto con el establecimiento de una zona de exclusión en sectores cordilleranos y la negativa del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) al ingreso al sector de la Laguna del Dial (Cordillera de Parral, sector con antecedentes recientes de la presencia de las especies apio panul, paramela y hierba del clavo), nos fue imposible coleccionar material vegetal para los ensayos de propagación.

*Pérdida de plantas en ensayo de cultivo en canelo y bailahuén:* Debido al ataque severo de *Phytophthora sp.* Afortunadamente se pudo en ambos casos suplir las pérdidas con plantas adquiridas en el caso de canelo o de reserva en bailahuén.

*Alta incidencia de heladas en el invierno de 2002:* Las bajas temperaturas registradas en los meses invernales provocaron pérdidas de brotes nuevos y ápices helados, principalmente en boldo y peumo. La severidad de las heladas se vio reflejada en las mediciones de largo y número de brotes, en especial en las plantas de peumo.

*Lluvias durante las primeras fechas de jornadas abiertas:* provocando una baja o nula asistencia a las primeras fechas establecidas para esta actividad. Sin embargo, la asistencia mejoró conforme las condiciones climáticas se presentaron mas favorables.

*Falta de compromiso de Luxcamp en el cuidado de las plantaciones comerciales:* Este es un punto muy importante para el desarrollo de uno de los objetivos del proyecto. El normal desarrollo de los cultivos en el sector de "El Molino" comuna de Teno ha sido quebrantado por la ausencia o mínima preocupación en realizar las labores apropiadas para el establecimiento de un cultivo comercial, resultando en una gran pérdida de plantas y bajos rendimientos. Es por ello, que se ocupó nuestra experiencia en la plantaciones experimentales para proceder a la evaluación.

*Pérdida del ensayo de riego en bailahuén por intensas lluvias en verano:* Por esta razón fue imposible evaluar el efecto de tres diferentes criterios de riego sobre el rendimiento de hojas y concentración de principios activos en bailahuén. Además para hacer mas confiable la evaluación de la humedad del suelo, se contrató el servicio de medición de humedad a

través de TDR, terminándose una semana y media después del fin de las lluvias debido a que el suelo aún se encontraba saturado de agua y no quedaba tiempo suficiente para nuevamente estresar a las plantas con los menores criterios de riego.

*Pérdida de datos importante por abandono de memorantes:* Ese es el caso del estudio de Karla Cordero con su memoria “Efectos de extractos de plantas medicinales nativas sobre microorganismos (bacterias y hongos)” y Enrique Contardo con el tema “Estudios de secado en boldo”.

## V Calendario de ejecución de actividades

### Comparación de actividades programadas y ejecutadas

Actividad	Fechas programadas	Fechas ejecutadas
Colección y multiplicación de diferentes orígenes de matico	Oct 1999- Mar 2001	Oct 1999- Mar 2000
Cosecha y análisis de alcaloides y aceite esencial en hojas de boldo en la plantación de descendencias	Ene 2000- Jul 2001	Ene 2000- Mar 2002 (extensión en una temporada)
Establecimiento de las plantaciones de matico	Sep 2000- Ago 2001	Ago 2000
Mediciones de los clones de matico	Oct 2000- Abr 2002	Oct 2000- Abr 2002
Evaluación de los estudios genéticos en boldo	Jul 2001- Dic 2001	Ene 2000- Sep 2003
Evaluación final de los datos obtenidos en los estudios genéticos de matico	May 2002- Dic 2002	Mayo 2002- Sep 2003
Elección de los lugares a estudiar y recopilación de datos climáticos, geográficos y de suelo	Oct 1999- Jul 2000	Nov 1999- Jun 2001 (fecha final de colecta para la última población de bailahuén)
Elección de las poblaciones e individuos a estudiar	Nov 1999- Sep 2000	Nov 1999- Jun 2001
Seguimiento de la fenología y descripción de caracteres botánicos de interés agronómico en canelo y bailahuén	Nov 1999- Dic 2001	Nov 1999- Oct 2002
Fluctuación anual de principios activos en canelo y bailahuén	Jun 2000- Jun 2003	Nov 2000- Mar 2003
Habilitar invernadero y camas calientes	Oct 1999- Jul 2000	Oct 1999
Recolección o adquisición de semillas y material vegetal de propagación en canelo y bailahuén	Nov 1999- Dic 2001	Nov 1999- Mar 2003
Establecer primeros ensayos de propagación y definir estudios siguientes en base a los resultados en canelo y bailahuén	Nov 1999- Abr 2002	Ene 2000- Mar 2003
Evaluación final de los ensayos de propagación en canelo y bailahuén	May 2002- Oct 2002	May 2002- Dic 2002
Instalación de equipos de riego en la Estación Experimental Panguilemo	Oct 1999- Oct 2000	Feb 2000

Actividad	Fechas programadas	Fechas ejecutadas
Determinar la curva de calibración del terreno	Oct 1999- Abr 2000	Nov 1999- Ago 2000
Comprar plantas de boldo y peumo para los ensayos de riego, luz y poda y demanda nutricional	Oct 1999- Ago 2000	Oct 1999- Oct 2000
Multiplicar matico para los ensayos de riego, luz, poda y demanda nutricional	Oct 1999- Ago 2001	Oct 1999- Mar 2000
Establecer plantaciones par los ensayos de riego, luz, poda y demanda nutricional en boldo, peumo y matico	Oct 1999- Ago 2001	Mar 2000- Ago 2000
Propagar o adquirir plantas de canelo y bailahuén para los ensayos de manejo	Jun 2000- Ago 2001	Ene 2000- Oct 2001
Aplicación de diferentes niveles de riego, tratamientos de luz y poda en boldo, peumo y matico	Oct 2000- Jun 2003	Oct 2000- May 2003
Establecer plantaciones para los ensayos de manejo en canelo y bailahuén	May 2001- Ago 2002	Ago 2000- Oct 2001
Mediciones en los ensayos de riego, luz y poda en boldo, peumo y matico	Ene 2001- Jun 2003	Jun 2000- Jun 2003
Ejecución y evaluación de los ensayos de manejo en las plantaciones de canelo y bailahuén	Sep 2002- Ago 2003	Sep 2001- Abr 2003
Evaluación final de los resultados obtenidos en los ensayos de riego, luz y poda	Jun 2003- Sep 2003	May 2003- Sep 2003
Determinar los nutrientes en el material cosechado	Ene 2002- Jun 2003	Dic 2001- Jun 2003
Evaluación de los resultados y estimación de la demanda nutricional en cada especie	Jun 2003- Sep 2003	Jun 2003- Sep 2003
Identificar los organismos fitopatológicos observados en las diferentes especies	Nov 1999- Ago 2003	Nov 1999- Sep 2003
Elegir las especies a estudiar e identificar los lugares donde crece	Nov 1999- Ago 2000	Nov 1999- Dic 2002
Estudios y recolección de material vegetal para ensayos de propagación	Oct 2000- Jun 2002	Mar 2000-Sep 2003
Ensayos de cultivo	Oct 2001- Jun 2003	
Registro de costos	Oct 1999- Jun 2003	Oct 1999- May 2003

Actividad	Fechas programadas	Fechas ejecutadas
Producción de plantas de boldo para cultivo comercial	Ene 2000- Sep 2001	Ene 2000- Sep 2001
Producción de plantas de peumo y matico para cultivo comercial	Sep 2000- Sep 2001	Mar 2001- Oct 2001
Establecer y evaluar plantación comercial en boldo, peumo y matico	Sep 2001- Jun 2003	Oct 2001- Abr 2003
Obtención de precios del mercado	Ene 2001- Jun 2003	Oct 1999- Sep 2003
Estimación de la rentabilidad de los cultivos	Ene 2003- Jun 2003	Ene 2003- Oct 2003
Día de campo 1	Ene 2001- Abr 2001	Mar 2001
Día de campo 2	Ene 2002- Abr 2003	Mar 2002
Jornadas abiertas y Día de campo	Ago 2002- May 2003	Oct 2002- Abr 2003
Exposición de los resultados en congresos o simposios	Ago 2002- Dic 2004	May 2001- ...
Publicación de resultados en revistas científicas o de divulgación	Ago 2002- Dic 2004	Abr 2002- ...
Elaboración de fichas de cultivo y monografías	Ene 2003- Sep 2003	Ene 2003- Oct 2003
Ofrecer muestras de los productos a agentes comerciantes o empresas procesadoras	May 2002- Sep 2003	Ago 2003- Sep 2003

## VI. CUADRO RESUMEN DE COSTOS

### Financiamiento solicitado al FIA

Item	Programado	Real	Saldo
Recursos Humanos	38.999.654	41.924.197	-2.924.543
Equipamiento	6.299.246	6.292.314	6.932
Infraestructura	1.778.780	746.763	1.032.017
Movilización y viáticos	6.956.255	8.092.304	-1.136.049
Materiales e insumos	12.637.597	11.624.257	1.013.340
Servicios de terceros	2.356.367	2.363.162	-6.795
Difusión	910.430	101.656	808.774
Gastos generales y administración	11.866.840	11.866.841	-1
Imprevistos	5.933.420	2.385.218	3.548.202
<b>TOTAL</b>	<b>87.738.589</b>	<b>85.396.712</b>	<b>2.341.877</b>

### Financiamiento Contraparte

Item	Programado	Real	Saldo
Recursos Humanos	40.200.806	40.200.806	0
Equipamiento	0	0	0
Infraestructura	6.708.421	6.708.421	0
Movilización y viáticos	0	0	0
Materiales e insumos	0	0	0
Servicios de terceros	0	0	0
Difusión	0	0	0
Gastos generales y administración	0	0	0
Imprevistos	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>46.909.227</b>	<b>46.909.227</b>	<b>0</b>

### Financiamiento total

Item	Programado	Real	Saldo
Recursos Humanos	79.200.460	82.125.003	0
Equipamiento	6.299.246	6.292.314	6.932
Infraestructura	8.487.201	7.455.184	0
Movilización y viáticos	6.956.255	8.092.304	-1.136.049
Materiales e insumos	12.637.597	11.624.257	1.013.340
Servicios de terceros	2.356.367	2.363.162	-6.795
Difusión	910.430	101.656	808.774
Gastos generales y administración	11.866.840	11.866.841	-1
Imprevistos	5.933.420	2.385.218	3.548.202
<b>TOTAL</b>	<b>134.647.816</b>	<b>132.305.939</b>	<b>2.341.877</b>

Nota: No incluye reitemizaciones.

## VII. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El martes 4 de abril de 2000 se recibió a un grupo de pequeños agricultores del sector de Placilla, VI Región. En él se trataron temas referentes a técnicas de propagación vegetativa, infraestructura de propagación y secado de plantas. Además, se dieron a conocer los objetivos generales del proyecto y la importancia de cuidar nuestra flora. Debido a que la petición de esta actividad fue realizada tardíamente no se acompañó de material de difusión.

La segunda actividad se realizó en el mes de julio de 2000. En él participaron 13 personas en el marco del curso "Producción de especies nativas en Invernadero" financiado por la Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Se realizó una visita al invernadero del campus Lircay, en donde se exhibieron las especies nativas con que se cuenta, junto con la infraestructura y técnicas de propagación. Además, se les mostraron los ensayos establecidos con anterioridad y se les explicaron los objetivos que persigue la realización de este proyecto, así como también de su financiamiento. Además se les entregó a cada participante un tríptico en donde se resumen distintas prácticas de propagación, tanto por semillas como vegetativa, y un resumen de los resultados del proyecto FIA anterior.

En el mes de noviembre de 2000, el proyecto se dio a conocer como parte de una nota en el programa ClaroOscuro, de cobertura regional dedicado a mostrar el estado actual del país frente a la tendencia mundial de consumir alimentos cuya producción sea ambientalmente mas sana. Dentro de ella destacaron los temas de agricultura orgánica y plantas medicinales.

En el mes de marzo de 2001, se realizó el Seminario: "Quality in Medicinal Plants from the Seed to the Final Product" dictado por el Dr. Ernst Schneider, PhytoConsulting, Alemania. Este seminario, al cual asistieron un total de 110 personas, contó con traducción simultánea, gastos costeados por FIA. Además, se realizó el primer Día de campo formal, en el que se mostraron los avances realizados durante el primer año de nuestro proyecto. En él se tocaron temas sobre identificación de plantas, propagación y ensayos de cultivo.

En el "Encuentro de Plantas Medicinales y Aromáticas: Mercado y Calidad", organizado por FIA el 31 de mayo de 2000 en Talca, se expuso un poster "Estudios de cultivo de algunas especies medicinales nativas de Chile" que resume los objetivos y una descripción de los estudios del presente proyecto. Adjunto se presentaron plantas en maceta de las diferentes especies en estudio y el producto deshidratado.

En "World Conference on Medicinal and Aromatic Plants" en Budapest (8 a 10 de julio de 2001) se presentó un poster "Domestication Studies in Matico (*Buddleja globosa* Hope).

El 28 de noviembre de 2001, el proyecto fue visitado por un grupo de mujeres Mapuches de la IX Región, en el marco de una gira financiada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y Ejecutada por la Ilustre Municipalidad de Loncoche denominada: "Mujeres Mapuches "Mapuche Domo", en busca de nuevas alternativas de producción orgánica en

plantas medicinales y aromáticas”. Para comenzar se realizó una charla expositiva, en donde se dieron a conocer los objetivos del proyecto y resultados parciales, para posteriormente terminar con la visita a nuestras parcelas experimentales establecidas en la Estación Experimental Panguilemo de nuestra universidad.

El 22 de marzo de 2002, se realizó el segundo Día de Campo oficial del proyecto. Veinte personas asistieron a dicha actividad, concentrando investigadores y empresarios del agro, principalmente. El Día de Campo se dividió en dos fases: una expositiva con apoyo visual mostrando un resumen de los objetivos y resultados parciales del proyecto y una segunda fase visita a las plantaciones

En abril de 2002, la publicación denominada “Domestication Studies of Matico (*Buddleja globosa* Hope)” apareció impresa en la revista *Acta Horticulturae* 576, p 203-206. En ella, se registran los trabajos expuestos en “World Conference on Medicinal and Aromatic Plants” realizado en Budapest entre el 8 y 10 de julio de 2001.

Entre los días 19 y 23 de agosto de 2002, se llevó a cabo las I Jornadas Iberoamericanas sobre Agrotecnología de Plantas Medicinales y el II Simposio de Plantas Medicinales del Género *Smilax*, en Antigua- Guatemala. En ella, se expuso el tema “Estudios de domesticación de Boldo (*Peumus boldus* Mol. Monimiaceae)”. El desarrollo de esta actividad fue financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) utilizando parte de los fondos correspondientes a imprevistos, previa autorización por parte de esta entidad.

Todos los primeros viernes de cada mes, desde octubre de 2002 a marzo de 2003, se realizaron jornadas abiertas del proyecto, en donde se realizó un seguimiento de los ensayos de cultivo de las especies boldo, matico, canelo, peumo y bailahuén. Dicha actividad se realizó el primer viernes de cada mes entre octubre de 2002 a marzo de 2003 en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca.

El 23 de diciembre de 2002, el proyecto fue visitado por un grupo de estudiantes de diferentes carreras provenientes de la Universidad de Michigan-USA, como parte de las actividades a cumplir durante su visita a nuestra universidad.

El 04 de abril de 2003, se realizó el segundo Día de Campo de este proyecto que contó con la asistencia de 27 personas. Este Día de Campo se dividió en dos partes una expositiva con apoyo de Datashow y una demostrativa en terreno. En el anexo 7 se adjunta una copia de la presentación mostrada en el Día de Campo.

En abril de 2003, el proyecto fue visitado por alrededor de 30 alumnos del tercer y cuarto año del Colegio Baltazar como parte de sus actividades extraordinarias.

Participación en el 3<sup>rd</sup> World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare (WOCMAP III) en Chiang Mai, Tailandia, del 3 a 7 de febrero de 2003. En este evento se expuso el trabajo "Alkaloid and Essential Oil Concentration in Different Boldo Populations (*Peumus boldus* Mol.)", el cual despertó gran interés. Además, este evento fue plataforma para juntarse con colegas de otros países quienes investigan temas similares.

Fue una excelente oportunidad para discutir, conocerse y hacer contactos, los más interesantes para nuestra línea de trabajo son los siguientes:

- José Miguel Aguilera de la PUC, Santiago, quien propone formalizar un proyecto en conjunto en el tema de boldo
- Uwe Schippmann, Federal Agency for Natural Conservation, Alemania, quien ha solicitado un artículo sobre la producción de boldo para la próxima edición de la revista "Medicinal Plant Conservation" (2004)
- Mónica Ihl, Universidad de la Frontera, Temuco, quien trabaja en la aplicación de efectos antioxidantes en diferentes especies, entre ellas boldo
- Andreas Plescher, Gerente de Pharmaplant, Alemania, quién ha manifestado un gran interés en desarrollar proyectos en conjunto
- José Abramo Marchese, Ministério da Educacao, Brasil, quien se interesó por nuestro trabajo como posible conferencia en el Congreso de Mejoramiento Genético de Plantas Medicinales que se realizará el próximo año en este país
- Ian Southwell, NSW Agriculture, Australia, quien manifestó su interés de analizar el aceite esencial de boldo
- Lyle Craker, EEUU, Editor de "Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants"

En el marco del V Congreso Internacional de Plantas Medicinales, organizado por la Corporación LAWEN y realizado del 8 a 11 de octubre de 2003 en Canelo de Nos, San Bernardo, Región Metropolitana, se presentaron los resultados de los estudios de cultivo de boldo en una conferencia ("Boldo - de Silvestre a Cultivado") ante una audiencia de aprox. 100 personas.

Queda pendiente el seminario de difusión que se realizará una vez terminado el libro con los resultados del proyecto, de acuerdo a la solicitud del 11 de agosto de 2003 y aprobado en la carta UP-N° 1104 con fecha 29 de agosto de 2003

## VIII. IMPACTOS DEL PROYECTO

El proyecto constituye un primer paso para el cultivo de especies medicinales nativas con impactos esperados en el mercado a mediano plazo.

Como impactos esperados en el ámbito económico se previó contar con datos que permitan estimar la rentabilidad de los cultivos. Lamentablemente, no se han cuidado los cultivos comerciales establecidas en la empresa LUXCAMP. Las plantas entregadas se plantaron mal, algunas con las raíces al aire, otras muy profundas, no se regaron suficientemente y los obreros a cargo de la tarea de desmalezar no eran calificados, por lo que hubo una importante pérdida de plantas y un notorio retraso del desarrollo. Por este motivo, las estimaciones económicas se basaron en rendimientos obtenidos en la Estación Experimental de la Universidad de Talca.

Este análisis económico demuestra claramente que el cultivo de boldo no es rentable con los precios actuales del mercado. Sin embargo, la empresa LUXCAMP ha comprado hojas de boldo frescas, las que se deshidrataron en condiciones controladas. Este producto de calidad superior se ofreció y se vendió a un precio más alto (US\$ 1,5), indicando un potencial mercado interesado en hojas de boldo de alta calidad. Hemos recibido también consultas (empresa SALUS) de dónde comprar hojas de boldo provenientes de cultivo.

La factibilidad de cultivar boldo se ha dado a conocer y discutido en eventos internacionales (I Jornadas Iberoamericanas de Agrotecnología de Plantas Medicinales en Antigua, Guatemala, Agosto 2002; WOCMAP III, Chiang Mai, Tailandia, Febrero 2003; V Congreso Internacional de Plantas Medicinales, Santiago de Chile, Octubre 2003), despertando gran interés.

Investigadores Europeos consultaron los niveles de ascaridol en hojas de boldo, compuesto que está en discusión por su toxicidad, siendo los presentes resultados los más completos en la cuantificación de este compuesto.

En bailahuén, hemos recibido una consulta de Fundación Chile. Esta institución pretende identificar las diferentes especies de bailahuén en productos comerciales en base a nuestros estudios. De este modo, el impacto sería restringir la comercialización de especies diferentes a *Haplopappus baylahuen*. Esperamos que el impacto no sea negativo, ya que esta última especie es muy escasa y todavía no existen cultivos que puedan abastecer la demanda que hoy es reemplazada por *H. multifolius*, *H. remyanus* y *H. taeda*, principalmente.

El matico mostró ser un cultivo rentable. Sin embargo, sólo podrá mantenerse en esta categoría si la oferta no excede a la demanda, la que está restringida y principalmente a nivel nacional. El estudio de los orígenes indicó que sobre todo el material genético proveniente de plantas que se encuentran en huertas es apto para el cultivo.

Las especies Peumo y Canelo no tienen mercado formal o sólo muy limitado. Sin embargo, existen los datos para un futuro cultivo.

En el transcurso del proyecto, en general, se ha detectado un aumento de interés para las especies medicinales nativas. Los datos concretos obtenidos en el proyecto transforman el cultivo de dichas especies en una alternativa real. Por ejemplo, LUXCAMP vio las plantas entregadas para una evaluación económica en terreno solo con la perspectiva de proyecto y sin un futuro ingreso, lo que fue probablemente el motivo de descuidarlas. Sin embargo, según nos informaron posteriormente que algunos de sus clientes hayan manifestado interés, consultado cantidades y precios de boldo, canelo y bailahuén.

En el transcurso del proyecto, a nivel internacional se han establecido las Buenas Prácticas Agrícolas para plantas medicinales y se están elaborando las Buenas Prácticas de Recolección Silvestre. Estos documentos seguramente harán valer el esfuerzo por producir las especies en condiciones de cultivo.

Esperamos que el presente proyecto aporte también en el futuro a un aumento de la producción de plantas medicinales chilenas, aumento de la calidad, aumento de precios por un producto homogéneo y proveniente de cultivo.

## IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Por especie:*

**Boldo:**

El proyecto aportó una gran cantidad de información técnica sobre el cultivo de esta especie, con resultados satisfactorios. Sin embargo, esta forma de producción a la fecha no es rentable por los muy bajos precios de hoja de boldo en el mercado. Ofrecer hoja de boldo de calidad proveniente de cultivo debe implicar un aumento significativo del precio.

**Bailahuén:**

El proyecto aclaró la confusión de diferentes especies de *Haplopappus* que se comercializan como "bailahuén", las que se clasificaron taxonómicamente, se tomaron en cultivo y se sometieron a estudios químicos y de actividad antioxidante. A la fecha, el *Haplopappus baylahuen* parece ser la especie con la menor actividad biológica y menor contenido de principios activos.

Para domesticar esta(s) especie(s), se deben profundizar, en primer lugar, los ensayos de bioactividad para definir cuál de las especies es la de mayor efecto medicinal. El cultivo de las especies no ha sido resuelto satisfactoriamente, debido a la alta mortalidad de las plantas en condiciones de cultivo. Sería de gran interés observar un cultivo de las especies en su hábitat natural y profundizar los estudios de cosecha (actividad que ha causado frecuentemente la muerte de la planta). Por la escasez de las plantas en su hábitat natural recomendamos controlar y limitar urgentemente la explotación silvestre.

**Matico:**

El matico es una especie que se puede cultivar fácilmente. El proyecto ha contribuido al conocimiento del efecto de diferentes factores agronómicos (origen, riego, cosecha) sobre la producción de hojas y la concentración de principios activos.

**Canelo:**

El canelo es una especie que reaccionó sensiblemente a las condiciones de cultivo en la Estación Experimental de Panguilemo. Las condiciones ambientales parecen no ser aptas para su cultivo. Un clima menos árido podría favorecer el normal desarrollo de las plantas. No se ha podido recopilar información sobre el mercado de la especie, el que actualmente parece ser muy limitado. Una mayor demanda justificaría, en el futuro, seguir con los estudios de cultivo de esta especie, de todos modos más al sur de la VII región.

### Peumo:

El peumo es otra especie nativa con limitada demanda en el mercado, pudiendo abastecerse actualmente de la recolección silvestre. Las plantas se adaptaron bien a las condiciones de cultivo. Sin embargo, por tratarse de un árbol sería interesante seguir estudiando la plantación por más años para poder evaluar su capacidad de recuperación después de la cosecha a largo plazo.

### *Por objetivo específico:*

#### Variabilidad genética en boldo y matico:

Los resultados han mostrado poca diferencia genética entre las diferentes poblaciones silvestres, sólo en el caso de boldo la descendencia proveniente de la V Región muestra mayores concentraciones de aceite esencial que los demás orígenes. El próximo paso sería establecer las diferentes descendencias en ambientes distintos (en el presente proyecto sólo se estudió el cultivo en la VII región) para determinar posibles interacciones con el ambiente.

#### Hábitat naturales de bailahuén y canelo:

Para canelo, las poblaciones naturales ubicadas en la VII región se están restringiendo cada vez más por la transformación de los ecosistemas naturales en paisajes intervenidos. El canelo no se adapta a las condiciones áridas que rigen al exterior de los bosques naturales.

En bailahuén, las especies provenientes del Norte (*Haplopappus baylahuen* y *H. remyanus*) mostraron serias problemas de adaptación a las condiciones de cultivo en la VII región, por lo que se recomienda su producción más al Norte en condiciones climáticas parecidas a las de su hábitat natural.

#### Características botánicas y fenológicas de interés agronómico en canelo y bailahuén:

El bailahuén (*H. baylahuén*) forma largos tallos con hojas pequeñas, lo que resulta en rendimientos insatisfactorios. Por el contrario, las especies *H. taeda* y *H. remyanus* forman rosetas con una interesante producción de hojas.

Para canelo, en este proyecto se buscó la producción de hojas, los que generalmente están agrupadas en las puntas de las ramas. De esta manera, se puede estimular su desarrollo con la poda, favoreciendo el crecimiento de brotes nuevos.

### Métodos de propagación de canelo y bailahuén:

Todas las especies de bailahuén estudiadas se propagan fácilmente por semillas. El factor de limitación es encontrar semillas viables. La propagación por estacas no se recomienda. En canelo, ambos métodos, sexual y asexual, resultan bien.

### Efectos de riego:

El boldo es una especie con excelente adaptación a las condiciones áridas, lo que se ha reflejado en los ensayos de cultivo donde no hubo respuesta positiva al riego. De esta manera, el boldo se puede cultivar tanto en suelos regados como en terrenos sin riego.

El peumo produce mayor rendimiento de hojas cuando establecido en terrenos de mayor capacidad de campo, sin que los principios activos se vean afectados.

El matico reacciona sensiblemente a la falta de agua, requiriendo de todos modos de terrenos regados.

En bailahuén, no se ha podido establecer el efecto del riego por la alta tasa de mortalidad de las plantas y por las lluvias estivales durante el ensayo. Sin embargo, sospechamos que el factor agua podría ser determinante en la cantidad de resina que produce una planta, la que mostró ser mayor en plantas silvestres y sin efecto aparente de la intensidad de luz.

### Efecto de la sombra:

El boldo ha mostrado una muy buena capacidad de adaptación tanto a condiciones de pleno sol como de sombra, al igual que el peumo. Estas especies pueden o no cultivarse intercalado en bosques de otras especies.

El matico pierde hojas y desarrolla mucho tallo bajo sombra, por lo que su cultivo se recomienda en condiciones de suficiente iluminación.

En bailahuén la instalación de sombra no mostró ningún efecto durante el primer año de cultivo, por lo que se supone que la luz no es el factor limitante en su desarrollo. Sin embargo, en la alta Cordillera está expuesta a una muy alta irradiación, por lo que no recomendamos cultivar esta especie inserta en un bosque.

### Efecto de poda:

Se ha establecido el efecto de la poda y la capacidad de rebrote en boldo, peumo y matico. Las plantas de matico se pueden cosechar desde su primer año de cultivo, en un solo corte en otoño o máximo dos cortes, uno en diciembre y otro al final de la temporada. El boldo se puede cosechar por primera vez al final del segundo o tercer año de cultivo, preferentemente en invierno. El rendimiento de peumo es mayor cuando se cosecha por primera vez a los tres años de la plantación. Cosechas anteriores perjudican el desarrollo.

### Demanda de nutrientes:

Para todas las especies se ha determinado la extracción de nutrientes con las partes de plantas cosechadas. Estos datos indican la cantidad de macro- y microelementos que debe reponerse a un cultivo según el rendimiento anterior. La fertilización puede aplicarse en forma orgánica o con fertilizantes químicos.

### Organismos fitopatógenos:

No se ha observado la incidencia de insectos o enfermedades específicas en las especies estudiadas. La causa de la mortalidad de las plantas de canelo y bailahuén en condiciones de cultivo se determinó como *Phytophthora*. Se recomienda cuidar la altura de las plantas y evitar el riego por surco.

### Estudios preliminares de otras especies:

Las especies *Haplopappus taeda*, *H. remyanus*, *H. multifolius* y *H. linifolius* se pueden propagar fácilmente por semilla. La especie que se adapta mejor a las condiciones de cultivo (VII región) es *H. taeda*.

La germinación de *Krameria* y La Hierba de Clavo fue satisfactorio, sin embargo, la sobrevivencia de plantas fue baja, por lo que recomendamos estudiar en el futuro las causas.

### Rentabilidad de los cultivos

El cultivo de boldo no muestra rentabilidad con los precios actuales del mercado. Sin embargo, el matico parece ser una especie rentable, así como la especie de bailahuén proveniente de la VI y VII región, *H. taeda*.

### Transferencia tecnológica:

Se recomienda resumir los resultados del presente proyecto sistematizados en un libro y presentándolos en un seminario abierto a todo público interesado.

## **X. OTROS ASPECTOS DE INTERÉS**

**XI. ANEXOS**

**Anexo 7.1: Integrantes Visita de Difusión (martes, 4 de abril de 2000)**

Luís Gabriel Tapia	Patricio Carquín	Elba Peña
Daniel Lucero	Josefina Vascañán	Edith Pavez
María Teresa Castro	Roberto Toledo	Marisol Pavez
Amanda Saavedra	Gabriel Liberona	José Cabello
Natalia Castro	Cristián Liberona	Isolina Gallardo
Claudia Morán	Heriberto Muñoz	Juan Cabello
Isabel Cornejo	Juan Becerra	Elsa Vargas
Mariana Ortega	Luís Castro	José Chacón
Félix Silva	Hugo Morán	Florinda Serda
Fernando Farfán	Sandra Sevalle	Verónica Farfán
Carlos Rodríguez	Senavia Silva	Elisabeth Carreño
Jaime Jimenez	María Silva	Josefina Ortega
Héctor Baeza	Francisco Escobar	Luís Polanco
Patricio Maldonado	Laura Garay	Hector Huerta
Jorge Salinas	Silvia Rivera	Hugo Morales
Florinda Serda		

SERVICIO PRODESAL PLACILLA  
OSCAR GAJARDO N° 102  
FONO: 72-913568

**Anexo 7.2: Visitantes actividad de difusión realizada el 03 de agosto de 2000.**

Nombre del proyecto: "Producción de árboles y flores nativas de Chile para la educación de los niños y hermoejamento de sectores públicos"

Nombre del curso en el marco del proyecto: "Producción de especies nativas en invernadero"

Fuente de financiamiento: Corporación Nacional del Medio Ambiente

Nómina de visitantes:

Nombre	Rut
Sara Barrientos Barrios	
Miriam Jara Campos	
Millaray Hormazabal Romero	
Marcela Ortiz Parra	
María Godoy Gutierrez	
María Leal Vegas	
Magdalena Osses Zúñiga	
Luís Cordero Muñoz	
Alfredo Sandoval Neculqueo	
José Retamal Oliveros	
Janson Adones León	
Gonzalo Valdivieso Gatica	

**Visitantes Seminario "Calidad en Plantas Medicinales desde semilla hasta el producto final" y "Día de Campo de Plantas Medicinales Nativas"**

Arancibia Moya Hugo  
Adasme Berrios Cristian  
Alfaro Gutiérrez Osvaldo  
Aliaga Castro Augusto  
Amigo Muñoz Ximena  
Aquileo Valenzuela María  
Arenas Obreque Loreto

Barrera Abrigo Paula  
Berrios Carolina  
Berti Diaz Marisol  
Bravo Osses Carolina

Brevis Patricio  
Cabezas Riquelme José  
Cáceres Aliaga Marcela  
Cáceres Morales Miguel  
Calquin Galvez Jenny  
Carrasco G. Basilio  
Castro Concha Juan  
Cifuentes Rodolfo  
Contreras Nesty  
Cortés Vasquez Oscar  
Diaz Saenger Rodrigo  
Escobar Aravena  
Edgardo  
Fernández Quilodrán Liza  
Fischer Susana  
Flores Alicia  
Fredes Cristian  
Frerker Hessinger Mario  
Frerker Shuhfeld Abraham  
Fuentes Meriño Elia  
Fuentes Ramirez Ernesto

González Gladys  
González Hilda  
González Mauricio  
González Ortiz Karina  
Guevara Blanco Patricio  
Guzmán Murga María  
Guzmán Theoduloz  
Rayén  
Hesbach Verna  
Hettich Vorphal Walter  
Hevi Felicitas  
Huenchuleo Pedreros  
Carlos  
Jara Francisco  
Kania Karl  
Landeros Guerra Yamil  
Laval Ema  
Lazcano Rios Rony  
Lazcano Salazar Carola  
Labra Juan  
Leyton Ben - Hur  
Lisboa Mario  
Martinez Molina Luis  
Medel Manuel  
Morales Kara  
  
Muñoz Caballos Iván  
Muñoz Diego  
Muñoz Jorge  
Muñoz Ortega Francisco  
Opazo Arce Claudio  
Orellana Hugo  
Ortiz Gastón  
Oyarzo Monsalve Ingrid

**Visitantes Seminario "Calidad en Plantas Medicinales desde semilla hasta el producto final" y "Día de Campo en Plantas Medicinales Nativas"**

Pacheco Soledad

Vásquez Palma Carolina

Pereira Marcia

Vasquez Ximena

Pérez Hermán

Vergara Diaz Gustavo

Pérez Hernán

Wilckens Rosemarie

Pérez Peña Alejandra

Yáñez Corvalán Paola

Pino Sandra

Zambrano Fernandez

Carlos

Ripal Raúl

Riquelme Reyes Jorge

Académicos Universidad de Talca

Riveros Urzúa Guillermo

Rocha Alejandro

Astudillo Luis

Rodriguez Hugo

Díaz José

Rodrigo Sonia

Doll Ursula

Rojas Arroyo Maribel

Lolas Mauricio

Rojas Avaca María

Peñailillo Patricio

Rojas Pamela

Retamales Jorge

Rosales Elizabet

Paillán Hermán

Salazar Rodrigo

San Martín José

Sánchez Nómez Pedro

Schmeda Guillermo

Sepúlveda Fuentes Macarena

Vogel Hermine

Sepúlveda Villalta

Beatriz

Asistentes de Investigación y Tesistas

Silva Patricio

Fica Connie

Smulders Fredy

González Benita

Ubilla González Erika

Norambuena Sandra

Ulloa Roberto

Pincheira Andrea

Van Dycke Frederic

Scheeberger Roxana

Vargas Vergara

**Anexo 12.1: Listado de personas de la gira FIA:**

**Visitantes "Mujeres Mapuches "MAPUCHE DOMO", en busca de nuevas alternativas de producción orgánica en plantas medicinales y aromáticas"**

Evelyn Triviño	Ingeniero Agrónomo
Carol Gatica	Técnico Agrícola
Patricia Salazar	Técnico Agrícola
Miriam Fuentes	Agricultora
Eva Quechupan	Agricultora
Edith Collinao	Agricultora
Hilda Cayufile	Agricultora
Zunilda Briceño	Agricultora
Jacqueline Rivera	Agricultora
Irene Pichilaf	Agricultora
Marcia Zapata	Agricultora
María Perez	Agricultora
Erika Ríos	Agricultora
Ingrid Millafilo	Agricultora
Flor Rojas	Agricultora

Nº 1  
Nº 2  
Nº 3  
Nº 7  
Nº 10

SECCION 2 PARTICIPANTES (adjuntar copia resumida de acuerdo a pauta adjunta Anexo 2)							
NOMBRE	RUT	FONO	DIRECCION POSTAL	REGION	LUGAR DE TRABAJO	ACTIVIDAD PRINCIPAL	FIRMA
1. Evelyn Triviño v. 105		09-6472107	Av. Alemania 69516	Novena	Loncoche	Ingeniero Agrónomo	<i>Evelyn Triviño</i>
2. Carol Gatica M. 105		09-9201697	Av. Villarrica 159-B	Novena	Loncoche	Técnico Agrícola	<i>Carol Gatica</i>
3. Patricia Salazar V. 105		09-5487488	Aviador Acevedo 1165 Villarrica	Novena	Loncoche	Técnico Agrícola	<i>Patricia Salazar</i>
4. Miriam Fuentes P. 105		-----	Radio Loncoche	Novena	Pindapulli	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Miriam Fuentes</i>
5. Eva Quechupan C. 105		-----	Radio Loncoche	Novena	Pudían	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Eva Quechupan</i>
6. Edith Collinao C. 105		-----	Radio Loncoche	Novena	Liglelfun	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Edith Collinao</i>
7. Hilda Cayufile M. 105		-----	Radio Loncoche	Novena	Liglelfun	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Hilda Cayufile</i>
8. Zunilda Briceño G. 110		09-2929420	Radio Loncoche	Novena	San Ramón	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Zunilda Briceño</i>
9. Jaqueline Rivera C. 105		09-7166120	Radio Loncoche	Novena	Muquen	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Jaqueline Rivera</i>
10. Irene Pichilaf L. 105		09-7911127	Radio Loncoche	Novena	Cuno	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Irene Pichilaf</i>
11. Marcia Zapata S. 105		09-3940461	Radio Loncoche	Novena	La Paz	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Marcia Zapata</i>
12. Maria Perez V. 106		09-8466642	Radio Loncoche	Novena	Collico	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Maria Perez</i>
13. Erika Rios V. 105		09-6743207	Radio Loncoche	Novena	Collico	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Erika Rios</i>
14. Ingrid Millafilo C. 105		-----	Radio Loncoche	Novena	Collico	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Ingrid Millafilo</i>
15. Flor Rojas S. 106		09-4299304	Radio Loncoche	Novena	Collico	Agricultora Hortalicera y Chacarera	<i>Flor Rojas</i>

**Anexo 12.2 Listado de visitantes Día de Campo de Plantas Medicinales Nativas**

Hernán Pérez  
María Graciela Navarro  
Andrea Delgado  
Carolina Aguilera  
Loreto González  
Ursula Doll  
Claudia Tramón  
Nelly Schindler  
Daisy Miranda  
Sonia Rodrigo  
Mauricio González  
Yerly Villar  
Hilda Aedo  
César Pavez  
Susana Fischer  
Alejandro Montecinos  
Marisol Berti  
Diego Muñoz  
Paola Jubal  
Benita González

Nombre	Dirección	E-mail	celtelchile	Firma
HERNAN PEDEZ A.	A. P. Luis Letrich	apricolo@uxcamp		<i>[Signature]</i>
Marie Francis Navarro	Villa Luxemburgo	m.lopez.13@gmail.com		<i>[Signature]</i>
Andrea Delgado T.	Freire 960-306-B Conce	adelgado@utt.cl		<i>[Signature]</i>
Carolina Aguirre Avello	Avenida Coloso 821 Concepc.	carolaguirre@udec.cl		<i>[Signature]</i>
LOPEZO GONZALEZ G.	Avenida ANDALUEN 7. Conce	llopezgonzalez@123mail.cl		<i>[Signature]</i>
URSULA DOLL	UTALCA	udoll@pehuenshe-ci.cl		<i>[Signature]</i>
Claudia Tramen	UDT - Ude Concep	cltramen@udec.cl		<i>[Signature]</i>
Kelly Schindler M.	Alameda 2130 #4 B	nelis.schindler@hotmail.com		<i>[Signature]</i>
Daisy Miranda C.	Alc. Jorge Montecinos	9747570.daisy.miranda@gmail.com		<i>[Signature]</i>
Sandra Pedreira P.	Rubén Plata 870	486462@celtelchile.net		<i>[Signature]</i>
Mauricio González D.	7 1/2 PTE O'HIGGINS TALCA	mauricio.gonzalez@cipres-urica.cl		<i>[Signature]</i>
Yuli Villar M.	Av. Pehuenhue Norte 1538 Higuera	yulivillar@uimail.com		<i>[Signature]</i>
Hilda Aedo	UTALCA	hilda@syber.com		<i>[Signature]</i>
CÉSAR PAVEZ C.	U. de CONCEPCIÓN	cpavez@udec.cl		<i>[Signature]</i>
SUSANA FISCHER G.	U. de Concepción	sfischer@udec.cl		<i>[Signature]</i>
ALEXANDRO MONTENEGROS U.	"	ALEXANDRO.MONTENEGROS@UDC.CL		<i>[Signature]</i>
MARISOL BERTI D.	U. de Concepción	mberti@udec.cl		<i>[Signature]</i>
Yilga Muñoz	UCH	yilga@uchile.cl		<i>[Signature]</i>
Paula Isabel M.	1° Talca	paulaib@celtelchile.cl		<i>[Signature]</i>
María Inés González	C Talca	mariainez@hotmail.com		<i>[Signature]</i>

**Jornadas abiertas**

Juanita Caja León  
 Miguel Marín Navarrete  
 José Manuel Muñoz V.  
 Karol Castro Salazar  
 B. Bueno  
 Mauricio Palma  
 César Arellano  
 Sonia Rodrigo  
 Benedicta Díaz  
 Luisa Romero  
 Mary Cruz  
 Paula acevedo Coria  
 Mauricio González  
 Maribel Rojas Arrollo  
 Sandra Noranbuena  
 Gladys González O.  
 Hilda Aedo C.

**Día de Campo**

José Pérez Pinochet  
 María Violeta Peña Salinas  
 Cesar Ramírez  
 Alicia Lidia Zapata  
 Jacqueline del Pilar González Pérez  
 Catalina Pino Salinas  
 Fany Díaz Zapata  
 Carlos Humberto Cáceres Zúñiga  
 Luis Cáceres  
 Carlos Patricio Flores Norambuena  
 Manuel Fuentes Suarez  
 Luis Campos Troncoso  
 Altina Lizama Miño  
 María Zagal  
 Marcelino Faúndez Lillo  
 Manuel Alfaro Muñoz  
 Ricardo Escalona Albornoz  
 Isidro Escalona Ramos  
 Miguel Medel Henríquez

Genaro Méndez Orellana  
 Héctor Antonio Caro Lara  
 Jorge Basoalto Campos  
 Juan Faúndez Lillo  
 Rafael Villegas Aguilera  
 Erasmo Alarcón  
 Renato Muñoz Carrasco  
 Mario Herrera Herrera

**Michigan State University**

Jarred Ali  
 Deanna Petkoff  
 Dan Gutteridge  
 Katie Kowalski  
 Jane O'Brien  
 Dug Reaves  
 Chrislyn Drake  
 Jeremy Love  
 Laura Barret  
 Russell Thoin  
 Kent Hollard  
 Christopher Caszatl  
 Jessica Cinak  
 Patrick Lusher  
 Julie Barch  
 Stacy Sandborn  
 Maya M<sup>c</sup>Coy  
 Dan Thompson  
 Jon De Uries  
 Marcia C. Jones  
 Adam Montri

TRATAMIENTOS  
ESPECÍFICOS PARA  
ALGUNAS ESPECIES NATIVAS

Enraizamiento: 3 meses (80%)

Guindo Santo (*Eucryphia glutinosa*):

Recolección de las estacas: otoño.

Tipo de estaca: apical de rama de rebrote de tocón con 2 hojas.

Tratamiento de las estacas: hormona AIB (500 ppm en solución)

Enraizamiento: 5 meses (60%)

Estas recomendaciones fueron determinadas bajo el proyecto FIA "Domesticación de especies nativas ornamentales de potencial uso industrial".

En este nuevo proyecto se pretende encontrar las mejores condiciones que generen el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible en las especies:

- Canelo (*Drimys winteri*)
- Bailahuén (*Haploppappus* sp) (herbácea)

Según literatura, el canelo es una especie de muy lento enraizamiento. La producción de callo en la temporada más favorable demora al menos 5 meses.

En el caso de bailahuén, no existen antecedentes sobre propagación vegetativa, por lo que su estudio requiere un mayor cuidado.

Universidad de Talca

Fundación para la  
Innovación Agraria

Av. Lircay s/n, Talca.

Teléfono: (71)200214

PROPAGACIÓN DE  
ESPECIES NATIVAS  
ARBOREAS

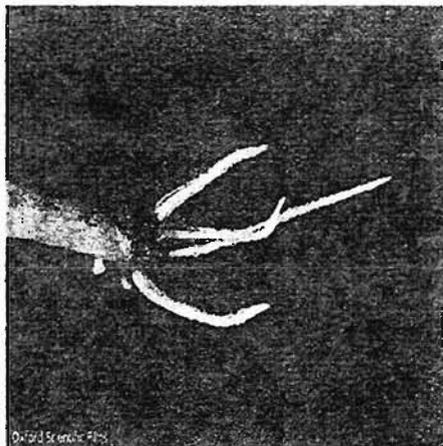
Universidad de Talca

Fundación para la  
Innovación Agraria



*Drimys dentro del marco del  
Proyecto FIA "Estudios de cultivo  
de plantas medicinales nativas de Chile"*

## PROPAGACIÓN POR ESTACAS



Es una de las principales formas de propagación vegetativa.

Entre sus ventajas destaca la producción de individuos idénticos al material parental, lo que se refleja en una mayor homogeneidad. Además de obtener una plántula más desarrollada en las primeras etapas.

Existen diferentes tipos de estacas:

- Estacas de madera dura
- Estacas de madera semidura
- Estacas de madera suave
- Estacas herbáceas

Cada especie tiene características específicas que hacen diferir la forma de propagación. Factores como la época de colecta del material vegetal, parte del árbol de donde se colecta, zona de la ramilla y tratamientos aplicados, etc.

### CONDICIONES AMBIENTALES FAVORABLES PARA EL ENRAIZAMIENTO

Es importante en este punto, tener presente la temperatura en la base de la estaca y la humedad ambiental.

Días de altas temperaturas aumentan el peligro de deshidratación de la estaca. Sistemas nebulizadores se han utilizado para ello. Dentro de los más conocidos se encuentra en MIST- A- MATIC.

Para promover un enraizamiento más rápido, se utilizan sistemas que permitan mantener el sustrato a temperaturas entre los 20 a 25 °C. Para ello, las camas calientes presentan suma importancia.

### TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA ALGUNAS ESPECIES NATIVAS

#### Matico (*Buddleja globosa*):

Recolección de estacas: primavera  
Tipo de estaca: segmento apical de la rama con 2 a 3 hojas  
Tratamiento de la estaca: hormona AIB (1000 ppm en solución)  
Enraizamiento: 45 días (80%)

#### Maqui (*Aristotelia chilensis*):

Recolección de estacas: otoño-primavera  
Tipo de estaca: segmento apical de la rama de rebrote de tocón con 2 a 3 hojas  
Tratamiento de la estaca: hormona AIB (1000 ppm en solución)  
Enraizamiento: 45 días (100%)

#### Peumo (*Cryptocarya alba*):

Recolección de estacas: otoño  
Tipo de estaca: segmento apical de la rama de individuos jóvenes o de rebrotes de tocón con 2 a 3 hojas. Herir la base de las estacas.  
Tratamiento de la estaca: hormona AIB (mayor a 3000 ppm en solución)  
Enraizamiento: 5 meses (59%)

#### Espino (*Acacia caven*):

Recolección de estacas: invierno  
Tipo de estaca: segmento apical de la rama de individuos jóvenes o de rebrotes de tocón con 2 a 3 hojas. Herir la base de las estacas.  
Tratamiento de la estaca: hormona AIB (mayor a 5000 ppm en solución)  
Enraizamiento: 4 meses (35%)

#### Notro (*Embothrium coccineum*)

Recolección de estacas: otoño-primavera  
Tipo de estaca: segmento apical de la rama de rebrotes de tocón con 2 a 3 hojas. Herir la base de las estacas.  
Tratamiento de la estaca: hormona AIB (1000 ppm en solución)

TRATAMIENTOS  
PRERMINATIVOS  
ESPECÍFICOS PARA ALGUNAS  
ESPECIES NATIVAS

*Matico (Buddleja globosa):*

Recolección de semillas: febrero– marzo  
Epoca de siembra: primavera-verano  
Tratamiento prerminativo: inmersión en agua fría por 48 horas.  
Emergencia: 10 a 12 días después de la siembra (20°C)

*Maqui (Aristotelia chilensis):*

Recolección: diciembre–enero  
Epoca de siembra: otoño–invierno  
Tratamiento prerminativo: inmersión en agua fría por 72 horas  
Emergencia: 28 a 30 días después de siembra

*Peumo (Cryptocarya alba):*

Recolección de frutos: abril a mayo. Separar la pulpa de las semillas.  
Epoca de siembra: otoño–primavera  
Tratamiento prerminativo: inmersión en agua fría por 24 horas.  
Emergencia: 30 a 40 días después de la siembra.

*Espino (Acacia caven):*

Recolección de semillas: febrero–marzo  
Epoca de siembra: primavera–verano  
Tratamiento prerminativo: remojo en ácido sulfúrico comercial por una hora.  
Emergencia: 5 a 6 días después de siembra

*Notro (Embothrium coccineum)*

Recolección de semillas: febrero–marzo  
Epoca de siembra: primavera  
Tratamiento prerminativo: 1 a 2 meses de almacenaje en frío (4°C), remojo por 72 horas en agua fría previo a la siembra  
Emergencia: 46 días después de la siembra.

Universidad de Talca

Fundación para la  
Innovación Agraria

Av. Lircay s/n, Talca.

Teléfono: (71)200214

PROPAGACIÓN DE  
ESPECIES NATIVAS  
ARBÓREAS

Universidad de Talca

Fundación para la  
Innovación Agraria



Difusión dentro del marco del  
Proyecto FIA "Estudios de cultivo  
de plantas medicinales nativas de Chile"

## PROPAGACIÓN POR SEMILLAS



La semilla es el órgano de multiplicación natural.

Algunas semillas son viables, es decir, capaces de germinar y

transformarse en plantas sanas sólo durante unos días después de desprenderse del árbol parental. Otras conservan la viabilidad durante años.

Cada especie tienen un período propio de viabilidad. Las semillas sembradas después de dicho período pueden producir plantas débiles o no germinar.

A veces se confunde la falta de viabilidad de una semilla con su período de dormancia. Muchas semillas necesitan pasar una fase de descanso tras haberse desprendido de la planta parental, antes de estar en condiciones de germinar y transformarse en plantas nuevas.

Para acortar en período de dormancia de la semilla (incapacidad de germinar) y obtener una producción homogénea de plantitas, se realizan tratamientos pregerminativos a la semilla. Dichos tratamientos se pueden clasificar de acuerdo al tipo de dormancia que se requiere romper:

A) Letargo o dormancia exógena física:

• Escarificación química: Realizada normalmente con ácido sulfúrico de con-

centración comercial con tiempos de exposición entre 10 y 60 minutos a temperaturas entre 15 a 25 °C. Como ventajas se cuenta que es efectivo para varias especies, no precisa de equipamiento especial, se puede conservar la semilla durante un mes, se pueden sembrar en forma manual o mecánica y suelen ser menos atacadas por patógenos. Entre los inconvenientes destaca la falta de información específica para cada especie sobre tiempo de exposición y temperatura y su peligrosidad para ser utilizado por un obrero no calificado.

- Inmersión en agua caliente: consiste en sumergir la semilla en agua a temperatura entre 75 y 100 °C, dejando enfriar durante 12 horas. Ventajas: no necesita ningún equipo específico, de costo insignificante, se obtienen buenos resultados con varias especies, es de aplicación sencilla y poco peligrosa, no necesita de obreros especializados. Dentro de los inconvenientes destaca el que deja semillas blandas que se adhieren unas a otras, lo que dificulta su siembra, además existe el peligro de dañar las semillas y sus resultados son variables.

- Inmersión en agua fría: Sumergir en agua a temperatura ambiente entre 24 a 48 horas. Deben desecharse las semillas que floten, generalmente vanas.

- Estratificación mecánica: con algún material abrasivo (lija) en forma manual o con escarificadores, variando la dureza del abrasivo y el tiempo del tratamiento. Es

efectivo en gran número de especies, no existe peligro de daño a la semilla, puede demorarse algunos días antes de sembrar. Es compatible con la siembra mecanizada.

- Extracción del embrión: mediante operación manual semilla a semilla: Es muy lento.

B) Para letargo o dormancia exógena química:

- Eliminación de pericarpio.

- Lavado intenso o lixiviación: Los inhibidores se remueven remojando las semillas en agua corriente o cambiándoles el agua con frecuencia. Varía entre 12 a 24 horas.

C) Letargo o dormancia endógena:

- Estratificación en frío: Consiste en mezclar la semilla con un material inerte (arena o turba) humedecido y conservarlas en frío entre 2 y 4°C durante 60 a 90 días.

- Estratificación caliente seguida de estratificación en frío: similar al anterior. Consiste en una conservación durante uno a tres meses con temperaturas de 30°C en el día y 20°C en la noche, pasando a un período similar bajo temperaturas de 2 a 4°C.

- Tratamientos hormonales: con aplicación de citoquininas o giberelinas.



Universidad de Talca  
Facultad de Ciencias Agrarias

Fundación para la Innovación Agraria  
(FIA)

## **Seminario y Día de Campo**

14 de marzo de 2001

### **Calidad en Plantas Medicinales desde la Semilla hasta el Producto Final**

Seminario

Dr. Ernst Schneider, PhytoConsulting, Alemania

11.30 -- 13.00 h Salón Diego Portales, Campus Lircay

### **Estudios de Cultivo de Algunas Especies Medicinales Nativas de Chile – Boldo, Matico, Canelo, Bailahuén y Peumo**

Día de Campo

Proyecto FIA V99-0-S-032

14.30 – 17.00 h

en Invernadero Campus Lircay y Estación Experimental Panguilemo (Ruta 5)

**Información: Facultad de Ciencias Agrarias +71-200214 y 200233  
hvogel@pehuenche.otalca.cl**

## ESTUDIOS DE CULTIVO DE ALGUNAS ESPECIES MEDICINALES NATIVAS DE CHILE

Día de Campo  
22 de marzo de 2002

### Objetivo general

Estudiar, optimizar y afinar métodos de cultivo de algunas especies medicinales nativas de Chile, con fines de producir material vegetal homogéneo y de alta calidad

### Objetivos específicos

- Estudiar la variabilidad genética de los principios activos en boldo y la variabilidad morfológica y de rendimiento en matico;
- Conocer las características ambientales del hábitat natural en que se desarrolla el canelo y el bailahuén;
- Describir las características botánicas y fenológicas de interés agronómico en canelo y bailahuén;
- Desarrollar métodos de propagación por semilla y vegetativa (canelo y bailahuén);
- Determinar posibles efectos de riego sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos en: boldo, peumo, matico y bailahuén;
- Determinar cuáles especies se podrán o deberán plantar bajo sombra;

### Objetivos específicos

- Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote en boldo, peumo, matico, canelo y bailahuén;
- Determinar la demanda de nutrientes en las diferentes especies;
- Identificar los organismos fitopatológicos observados en las diferentes especies;
- Desarrollar estudios preliminares (hábitat natural, fenología, propagación, establecimiento de cultivo) en otra especie medicinal nativa de la VII región;
- Estimación de la rentabilidad de los cultivos (boldo, matico, peumo) en base a costos y precios actuales y potenciales;
- Transferir y publicar los resultados obtenidos.

### Equipo técnico

- Hermine Vogel, Ing. agr., Dr.: Plantas medicinales y mejoramiento genético
- Ursula Doll, Ing. agr., Dr.: Especies forestales, ecología, fisiología
- Iván Razmilic, Químico, Dr.: Química de productos naturales
- José San Martín, Biólogo MScs: Botánica
- Mauricio Ponce, Ing. forest., Dr.: Economía
- Patricio González, Geógrafo, MScs: Agroclimatología
- Eduardo Fuentes, Biólogo, Dr.: Entomología
- Samuel Ortega, Ing. agr., Dr.: Riego
- Mauricio Lolas, Ing. agr., Dr.: Fitopatología
- Benita González, Ing. agr.: Asistente de investigación
- Sandra Norambuena, Ing. agr.: Asistente de investigación

### Las especies estudiadas

- Boldo (*Peumus boldus* Mol)
- Matico (*Buddleja globosa* Hope)
- Peumo (*Cryptocarya alba* (Mol) Looser)
- Canelo (*Drimys winteri* J.R. et G. Forster)
- Bailahuén (*Haplopappus baylahuen* Remy)

## Boldo

- Especie medicinal descrita en diferentes farmacopeas europeas
- Exportación de la hoja seca (> 1.000 t/año)
- Recolección del hábitat natural
- Principios activos: alcaloides, aceite esencial, flavonoides, taninos

## Estudios de la variabilidad en boldo

Comparación de plantas descendientes de diferentes orígenes: V, VII y IX región



## Concentración de principios activos en las descendencias de boldo establecidos en Talca (2000-2001)

Origen de la semilla	Aceite esencial (ml/100 g MS)	Alcaloides (%)
V región	3,67 a	0,10 b
VII región	2,48 b	0,13 a
IX región	2,19 b	0,13 a

## Boldo: efecto de luz

	Luz (normal)	Sombra
Aceite esencial <small>ml/100 g</small>	1,45	1,39
Alcaloides %	0,25	0,27
Crecimiento temporada <small>cm</small>	20,5 A	13,5 B
Nº brotes	14,8	13,9
Altura <small>cm</small>	60,9 A	46,5 B



## Matico

- Arbusto cuyas hojas se usan tradicionalmente como cicatrizantes
- Efectos diuréticos, antiinflamatorios y de antiséptico local
- Uso en la curación de heridas, úlceras, afecciones hepáticas y trastornos digestivos
- Principios activos: terpenos, flavonoides, alcaloides y taninos

## Estudios de la variabilidad en matico

- Evaluación de diferentes procedencias de origen tanto silvestre como de cultivo en Talca
- Evaluación de las poblaciones naturales



### Variabilidad en diferentes procedencias de matico

Origen	Concentración			Rendimiento		
	Alcaloides %	Flavonoides %	Taninos %	Hojas kg/pl	Area foliar cm <sup>2</sup> /hoja	Hojas total
Pencahue	0,03 b	0,17	1,10	0,19	68	0,6 abc
Talca	0,13 a	0,19	1,42	0,21	65	0,6 ab
San Javier	0,10 ab	0,18	1,71	0,23	75	0,5 bc
Los Ruales	0,03 b	0,19	1,84	0,19	68	0,6 abc
Tolhuaca	0,07 ab	0,25	1,84	0,13	64	0,7 a
Los Queñes	0,04 ab	0,18	1,39	0,14	59	0,5 c

### Efectos de riego en matico

	65% CC	20% CC
Rendimiento hoja kg/pl	0,22 A	0,15 B
Area foliar cm <sup>2</sup> /hoja	74,5 A	58,5 B
Hojas : total	0,60	0,57
Alcaloides %	0,05	0,08
Flavonoides %	0,19	0,19
Taninos %	1,86 A	1,24 B



### Efecto de un despunte en el primer año

	Con despunte	Sin despunte
Rendimiento hoja kg/pl	0,18	0,18
Area foliar cm <sup>2</sup> /hoja	54,2 B	78,8 A
Hojas : total	0,58	0,59
Alcaloides %	0,06	0,07
Flavonoides %	0,21	0,18
Taninos %	1,59	1,50

### Canelo

- Arbol sagrado de los Mapuche
- Requiere de suelos húmedos
- Medicina popular: la corteza se usa como febrífugo, para limpiar heridas, úlceras o para drenar abscesos
- Infusión de hojas: como tónico estomacal, estimulante, diurético y antirreumático
- Actividad antibacteriana, insecticida, antiinflamatoria y antitumoral
- Principios activos: taninos, flavonoides, aceite esencial y terpenos

### Hábitat natural de canelo

Se estudiaron tres poblaciones naturales de la VII región:

- Embalse Ancoa
- Pangal (San Javier)
- Huerta de Maule



### Fenología

- Periodo de crecimiento vegetativo: desde octubre hasta abril
- Florece en octubre hasta principios de noviembre
- Fructificación desde noviembre hasta abril



## Peumo

- Árbol que crece desde la IV hasta la IX región
- En la medicina tradicional se usa para los dolores articulares y musculares, en enfermedades del hígado y para las hemorragias vaginales
- Aceite esencial con efectos antimicrobianos
- Los flavonoides reducen la fragilidad y permeabilidad vasculares, tienen efectos antiinflamatorios, hepatoprotectores, antivirales, antiespasmódicos y diuréticos

## Ensayos de cultivo

- Riego
- Poda
- Luz



Plantación Panguilmo Octubre de 2001

## Bailahuén



*H. taeda*  
VI y VII región



*H. linifolius*  
IV región



*H. remyanus*  
III y IV región



*H. multifolius*  
R.M.



*H. baylahuen*  
III y IV región

## Bailahuén

- Medicina popular: estimulante digestivo; para los trastornos hepáticos y estomacales
- Se comprobó su efecto hepatoprotector
- *H. multifolius*: efectos antimicrobianos

## Germinación en *H. baylahuen*, *H. linifolius* y *H. remyanus*

- Presentan una alta capacidad germinativa, entre 73 y 86% a los 7 días, igual con luz o sin luz
- Ningún tratamiento pre-germinativo (Escarificación, giberelinas, lavado) superó el resultado del control sin tratamiento



## Enraizamiento de estacas

- Los porcentajes de estacas enraizadas son muy bajos (< 4%) para *H. baylahuen*, *H. remyanus* y *H. multifolius* con y sin aplicación de hormona
- *H. linifolius* presentó un 73% de estacas enraizadas, sin aplicación de hormonas



## Floración de las diferentes especies

	Floración	Fructificación
<i>H. taeda</i>	FEB	MAR-ABR
<i>H. multifolius</i>	MAR	ABR-MAY
<i>H. linifolius</i>	NOV	DIC-FEB
<i>H. baylahuen</i>	OCT	NOV-ENE
<i>H. remyanus</i>	ENE	FEB-MAR

## Bibliografía

- O. Muñoz, M. Montes y T. Wilkomirsky. 2001. Plantas medicinales de uso en Chile. Ed. Universitaria
- M. Montes y T. Wilkomirsky. 1987. Medicina Tradicional Chilena. Ed. Universidad de Concepción

# Día de Campo

## Estudios de Cultivo de Algunas Especies Medicinales Nativas de Chile

Financiamiento: FIA y Universidad de Talca

Duración del proyecto: Noviembre de 1999 hasta Octubre de 2003

Coordinadora: Hermine Vogel, Universidad de Talca

### Objetivo general:

Estudiar, optimizar y afinar métodos de cultivo de algunas especies medicinales nativas de Chile, con fines de producir material vegetal homogéneo y de alta calidad.

### Objetivos específicos:

1. Estudiar la variabilidad genética de los principios activos en boldo y la variabilidad morfológica y de rendimiento en matico;
2. Conocer las características ambientales del hábitat natural en que se desarrolla el canelo y el bailahuén;
3. Describir las características botánicas y fenológicas de interés agronómico en canelo y bailahuén;
4. Desarrollar métodos de propagación por semilla y vegetativa (canelo y bailahuén);
5. Determinar posibles efectos de riego sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos en: boldo, peumo, matico y bailahuén;
6. Determinar cuáles especies se podrán o deberán plantar bajo sombra;
7. Estudiar los efectos de poda sobre la capacidad de rebrote en boldo, peumo, matico, canelo y bailahuén;
8. Determinar la demanda de nutrientes en las diferentes especies;
9. Identificar los organismos fitopatológicos observados en las diferentes especies;
10. Desarrollar estudios preliminares (habitat natural, fenología, propagación, establecimiento de cultivo) en otra especie medicinal nativa de la VII región;
11. Estimación de la rentabilidad de los cultivos (boldo, matico, peumo) en base a costos y precios actuales y potenciales;
12. Transferir y publicar los resultados obtenidos.

# Boldo

*Peumus boldus* Mol.

Familia: Monimiaceae



## Descripción:

El boldo es un árbol medicinal nativo de Chile, descrito en la Farmacopea Europea como protector hepático. Anualmente se exportan más de 1.000 t de hojas secas recolectadas del hábitat natural. Entre los principios activos se describen alcaloides, aceites esenciales, flavonoides y taninos.

## Estudios de cultivo:

Material vegetal: plantas de 30 cm de altura, compradas en abril de 2000

Plantación Campus Lircay: plantación de plantas de 1 año obtenidas de diferentes poblaciones (V, VII y IX región), sembradas en 1997, plantadas en agosto de 1998.

Fecha de plantación (Estación Experimental Panguilemo): Agosto de 2000

Distancia: 30 x 20 cm y 30 x 40 cm

Cuidados: Fertilización al hoyo; control de malezas: mulch de paja de poroto; desmalezar cada 4 meses

Riego: por goteo con dos diferentes criterios (20 y 65% CC)

Poda: verano - invierno

Se están investigando los siguientes factores:

- Efecto del riego (2002/03)
- Efecto de la densidad de la plantación (2002/03)
- Efecto de la luz (2000/01)
- Descendencias de diferentes poblaciones (V, VII y IX región)
- Poda (2000/01)

Evaluaciones:

- Principios activos (alcaloides y aceites esenciales)
- Rendimiento de hojas
- Área foliar
- Crecimiento

# Matico

*Buddleja globosa* Hope

Familia Buddlejaceae



## Descripción:

El matico es un arbusto nativo de Chile que crece entre la IV y X región. Tradicionalmente se ha utilizado por sus cualidades cicatrizantes, tanto interna como externamente. Además, el infuso tiene efectos diuréticos, antiinflamatorios, y como antiséptico local. Se emplea para la curación de heridas, úlceras, afecciones hepáticas y en trastornos digestivos (Muñoz y col, 2001; Hoffmann y col., 1992; Farga y Lastra 1988). Entre los componentes químicos identificados figuran terpenos, flavonoides, alcaloides y taninos.

## Ensayos de Cultivo:

Material vegetal: Las plantas se obtuvieron de estacas enraizadas de 6 diferentes orígenes, tanto "cultivado" como silvestre.

Fecha de plantación: Agosto de 2000

Distancia: 1,5 m entre hileras y 0,5 m sobre la hilera

Cuidados: Fertilización "Germinal" con compost al hoyo de plantación;

Aplicación de "Dipel" en la primera temporada para el control de cuncunillas; control de malezas: mulch de paja de porotos.

Riego: 20% CC y 65% CC

Poda: (1<sup>er</sup> año: despunte; 2<sup>do</sup> año: N° de cortes: 0, 1, 2 y 3)

Se están investigando los siguientes factores (2001 y 2002):

- Riego
- Poda
- Origen

Evaluaciones:

- Largo eje principal (2001 y 2002)
- N° brotes (2001 y 2002)
- Concentración flavonoides, alcaloides y taninos (2001 y 2002)
- Area foliar (SEP 2000 - ABR 2001)
- Rendimiento hojas frescas (2001 y 2002)

# Peumo

*Cryptocarya alba* (Mol.) Looser

Familia: Lauraceae



## Descripción:

El peumo es un árbol nativo de Chile que crece desde la IV hasta la IX Región y puede alcanzar hasta 15 m de altura. En la medicina tradicional se usa para el alivio de dolores articulares y musculares, en enfermedades del hígado y para las hemorragias vaginales. El aceite esencial que contienen las hojas le da un agradable olor, además de mostrar propiedades antimicrobianas. Algunos de sus flavonoides disminuyen la fragilidad y permeabilidad vasculares. Presentan efectos antiinflamatorios, hepatoprotectores, antivirales, antiespasmódicos y diuréticos.

## Ensayos de cultivo:

Material vegetal: Plantas de estacas enraizadas

Fecha de plantación: Marzo de 2000

Distancia: 1,0 m entre hileras y 1,5 m sobre la hilera

Cuidados: Fertilización al hoyo de plantación

Riego: por goteo con dos criterios: 20 y 65% CC

Poda: Enero/ Junio de 2002 y 2003 -

Luz: hasta la fecha sin tratamientos

Se están investigando los siguientes factores (2002 y 2003):

- Riego
- Poda (verano - invierno)
- Luz (con malla, sin malla)

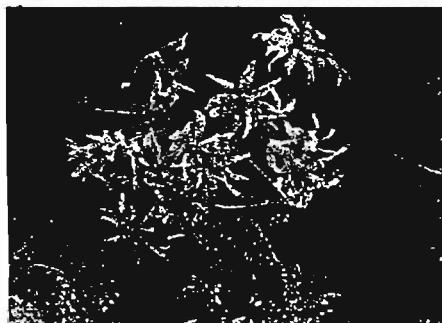
Evaluaciones (a partir de 2002)

- Rendimiento de hojas y tallos
- Principios activos
- Productividad

# Canelo

*Drimys winterii* J.R. et G. Forster

Familia: Winteraceae



## Descripción:

El canelo es el árbol sagrado de los Mapuche, que se encuentra en Chile entre la IV y la XII región. Es una planta que requiere suelos húmedos. En la medicina popular se usa la corteza como febrífugo y para limpiar heridas, úlceras o para drenar abscesos. La infusión de hojas es empleada como tónico estomacal, estimulante, diurético y antirreumático. La actividad antibacteriana, insecticida, antiinflamatoria y antitumoral reconocida se atribuye a diferentes principios activos como taninos, flavonoides, aceite esencial y terpenos.

## Estudios de cultivo:

Material vegetal: plantas provenientes de semillas colectadas en la Pre-Cordillera de la VII región (vivero Huilquilemu)

Fecha de plantación: 24 de marzo de 2000

Distancia: 1,5 m entre hileras y 1,0 m sobre la hilera. Las plantas muertas por enfermedad fueron cambiadas en febrero de 2002

Cuidados: Fertilización al hoyo de plantación; aplicación de "Aliette" y "Ridomil" a la base de la planta para el control de *Phytophthora* (enero 2002)

Riego: por goteo 4 l/h, durante los meses estivales 3 veces / semana x 20 min (65% CC)

Poda: despunte primavera 2001

Se están investigando los siguientes factores:

- Fluctuación anual en el hábitat natural (2001 - 2002)
- Fenología y crecimiento en el hábitat natural (2001-2002)
- Poda (2002 y 2003)
- Luz (2002 - 2003)

Evaluaciones:

- Crecimiento
- Rendimiento
- Concentración de aceites esenciales y terpenos

# Bailahuén

*Haplopappus baylahuen* Remy

Familia: Compuestas (Asteraceae)



## Descripción:

De "bailahuén" se conocen diferentes especies de *Haplopappus* chilenos, de hojas resinosas y de uso como estimulantes de la digestión. Llama la atención que en cada región se conoce otra especie con este mismo nombre común. Todas las especies están sobre-explotadas en su hábitat natural que es la alta Cordillera de los Andes.

## Ensayos:

Material vegetal: Plantas obtenidas de semillas de las especies:

*Haplopappus baylahuen*, *H. multifolius*, *H. remyanus*, *H. taeda* y *H. linifolius*

Identificación botánica: José San Martín, Botánico, Instituto de Biología

Vegetal y Biotecnología, Universidad de Talca

Fecha de plantación: Octubre de 2001

Distancia: 0,5 m entre hileras y 0,3 m sobre la hilera

Cuidados: Fertilización al hoyo de plantación

Riego: riego por goteo, tres diferentes criterios (2002/03)

Luz: Sombra con malla de 18%, instalado en enero de 2002

Se están investigando los siguientes factores (2002 y 2003):

- Especie
- Propagación (terminado)
- Riego
- Luz

Evaluaciones:

- Rendimiento
- Principios activos
- Efectos antioxidantes

# Estudios de domesticación de Boldo (*Peumus boldus* Mol. Monimiaceae)

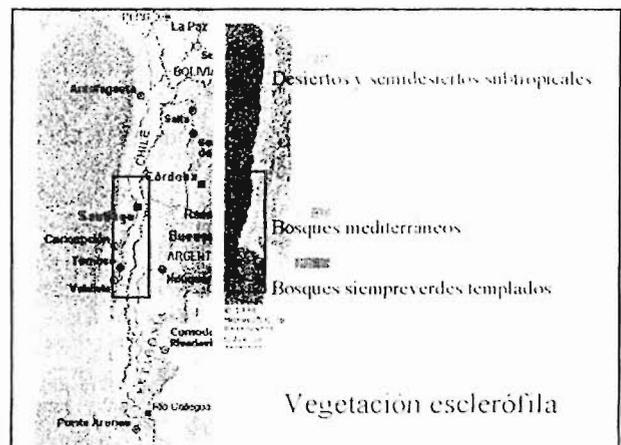
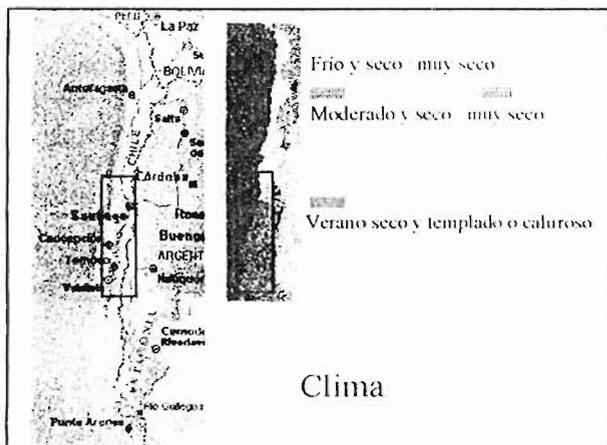
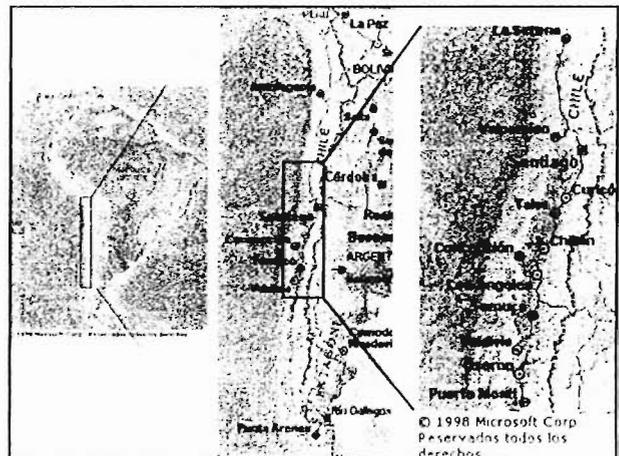
Hermine Vogel  
 Facultad de Ciencias Agrarias  
 Universidad de Talca  
 Casilla 747, Talca, Chile  
 hvogel@utalca.cl

## Resumen

- Arbol medicinal nativo de Chile
- Las hojas se usan por su efecto hepatoprotector, colerético y estimulante digestivo
- Chile exporta alrededor de 1.500 t de hojas secas cada año, obtenidas sólo de la recolección silvestre
- Muy lento crecimiento, problemas en la germinación de las semillas y en el enraizamiento de estacas
- Para un futura selección de material genético se han estudiado diferentes poblaciones naturales y las descendencias cultivadas en la Universidad de Talca
- Ensayos de cultivo: los efectos del riego, de la cosecha, diferentes densidades de plantación y condiciones de luz

## Origen y distribución geográfica

El boldo habita la zona central de Chile (de 30° a 40° S, hasta 1.000 m de altitud), donde predomina una vegetación de carácter mediterráneo esclerófilo, con un clima de veranos calurosos y secos e inviernos fríos y lluviosos.





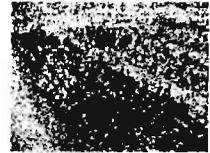
- En su hábitat natural muestra resistencia al calor y la sequía prolongada.
- sin embargo, las plantas regadas muestran dos épocas de brotación en vez de una sola.



## Ensayos de riego en boldo

Plantas con diferentes tratamientos de riego (20% y 65% CC) en su primer año no mostraron diferencias en:

- altura.
- número de brotes por planta
- Largo de brotes
- Rendimiento de hojas
- Relación hojas : peso total
- Concentración de aceite esencial



Las plantas con 65% CC tienen mayor concentración de alcaloides que las de 20% CC.

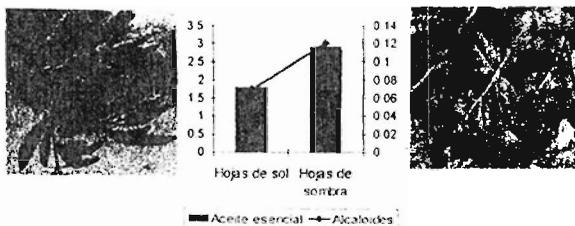
## Condiciones de luz

- En forma natural, el boldo se encuentra tanto en bosques naturales como individuos expuestas al sol.
- nuestros estudios de condición lumínica indican que las plantas jóvenes que crecen a la sombra tienen la misma concentración de aceites esenciales y alcaloides en sus hojas como aquellas cultivadas a pleno sol.
- Permite un cultivo tanto a pleno sol como inserto en un bosque o cultivo intercalado

## Ensayos luz -sombra

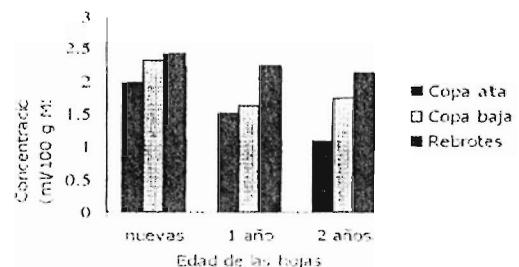


En individuos silvestres, las hojas de sol contienen menos aceite esencial que las hojas que crecen en la sombra

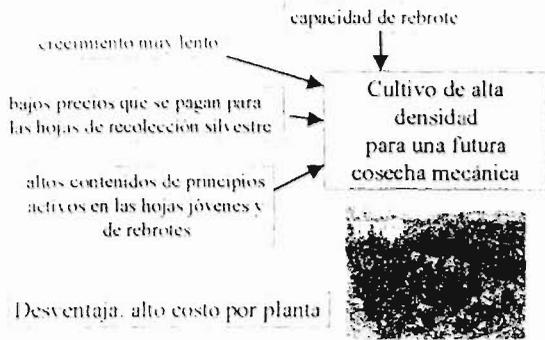


Wegd. H., J. Ramirez, T. Dell R. Ruiz, 1996. Variability of some active compounds in boldo (*Peumus boldus* Mill.). *Revista de Zoolingüística y Botánica* 2(1): 101-107

Efecto de la edad de la hoja y su inserción en el árbol sobre la concentración de aceite esencial



## Densidad del cultivo



## Densidad de la plantación

En el segundo año de cultivo, las densidades de plantación (8 x 16 plantas m<sup>2</sup>) no mostraron diferencias en:

- altura,
- número de brotes por planta,
- rendimiento de hojas por m<sup>2</sup>,
- relación peso hojas / total,
- concentración de aceite esencial y alcaloides.



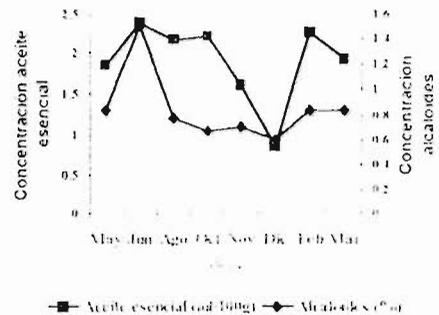
La menor densidad de plantación (8 plantas m<sup>2</sup>) provocó un aumento en el largo de brotes y rendimiento de hojas por planta.

## Cosecha

- La producción de hojas de boldo es exclusivamente por recolección silvestre
- En Chile, por ley, las hojas de boldo sólo podrán recolectarse entre los meses diciembre a marzo
- Si la explotación pasa por cortar los árboles, se requiere de un permiso de la CONAF (Corporación Nacional Forestal)
- Se recomienda aplicar las Buenas Prácticas de Recolección (GWP)

## Momento de cosecha

Fluctuación anual de la concentración de aceite esencial y alcaloides en hojas de boldo



## Ensayos de poda en condiciones de cultivo

Primera cosecha (= poda) de las plantas desde los 2 años de la plantación hasta los 3,5 años:

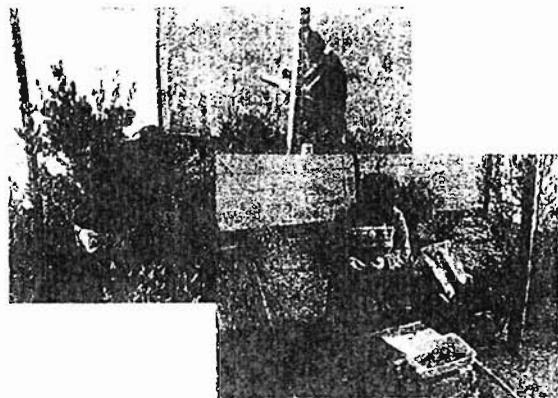


Los tratamientos de poda no muestran diferencia en:

- Número de brotes nuevos
- Número de brotes totales
- Largo de brotes

Caracteres con diferencia:

- Altura: la mayor altura se obtuvo en los individuos no podados y aquellos podados a los 2 años
- Mayor crecimiento de brotes y en altura: poda a los 3 años



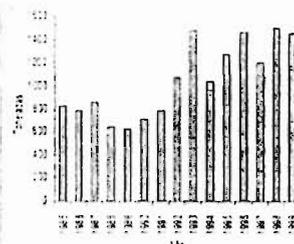
## Secado, almacenado y conservación

Se recomienda aplicar las Buenas Prácticas Agrícolas (GAP) y las Buenas Prácticas de Recolección Silvestre (GWP)



## Exportación de hojas de boldo

- 1.300 t de hojas secas por año (últimos 10 años)
- cosecha anual de 1-1,5 millones de individuos
- intervención de aprox. 3.000 ha de bosque nativo de densidad alta de boldo

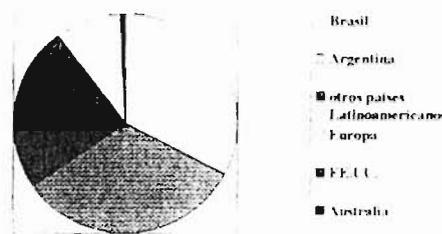


Datos de exportación: 1992-1999

Estimaciones de plantar y superficie basadas en Lora et al. (1988), Biomasa y Isoldina en boldo y II Región. Ciencia e Investigación Forestal 2(1): 18-25.

Precio por Kg de hoja seca (FOB)  
U\$ 0,57 - 0,74  
entre los años 1992 y 1999

## Países y regiones principales hacia donde se realizaron exportaciones en 2001



Monto Total FOB US 940.000

## Agradecimientos

- FIA
- Universidad de Talca
- FONDECYT
- Coinvestigadores:
  - Iván Razmilic
  - Ursula Doll
  - José San Martín
  - Marisol Muñoz
- Asistentes de investigación:
  - Benita González
  - Sandra Norambuena
  - Gabriela Vizcarra
  - Eugenia Quezada
- Tesistas:
  - Paula Acevedo
  - Carolina Barros
  - Marcela Guerra
  - Paula Jeldres
  - Marcelo Rodríguez
  - Roxana Schneberger
  - Ruben Ruiz

Día de Campo  
Proyecto FIA V99-0-S-032

“Estudios de cultivo de algunas  
especies nativas de Chile”

## Objetivo General

- Estudiar, optimizar y afinar métodos de cultivo de algunas especies medicinales nativas de Chile, con el fin de producir material homogéneo y de alta calidad

## Objetivos específicos

- Estudiar la *genética* de los principios activos de boldo y la *genética* y de rendimiento en matico.
- Conocer las características ambientales del *hábitat* en que se desarrolla el canelo y el bailahuén.
- Describir las *características fenológicas* de interés agronómico en canelo y bailahuén.
- Desarrollar métodos de *reproducción* por semilla y vegetativa (canelo y bailahuén)
- Determinar posibles *afectos* sobre el rendimiento de materia fresca y contenido de principios activos en: boldo, peumo, matico y bailahuén.
- Determinar cuales especies se podrán o deberán plantar bajo *condiciones*

## Objetivos específicos

- Estudiar los efectos de *estrés* sobre la capacidad de rebrote en boldo, peumo, matico, canelo y bailahuén.
- Determinar la *capacidad de rebrote* en las diferentes especies.
- Identificar los *afectos* observados en las diferentes especies.
- Desarrollar estudios preliminares (hábitat natural, fenología, propagación, establecimiento de cultivo) en *especies medicinales nativas* de la VII región.
- Estimación de la *rentabilidad económica* (boldo, matico, peumo) en base a costos y precios actuales y potenciales.
- *Desarrollar métodos de reproducción* obtenidos

## Las especies estudiadas

- Boldo (*Peumus boldus Mol*)
- Matico (*Buddleja globosa Hope*)
- Peumo (*Cryptocarya alba (Mol) Looser*)
- Canelo (*Drinys winterti J. R. et G. Forster*)
- Bailahuén (*Haplopappus sp*)

## Análisis de Principios Activos



- Aceite esencial: Destilación por arrastre de vapor de agua
- Alcaloides totales: Espectrofotometría a 520 nm

Flavonoides: Espectrofotometría a 425 nm

Taninos: Espectrofotometría 700 nm

Terpenos: Extracción por Soxhlet y cuantificación por diferencia de peso.



## Boldo

- Descrito en la farmacopea Europea como protector hepático.
- Exportación 1539,3 t de hoja en el 2002 con un valor (U\$\$) FOB de 844.090
- Recolección del hábitat natural
- Principios activos: alcaloides, aceite esencial, flavonoides, taninos.

## Ensayos de cultivo en boldo

## Efecto del riego

Plantas con dos diferentes tratamientos de riego (20%CC y 65%CC) durante su primera temporada de evaluación no mostraron diferencias en:

- Altura
- Número de brotes por planta
- Largo de brotes
- Rendimiento de hojas
- Relación hojas: peso aereo total
- Concentración de aceite esencial



Las plantas expuestas a un 65%CC presentaron una mayor concentración de alcaloides en sus hojas que las de 20%CC

## Densidad de la plantación

Las densidades de plantación (8 y 16 plantas m<sup>2</sup>) no mostraron diferencias en:

- Altura
  - Número de brotes
  - Rendimiento de hojas por m<sup>2</sup>
  - Relación hojas: masa aerea total
  - Concentración de aceite esencial y alcaloides
- La menor densidad de plantación provocó un aumento en el largo de brotes y rendimiento de hojas por planta

## Efecto de luz/sombra

Plantas con diferentes tratamientos de luz (normal vs. reducida en un 28%) no presentaron diferencias en:

- Altura
- Número de brotes por planta
- Largo de brotes
- Rendimiento de hojas



Plantas tratadas con intensidad normal de luz presentaron una mayor relación de hojas/masa aerea total y un menor crecimiento en altura

## Efecto de la poda

Plantas cuya primera poda comienza desde los dos hasta los cuatro años desde la plantación no presentan diferencias en:

- Número de brotes nuevos y totales
  - Rendimiento de hojas
- Plantas no podadas y podadas mas temprano dentro de su evaluación presentan una mayor altura y largo de brotes y una menor relación hojas:masa aerea total



## Matico

- Especie actualmente en estudio para incorporación en la farmacopea latinoamericana
- Se encuentran en poblaciones naturales y en huertos caseros
- Sus hojas son usadas tradicionalmente como cicatrizantes
- Principios activos: terpenos, flavonoides, alcaloides y taninos

## Ensayos de cultivo en matico

## Efecto del riego

Plantas con dos diferentes tratamientos de riego (20%CC y 65%CC) durante su primera temporada de evaluación no mostraron diferencias en:

- Concentración de alcaloides
- Concentración de flavonoides
- Número de brotes por planta



Plantas bien regadas presentaron un mayor rendimiento de hojas, concentración de taninos e índice de área foliar (IAF/hoja) que aquellas sometidas a estrés hídrico.

## Efecto de la poda

Plantas con tres tratamientos de poda (podadas 1, 2 o 3 veces en la temporada) en planta de dos años desde la plantación no presentaron diferencias significativas en:

- Concentración de alcaloides

Plantas podadas hasta dos veces en la temporada presentan un mayor rendimiento de hojas y menor concentración de flavonoides que aquellas podadas tres veces en la temporada. Plantas podadas mayor número de veces presenta mayor número de brotes y menor concentración de taninos

## Peumo

- En medicina tradicional se usa para el alivio de dolores articulares y musculares, en enfermedades del hígado y en hemorragias vaginales
- Presenta efectos antiinflamatorios, hepatoprotectores, antivirales, antiespasmódicos y diuréticos
- Recolección silvestre
- Principios activos: aceite esencial, flavonoides

## Ensayos de cultivo en Peumo

## Efecto del riego

Plantas con dos diferentes tratamientos de riego (20%CC y 65%CC) durante su primera temporada de evaluación no mostraron diferencias en:

- Altura de planta
- Largo de brotes
- Número de brotes por planta
- Concentración de aceites esenciales



## Efecto de la poda

Plantas podadas en verano vs no podadas durante el segundo año desde la plantación no presentaron diferencias en:

- Número de brotes por planta
- Concentración de aceite esencial

Plantas no podadas presentaron una mayor altura, largo de brotes y crecimiento en la temporada.

Los resultados emanados de este ensayo fueron influenciados por factores ambientales (heladas invernales)

## Canelo

- Es el árbol sagrado de los mapuches
- En la medicina popular se utilizan las hojas como tónico estomacal, estimulante, diurético y antirreumático.
- Presenta actividad antibacteriana, insecticida, antiinflamatoria y antitumoral
- Principios activos: aceite esencial, taninos, flavonoides y terpenos

## Ensayos de cultivo en canelo

## Efecto de la luz

Plantas expuestas a intensidad normal y reducida en un 18% no presentan diferencias en ninguna de las variables evaluadas

- Crecimiento
- Número de brotes nuevos
- Rendimiento de hojas por planta
- IAF (cm<sup>2</sup>/hoja)
- Aceite esencial
- Concentración de terpenos



## Efecto del despunte

- Plantas con y sin despunte al año 1.5 desde la plantación, no presentaron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas

- Crecimiento
- Número de brotes nuevos
- Rendimiento de hojas por planta
- IAF (cm<sup>2</sup>/hoja)
- Aceite esencial
- Concentración de terpenos

## Bailahuén

- Existen diferentes especies de *Haplopappus* conocidas bajo el mismo nombre.
- Todas las especies son recolectadas en su hábitat natural, por lo que cada vez son mas escasas.
- Se utilizan como estimulantes de la digestión

## Identificación botánica y zonas de origen



## Estudios de cultivo en bailahuén

## Efecto de la luz

Plantas expuestas a luminosidad normal vs. reducida en un 18% no presentan diferencias estadísticas en las variables:

- Rendimiento de hojas por planta
- Composición de la resina

### Equipo técnico:

- Hermine Vogel, Ing. agr., Dr. Plantas medicinales y mejoramiento genético
- Ursula Doll, Ing. agr., Dr. Especies forestales, ecología, fisiología
- Ivan Razmilic, Químico, Dr. Química de productos naturales
- José San Martín, Biólogo, Dr. Botánica
- Mauricio Ponce, Ing. For. Dr. Economía
- Patricio González, Geógrafo, MSc. Agroclimatología
- Eduardo Fuentes, Biólogo, Dr. Entomología
- Samuel Ortega, Ing. agr., Dr. Riego
- Mauricio Lolos, Ing. agr., Dr. Fitopatología

### Asistentes de investigación:

- Sandra Norambuena, Ing. agr. Lic
- Benita González, Ing. agr. Lic

**Tesistas y memorantes:**

Paula Acevedo, Ing. agr., Lic (estudiante magíster)

Carolina Berrios Ing. Agr. Lic

Jorge Correa (estudiante agronomía)

Marcela Caceres (estudiante agronomía)

Carla Cordero (estudiante magíster)

Mauricio Gonzalez, Ing. agr., MgSc

Paula Jeldres, Ing. for., MgSc

Pilar Moya Ing. agr. Lic

Diego Muñoz, Ing. agr. Lic (estudiante magíster)

Sandra Norambuena Ing. agr. Lic

Andrea Pincheira Ing. agr. Lic

Yenny Pino, Ing. agr. Lic

Carla Quiroz Ing. agr. Lic

Roxana Scheeberger, Ing. agr. Lic

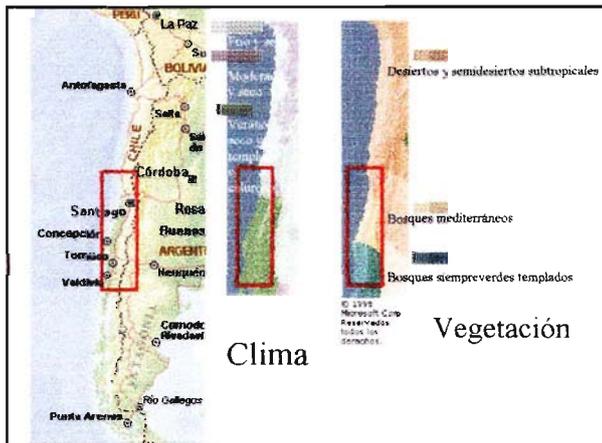
# Boldo

## de silvestre a cultivado

Dr. agr. Hermine Vogel  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad de Talca  
hvogel@utalca.cl

## Origen y distribución geográfica

El boldo habita la zona central de Chile (de 30° a 41° S, hasta 1.000 m de altitud), donde predomina una vegetación de carácter mediterráneo esclerófilo, con un clima de veranos calurosos y secos e inviernos fríos y lluviosos.



## Principales usos medicinales y propiedades demostradas de hojas de boldo

- Efecto hepatoprotector
- colágeno
- colerético
- antiespasmódico
- estimulante digestivo
- sedante nervioso
- actividad antiinflamatoria
- antipirético

Montes, M. y T. Wilkomirsky, 1987: Medicina Tradicional Chilena. Ed. Universidad de Concepción, 120.

Muñoz, O., M. Montes, T. Wilkomirsky, 2001: Plantas medicinales de uso en Chile, Ed. Universitaria, Santiago de Chile.

Silva, M., J. Alarcón, M. Bittner, J. Becerra, I. Sanhueza, C. Marticorena, 1995 en: 270 Plantas medicinales iberoamericanas: Gupta, M.P., Ed. Presencia Ltda., Colombia, 403-5.

Wagner, H., 1988: Pharmazeutische Biologie, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 214.

## Descripción botánica

- Arbol siempreverde de tronco corto y follaje muy denso
- puede alcanzar una altura de 20 m
- especie dioica
- florece en invierno (junio-agosto), los frutos son una drupa, maduran en enero
- tiene una alta capacidad de rebrote del tocón



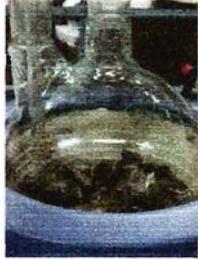
## Las hojas

- Persistentes
- aromáticas
- gruesas
- de peciolo corto
- forma ovalada
- miden entre 3 y 7 cm



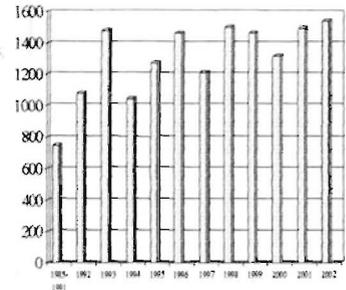
## Principios activos de las hojas

- Alcaloides (0,2-0,5%)
- Aceites esenciales (1-3%)
- Flavonoides
- Taninos



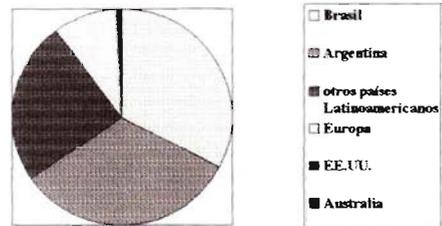
## Exportación de hojas de boldo

- \* 1.500 t de hojas secas por año (últimos 5 años)
- \* cosecha anual de 1,5 a 2,5 millones de individuos
- \* intervención de aprox. 4.500 a 60.000 ha de bosque nativo



US\$ 0,55 - 0,74 por kg (FOB)  
entre los años 1992 y 2002

## Países y regiones principales hacia donde se realizaron exportaciones en 2001



Monto Total FOB US\$ 940.000

## Estudios de cultivo

- \* Propagación
- \* Poblaciones naturales y descendencias
  - \* Temperatura, agua, luz
  - \* Densidad de plantación
  - \* Cosecha y poda

## Germinación de la semilla de boldo

- La germinación en condiciones naturales se puede prolongar por 2 años
- En nuestro ensayo, la semilla no tratada empezó a emerger después de 20 semanas, logrando un 2,4 % de germinación a cabo de 33 semanas después de la siembra



- En el mismo periodo, se logró un porcentaje máximo de germinación con 26,2 % en semillas tratadas con 10 g GA<sub>3</sub>L por 48 h

### Enraizamiento de estacas de boldo

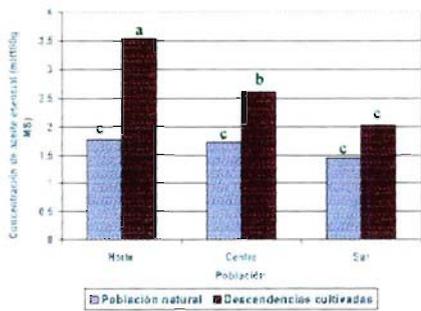
- Estacas de boldo no enraízan espontáneamente
- Estacas juveniles, tomadas de plantas de 2 años de edad, forman raíces (entre 55 y 80% en 5 meses) en cama caliente
- La aplicación de hormona (AIB o ANA, hasta 2.000 ppm) no influye significativamente al enraizamiento

### El material genético

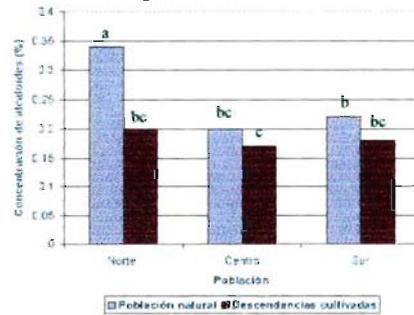
- Estudio de diferentes poblaciones naturales
- Estudio de las descendencias de tres de estas poblaciones



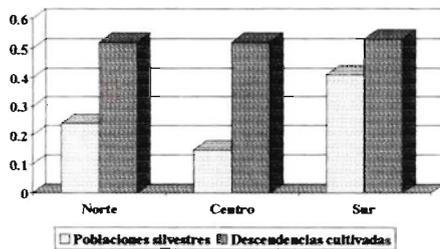
### Concentración de aceite esencial en diferentes poblaciones de boldo



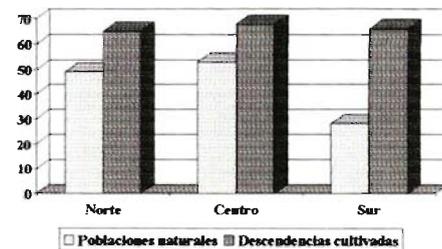
### Concentración de alcaloides en diferentes poblaciones de boldo



### Concentración de flavonoides



### Ascaridol en el aceite esencial (%)



## Condiciones ecológicas para el cultivo

### Temperatura

- ❖ El árbol resiste las heladas moderadas,
- ❖ sin embargo, en inviernos muy fríos se hielan los brotes nuevos y los botones florales



Temperatura, agua, luz

### Agua

- En su hábitat natural muestra resistencia al calor y la sequía prolongada,
- sin embargo, las plantas regadas muestran dos épocas de brotación en vez de una sola.



## Ensayos de riego en boldo

Plantas con diferentes tratamientos de riego (20% y 65% CC) no mostraron diferencias en:

- Rendimiento de hojas por planta
- Altura de la planta
- Relación hojas : peso total
- Concentración de alcaloides

En el segundo y tercer año de plantación



Temperatura, agua, luz

## A los tres años, las plantas con 65% CC tenían...

- Mayor número de brotes
- Menor largo de brotes
- Mayor concentración de aceite esencial

que las de 20% CC

Temperatura, agua, luz



## Condiciones de luz

- En forma natural, el boldo se encuentra tanto en bosques naturales como individuos expuestas al sol

## Las plantas jóvenes que crecen a la sombra tienen...

- ..la misma concentración de aceites esenciales y alcaloides en sus hojas
- ..el mismo rendimiento de hojas por planta
- ..el mismo largo de brotes
- ..la misma altura
- ..una menor relación hojas : total material cosechado
- ..que plantas cultivadas a pleno sol

Temperatura, agua, luz

Permite un cultivo tanto a pleno sol como inserto en un bosque o cultivo intercalado

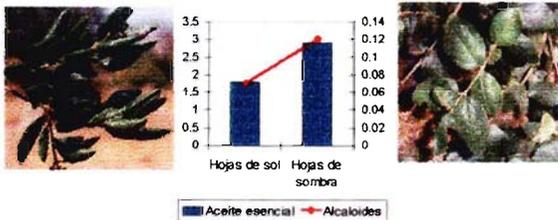
Temperatura, agua, luz

## Ensayos luz -sombra



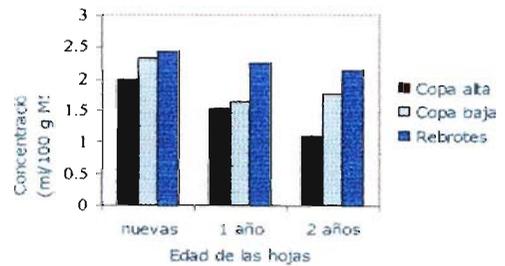
En individuos silvestres, las hojas de sol contienen menos aceite esencial que las hojas que crecen en la sombra

Temperatura, agua, luz

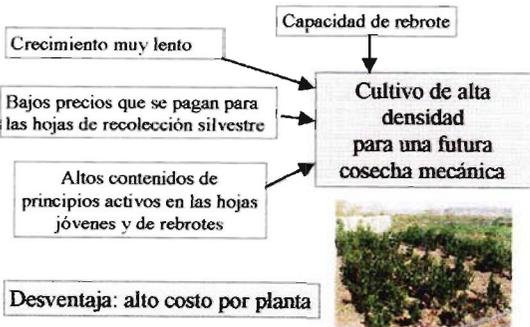


Vogel, H., I. Razmilic, U. Doll, R. Rutz, 1996. Variability of some active compounds in boldo (*Peumus boldus* Mol.). Beiträge zur Züchtungsforchung 2(1), 364-367.

Efecto de la edad de la hoja y su inserción en el árbol sobre la concentración de aceite esencial



## Densidad del cultivo



## Densidad de la plantación

En el tercer año de cultivo, las densidades de plantación (8 y 16 plantas m<sup>2</sup>) no mostraron diferencias en:

- Altura (55 cm)
- Número de brotes por planta (4,5)
- Relación peso hojas - total (0,51)
- Largo de ramas (40 cm)
- Concentración de aceite esencial (2,1 mL/100g)
- Concentración de alcaloides (0,24%)



## Efecto de la densidad de plantas

	Rendimiento de hoja seca (g)	
	por planta	por m <sup>2</sup>
16 plantas/m <sup>2</sup>	67	534
8 plantas/m <sup>2</sup>	91	364
1,4 plantas/m <sup>2</sup>	183	261
440 plantas/ha	973	43

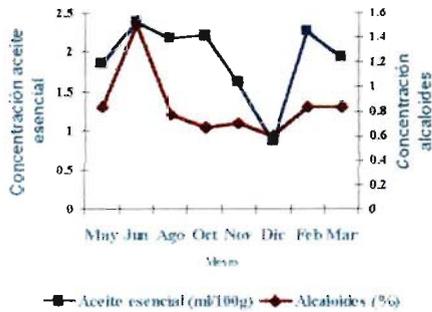
(Toral et al., 1988)

## Cosecha

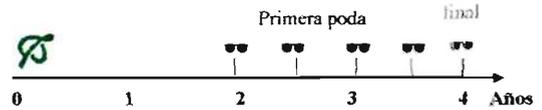
- La producción de hojas de boldo es exclusivamente por recolección silvestre
- En Chile, por ley, las hojas de boldo sólo podrán recolectarse entre los meses diciembre a marzo
- Si la explotación pasa por cortar los árboles, se requiere de un permiso de la CONAF (Corporación Nacional Forestal)

## Momento de cosecha

Fluctuación anual de la concentración de aceite esencial y alcaloides en hojas de boldo



## Ensayos de poda en condiciones de cultivo

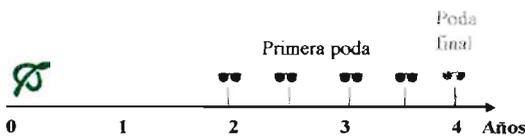


Los tratamientos de poda no muestran diferencias

- Número de brotes nuevos
- Número de brotes totales



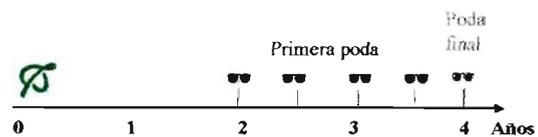
## Caracteres con diferencia:



la mayor altura se obtuvo en los individuos no podados y aquellos podados a los 2 años

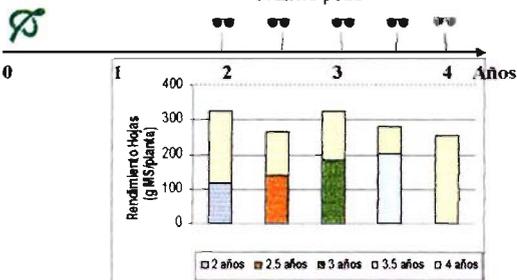
Mayor crecimiento de brotes y en altura: poda a los 2 años

## Ensayo de poda



Evaluaciones	2	2.5	3	3.5	final	Total
Rendimiento hojas (g MS/ pl)	116				208	324
→		139			126	265
→			183		139	322
→				202	77	279
→					254	254

### Ensayo de poda



### Contenido de nutrientes (%) y micronutrientes (ppm)

	Hojas	Tallos		Hojas	Tallos
N	1.0	0.7	Mn	40	42
P	0.2	0.1	Zn	24	24
K	1.0	0.6	Cu	3	9
Ca	1.1	0.6	Fe	336	237
Mg	0.2	0.1	B	33	14

### Contenido de micronutrientes (ppm)



### Demanda de nutrientes por tonelada de hojas secas

	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe	B
Solo hojas	9.8	2.4	10	11	1.9	41	24	3.3	336	33
Hojas y tallos*	9.0	2.0	8.9	9.2	1.6	41	24	5.0	307	28

La extracción de nutrientes por tonelada no se ve afectada por...

- La densidad de plantación
- La intensidad de riego

## Recomendaciones para el cultivo de boldo

- Propagación por semillas
- Material genético
- Riego
- Luz
- Densidad
- Cosecha
- Fertilización

## Agradecimientos

Benita González  
Sandra Norambuena  
Gabriela Vizcarra  
Eugenia Quezada

Iván Razmilic  
Ursula Doll  
José San Martín  
Marisol Muñoz

Paula Acevedo  
Carolina Berrios  
Marcela Guerra  
Paula Jeldres  
Marcelo Rodríguez  
Roxana Schneeberger  
Ruben Ruiz

## Domestication Studies of Matico (*Buddleja globosa* Hope)

H. Vogel  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad de Talca, Talca, Chile  
P.O. Box: Casilla 747

U. Doll  
Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad de Talca, Talca, Chile  
P.O. Box: Casilla 747

I. Razmilic  
Instituto de Química de Recursos Naturales  
Universidad de Talca, Talca, Chile  
P.O. Box: Casilla 747

J. San Martín  
Instituto de Biología Vegetal y Biotec.  
Universidad de Talca, Talca, Chile  
P.O. Box: Casilla 747

**Keywords:** propagation, cultivation, irrigation, harvest, flavonoids, tannins, medicinal plant

### Abstract

*Buddleja globosa* commonly known as "matico" is a medicinal shrub native to Chile. Its leaves are traditionally used for healing wounds and ulcers. The plant is collected from the wild and then marketed. To avoid over-exploitation of the natural populations, domestication studies have been started.

The plant proved to be an easy-rooting species. The best percentages (up to 83 %) were observed in spring with hormonal treatments of 500 to 2,000 ppm IBA. The highest flavonoid concentrations were found in adult leaves (0.51 %), followed by young leaves (0.37 %). Concentrations of flavonoids, tannins, and alkaloids showed maximum values in spring (0.38, 1.07, and 0.012 %, respectively). Although the species is adapted to dry conditions, irrigated plants showed higher leaf yield, leaf area and tannin concentration than plants grown under water stress.

### INTRODUCTION

*Buddleja globosa* commonly known as "matico" is a medicinal shrub native to Chile. Traditionally, leaves are used for healing wounds and ulcers (Montes and Wilkomirsky, 1987; Mellado et al., 1996). Montes and Wilkomirsky (1987) reported tannins, alkaloids, and flavonoids as some of the active compounds. Matico leaves are collected from the wild and then marketed, however, this process involves over-exploitation and a decrease in genetic diversity of the wild population. To overcome these difficulties, domestication studies of this species have been initiated, including studies on propagation, variability of alkaloids, flavonoids, and tannins, and cultivation in order to determine the effects of different irrigation and harvest treatments.

### MATERIAL AND METHODS

#### Propagation

For vegetative propagation, different treatments of the root cuttings were studied, including factors such as season (spring or autumn), application of auxins at different concentrations (from 0 to 3,000 ppm IBA), rooting medium (sand, perlite, and vermiculite), origin of the cuttings (tip, middle, and basal shoot portions), and wounding. The first two factors were studied using a completely randomized design with 4 replications of 50 cuttings each, whereas the studies of the other factors included 20 cuttings per replication.

Studies were done in 1997 in Talca, under greenhouse conditions irrigated by an intermittent mist system, with rooting media temperatures of 25 °C in the day and 15 °C during the night.

#### Active Agents

Variability of flavonoid, alkaloid and tannin concentrations was studied as

function of leaf age (senescent, adult, or young leaves) and seasonal effects (collection in spring, summer, or autumn). Samples were taken in three different locations (plants grown in nursery, plantings, and wild plants) analyzing three, eight, and five individuals, respectively, at 4 and 5 different harvest times.

Leaves were dried at 40-45° C and ground. Flavonoids, alkaloids, and tannins, were quantified photometrically with modified methods described by Franz and Koehler (1992).

### Irrigation

For the irrigation studies different origins of matico, including individuals from three wild populations and three cultivated clones, were placed in a split-plot design, one fully irrigated, the other with water stress (65 and 20 % field capacity, respectively). The origins were distributed randomly within these plots. In 50 % of the plants in each plot, the main shoot was cut.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Rooting of the Cuttings

Matico is an easy-rooting species. Best percentages (up to 83 %) were observed in spring with hormonal treatments of 500 to 2,000 ppm IBA (Table 1). Survival rates seemed to be better in autumn than in springtime, whereas in rooting, no significant differences could be observed, with the exception of the treatment with 1,000 ppm.

In comparing the position of the cuttings, wounding, and rooting medium, no differences in rooting between treatments could be found after 11 weeks (Table 2), but cuttings taken from the tip of the shoots rooted faster than those taken from the middle part. At the same time, cuttings grown in sand and in a mixture of perlite and vermiculite showed better survival rates and faster root formation than those in perlite alone.

### Variability of Active Compounds

Highest flavonoid concentrations were found in adult leaves (0.51 %), followed by young leaves (0.37 %). No significant differences among leaf ages could be observed in tannin and alkaloid concentrations (Table 3).

Concentrations of flavonoids, tannins, and alkaloids showed maximum values in spring (0.38, 1.07, and 0.012 %, respectively) followed by autumn. Considering that matico leaves are growing in spring it is not recommended to harvest them at that time, even though they showed highest concentrations of active compounds, they had low yields of dry matter. In autumn, concentrations of flavonoids and alkaloids are significantly different from those in spring, but there is an increase in leaf yield, and adult leaves are richer in flavonoid concentration than young ones. Late harvests should be avoided to prevent high percentages of senescent leaves in the product.

### Effect of Water Stress

Although the species is adapted to dry conditions, irrigated plants showed higher leaf yield, leaf area and tannin concentration than plants grown under water stress (Table 1). Regarding the origin of plant material, no significant differences could be observed in leaf yield, leaf area, flavonoid and tannin concentration, only in alkaloids in proportion of leaf total yield. This indicates that cultivated plants have not previously been selected for the studied characters.

### ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank FIA (Función para la Innovación Agraria, Chile, for financial support (Project Numbers: C-96-1-S-007 and V99-0-S-032), as well as Paula Jeldic, Benita González, and Andrea Pincenra for their collaboration in these studies.

### Literature Cited

- Franz, G. and Koehler, H. 1992. *Drogen und Naturstoffe*. Springer-Verlag, Berlin  
 Mellado, V., Medina, E. and San Martín, C. 1996. *Herbolaria Médica de Chile*. Ministerio de Salud, Santiago de Chile  
 Montes, M. and Wilkomirsky, T. 1987. *Medicina Tradicional Chilena*. Editorial Universidad de Concepción, Chile

### Tables

Table 1. Survival rate and rooting of matico cuttings treated with different IBA concentrations, after 6 weeks

Concentration IBA (ppm)	Survival Rate (%)		Rooting (%) after 6 weeks	
	autumn	spring	autumn	spring
0	100 b	83 a	49 a	55 ab
500	100 b	81 a	63 abc	71 bcd
1,000	100 b	95 b	64 abc	83 d
2,000	100 b	80 a	78 cd	71 bcd
3,000	99 b	63 a	68 abcd	63 abc

Values within "survival rate" and "rooting after 6 weeks" followed by different letters indicate significant difference (p<0.05).

Table 2. Survival rates and rooting of different types of matico cuttings submitted to different wounding treatments and rooting media

Experiment	Treatments	Survival Rate (%)		Rooting (%)	
		6 weeks	11 weeks	6 weeks	11 weeks
Type of cuttings	tip	100	81 a	26 b	49 a
	middle part	100	61 a	11 a	34 a
	basal part	100	74 a	20 ab	41 a
Wounding	without wounding	100	83 a	50 a	39 a
	2 vertical cuts	100	70 a	40 a	43 a
	slice of bark	100	70 a	45 a	38 a
Media	sand	99 a	88 b	33 ab	28 a
	perlite	95	58 a	21 a	25 a
	perlite-vermiculite	100 a	87 b	41 b	30 a

Values within a column followed by different letters within an experiment indicate significant difference (p<0.05).

Table 3. Effect of leaf age, harvest time and local origin on different active compounds

Factor	Condition	Flavonoids (%)	Tannins (%)	Alkaloids (%)
Age of leaves	adult	0.51 a	1.07	0.011
	young	0.37 b	0.71	0.011
	senescent	0.18 c	0.82	0.012
Harvest time	spring time	0.38 a	1.07 b	0.012 b
	summer	0.32 a	0.63 a	0.008 a
	autumn	0.34 a	0.81 a	0.010 a

Values within a column followed by different letters indicate significant difference (p<0.05).

Treatment	Leaf yield (kg/plant)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /leaf)	Leaf yield: total yield	Active compounds (%)		
				Flavonoids	Tannins	Alkaloids
<u>Origin</u>						
Pencahue <sup>1</sup>	0.19	68.2	0.60 abc	0.17	1.10	0.003 b
Talca <sup>1</sup>	0.21	64.6	0.61 ab	0.19	1.42	0.013 a
San Javier <sup>1</sup>	0.23	75.0	0.54 bc	0.18	1.71	0.010 ab
Los Ruiles <sup>2</sup>	0.19	67.9	0.58 abc	0.19	1.84	0.003 b
Tolhuaca <sup>2</sup>	0.13	64.2	0.65 a	0.25	1.84	0.007 ab
Los Queñes <sup>2</sup>	0.14	59.4	0.53 c	0.18	1.39	0.004 ab
<u>Irrigation</u>						
65% FC	0.22 a	74.5 a	0.60	0.19	1.86 a	0.005
20% FC	0.15 b	58.5 b	0.57	0.19	1.24 b	0.008
<u>Tip cut</u>						
Tip cut	0.18	4.2 b	0.58	0.21	1.59	0.006
<u>Not cut</u>						
Not cut	0.18	78.8 a	0.59	0.18	1.50	0.007

<sup>1</sup> Clones from cultivated plants; <sup>2</sup> from wild plants; Columns with values followed by different letters indicate significant difference ( $p \leq 0.05$ ; Tukey); columns without letters represent no significant differences.

# Alkaloid and Essential Oil Concentration in Different Populations of *Peumus boldus*

Hermine Vogel, Ivan Razmilic, Paula Acevedo and Benita González  
Universidad de Talca  
Casilla 747  
Talca, Chile

**Keywords:** Boldo leaves, progenies, genetic variability, flavonoids, ascaridole

## Abstract

Boldo (*Peumus boldus*) is a medicinal tree or shrub native to the Mediterranean climate zone of Chile. Its perennial leaves are used in medicine for their digestive, choleric, and liver-protection properties. The whole production of dried leaves for exportation, about 1,500 t per year, comes from collection in the wild. For selection purposes three different boldo-populations and their progenies were studied for alkaloid and essential oil concentration. In each wild population 30 individuals were analyzed during two years. No differences between these populations were found for essential oil concentration (1.3 – 1.6 ml/100g dry weight (DW)). Their progenies, grown for five years under the same field conditions and analyzed throughout the last three years, showed that one of the plant origins had significantly higher values than the others (3.5 ml/100g DW and 2.0-2.6 ml/100 g DW, respectively). This population also showed the highest alkaloid concentration in its natural habitat (0.34% versus 0.20 and 0.22%, respectively), but progenies did not differ among them (0.17 – 0.20% alkaloids). In general, wild populations had significant higher alkaloid concentrations than the cultivated progenies, but lower essential oil content. In progenies, two of the plant origins showed differences in essential oil content between families. No differences were found for alkaloid concentration. As boldo is a dioecious species with difficulties for cloning, populations rather than individuals should be selected. Results of the study would suggest that for future cultivation of boldo, seeds of the population with the highest essential oil and alkaloid concentration should be selected as genetic material.

## RESUMEN

Boldo (*Peumus boldus*) es un árbol o arbusto medicinal proveniente de la zona central de Chile, la que se caracteriza por su clima mediterráneo. Las hojas se usan por su efecto digestivo, colerético y sus propiedades hepáticas. La producción de hojas de boldo destinadas a exportación alcanza alrededor de 1.500 t por año, en su totalidad proveniente de la recolección silvestre. Para futuras selecciones de boldo con altos contenidos de aceite esencial y alcaloides, tres diferentes poblaciones naturales de boldo y sus respectivas descendencias fueron estudiadas. En dos años se analizaron las hojas de 30 individuos en cada población. No se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones (1,3 a 1.6 ml/100 g materia seca). Las descendencias que se han cultivado durante cinco años bajo las mismas condiciones y que se han analizado durante los últimos tres años, muestran que las hojas provenientes de una de la poblaciones contiene mayores concentraciones de aceite esencial que las demás (3.5 ml/100g materia seca contra 2.0 a 2.6 ml/100g materia seca). Esta misma población también muestra el mayor contenido de alcaloides en su hábitat natural, pero las descendencias no muestran diferencias

significativas entre ellas. En general, las poblaciones silvestres tenían mayores contenidos de alcaloides que sus progenies cultivadas, pero menores concentraciones de aceite esencial. En las descendencias, dos de las poblaciones mostraron diferencias en el contenido de aceite esencial entre familias, mientras para el contenido de alcaloides no se encontraron diferencias. Boldo es una especie dioica con dificultades en la propagación vegetativa, por lo que una selección debe considerar poblaciones más que individuos. Los resultados presentados sugieren tomar las semillas de la población con mayor concentración de aceite esencial y alcaloides en futuras plantaciones de *Peumus boldus*.

## INTRODUCTION

Boldo (*Peumus boldus*) is a Chilean shrub or tree whose leaves are used in natural medicine for liver problems and digestion. The whole boldo leaf production, about 1,500 t of dried leaves per year destined for exportation, is currently coming from the wild collection. This implies heterogeneity of plant material due to genetic variability between individuals or populations and environmental factors to which the different plants are exposed.

To guarantee homogeneous plant material and boldo leaf support in the future, domestication studies were carried out. Germination techniques, as well as distribution of the essential oil and alkaloids in different leaves have been reported before (Vogel et al., 1996). First population studies (Vogel et al., 1997) indicated that wild populations from the central region of its natural habitat had higher essential oil concentration than those of the northern and southern regions, whereas alkaloid content was highest in the northern population. One-year-old progenies of these populations showed no differences in alkaloid concentration between origins (Vogel et al., 1999). To select populations with the highest essential oil and alkaloid contents, a three-year study of the progenies cultivated in the same conditions and compared with the natural populations in vivo is presented.

## MATERIALS AND METHODS

Natural *Peumus boldus* populations located in the north (33° S), central (35° S), and southern part (39° S) of their natural habitat in Chile were studied in the summer of 2002, analyzing leaf samples of 30 individuals for each population. Essential oil, ascaridole, alkaloid and flavonoid contents were determined.

Progenies of the same populations were grown in 1997 and cultivated in the Universidad de Talca (35° S), located in the central region of the natural boldo habitat. 24 individuals were studied from the northern origin, 54 from the central, and 34 from the southern. Within the origins, half-sib families were formed for the plants obtained from seeds harvested from the same mother plants. Leaves were analyzed every summer during three years (2000 to 2002).

Concentration of total alkaloids was determined in dried leaves by the spectrometric method for boldine quantification described by Franz and Koehler (1992). For flavonoid quantification, a spectrometric method described by the same authors was used. For essential oil quantification, dried leaves were hydrodistilled using a Clevenger type apparatus described in the European Pharmacopeia. Ascaridole was identified and quantified by GC-FID (Shimadzu 8A) and GC-MS (Perkin Elmer) using two fused silica capillary columns type HP-5 (5% Phenyl Polysiloxane, 30 m x 0.2 mm, 0.25 µm). Analytical conditions for GC-FID and GC-MS were as followed: carrier gas helium, flow rate 1 ml/min, detector and injector temperature 200°C, split ratio 1:50, oven temperature 80° - 250°C at a rate of 10°C/min, initial time 3 min. Volatile compounds were identified

by their retention indices and mass spectra, which were compared with those given in the literature and our own data base. Flavonoid and ascaridole content were only determined in cultivated plants and analyzed in 2002.

For statistical analysis, the LSD test was applied ( $p \geq 0.95$ ). To study the relationship between the populations, all half-sib families with more than two individuals were submitted to a cluster analysis, taking into consideration essential oil and alkaloid concentrations obtained during three years.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Alkaloids

Leaves obtained from wild trees showed the highest alkaloid concentrations in the northern population (0.3%), compared with those from the central and southern (0.2 %) (Table 1). The same results were obtained in 1996, as reported by Vogel et al. (1997). When compared with the cultivated plants, wild populations had significantly higher alkaloid concentrations, especially the northern origin. Environmental conditions of the northern habitat may favor alkaloid production of the leaves, because when taking northern origins to the central region, where progenies were raised and planted in the field, they lose their high alkaloid content (0.17 to 0.20 % for all origins). The cultivated plants did not even reach the minimum of 0.2 %, as required by the French pharmacopoeia (Muñoz et al., 2001).

A tree-year study of the same plantation (2000 to 2002) established in the central region showed that there were no significant differences between populations and among families of the same population. Only in the southern origin, two families differed significantly in their alkaloid content (0.09 versus 0.22%).

In conclusion, we may suppose that phenotypic variation in alkaloid content of the leaves observed in the natural populations is due to environmental factors rather than genetics.

### Essential oils

In the natural populations analyzed in January 2002, essential oil content reached between 1.32 and 1.63 ml/100g of dried leaves (DW), without showing significant differences between origins (Table 1). These results did not confirm the analysis carried out in 1996 in the same populations, where essential oil concentration was found to be significantly higher in the central region, reaching 2.0% (Vogel et al., 1997).

Leaf collection at the same time (January 2002) in situ and from cultivated progenies showed in all plant origins significant higher essential oil content in the cultivated plants (progenies) than in wild plants, with 2.72 and 1.65 ml/100g DW, respectively. This may be explained by the fact that younger leaves and those grown at the basal sprouts are richer in essential oils than leaves from upper parts of the tree (Vogel et al., 1996). As cultivated boldo plants are harvested regularly, only young, high quality leaves are produced. Although wild plants did not reach the minimum of 2 ml/100 g DW reported by Muñoz et al. (2001), cultivated progenies did surpass this value in all plant origins and all years.

In the plantation, the northern origin showed the highest essential oil concentrations, reaching an average of 3.6 ml/100 g DW over three years. Analyzing each year, these differences appeared to be significant in 2000 and 2002. As the populations were submitted to the same environmental and culture conditions, differences between

populations are due to genetic effects, with the highest values occurring in plants of the northern origin. This is also confirmed by the fact that within the northern and central populations, differences between families could be found with variations from 2.8 to 5.1 ml/100 g DW in the northern and 1.9 to 3.4 ml/100 g DW in the central population.

### **Ascaridole**

Ascaridole is known to be one of the main compounds found in the essential oil of boldo leaves. The northern and central natural populations had significantly higher percentages of this compound (49-53%) than the southern population (28%). Similar results were found in 1996, where the northern and central plants reached between 50 and 58%, those from the southern population only 30% (Vogel et al., 1997).

The ascaridole content in the essential oil was less in leaves collected from the wild (43.2%) than in leaves collected from cultivated plants (66.1%), even when sampled in the same month (January 2002). In cultivated plants, all origins showed high values, without differing among them (65-68%). As cultivated progenies are all growing in the same conditions, but natural populations are submitted to different environmental factors, such as climate, soil, or other vegetation, it may be deduced that ascaridole content in the essential oil is highly influenced by environment and not due to genetic variability among populations. If low ascaridole content in the leaves is required, collection in the southern region of the natural habitat is recommended.

### **Flavonoids**

As well as for ascaridole content, flavonoid concentration was only analyzed in 2002 in natural and cultivated plants. Cultivated plants showed higher contents than wild plants, with 0.51 versus 0.27%, respectively. In natural populations significant differences between origins were observed with the highest concentrations in the southern region (0.41%) and the lowest in the central (0.15%). When growing in field conditions in the central region, all origins had concentrations of about 0.52-0.53%.

### **Relationship**

Rates of essential oil and alkaloid concentration obtained from leaves of cultivated progenies collected during three years (2000 – 2002) were submitted to a cluster analysis to study the relationship (Fig.1). In the dendrogram families from the northern regions could be clearly separated from those of the southern origin, whereas the results from the central region are spread throughout both northern and southern populations. As the progenies were grown in the same place and under the same environmental conditions, we assume that differences between northern and southern populations is due to genetic variability. The central population showed influences of both northern and southern plant origins.

### **CONCLUSIONS**

The highest alkaloid content was found in the northern population, but progenies of this origin did not differ significantly from the other populations when planted together in the central region. Thus, no genetic differences between populations could be proved. In conclusion, environmental factors seem to affect phenotypic variability.

As for the essential oil concentration, all wild populations showed low values, whereas the progenies were richer in this active compound, especially those of the northern origin. Progenies of the northern and central population even showed differences

among families of the same origin. These results permit us to conclude that the genetic condition of a plant affects highly essential oil concentration of the leaves. On the other hand, one of the main constituents of the essential oil, ascaridole, tended to be influenced more by the environment, because when planted in the central region, progenies of all origins showed the same percentages. Ascaridole content was significantly lower in all natural populations than in cultivated plants.

The cultivated progenies also showed higher flavonoid concentrations than wild plants, but this did not differ between origins when planted in the same environmental conditions.

A dendrogram elaborated from essential oil and alkaloid contents in the progenies of different origins showed a clear separation between the families of the north and those coming from the south.

From this study it can not be concluded whether or not differences between wild populations and cultivated plants may be due to the age of the plants.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Chile, for financial support for this project, and Mrs. Sharon Goulart for English revision.

#### Literature Cited

- Franz, G. and Koehler, H. 1992: Drogen und Naturstoffe - Grundlagen und Praxis der chemischen Analyse. Springer-Verlag, Berlin. p.39,148-149.
- Muñoz M., Montes, M., and Wilkomirsky, T. 2001. Plantas medicinales de uso en Chile – Química y farmacología. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. p.223-226.
- Vogel H., Razmilic, I., Doll, U. and Ruiz, R. 1996. Variability of some active compounds in boldo (*Peumus boldus* Mol.). Beiträge zur Züchtungsforschung 2(1):364-367.
- Vogel H., Razmilic, I. and Doll, U. 1997. Essential oil and alkaloid contents of different populations in boldo (*Peumus boldus* Mol.). Ciencia e Investigación Agraria 24(1):1-6.
- Vogel, H., Razmilic, I., Muñoz, M., Doll, U. and San Martín, J. 1999. Studies of genetic variation of essential oil and alkaloid content in boldo (*Peumus boldus*). Planta Med. 65:90-91.

## Tables

Table 1: Concentration of active compounds in natural populations of *Peumus boldus* and its progenies, January 2002

Natural population	Alkaloids (%) <sup>1</sup>	Flavonoids (%) <sup>2</sup>	Essential Oils (ml 100g dry matter)	Ascaridol content in essential oil (%) <sup>1</sup>
North	0.34 a	0.24 b	1.63	48.7 a
Center	0.20 b	0.15 c	1.60	52.8 a
South	0.22 b	0.41 a	1.32	28.0 b
Progenies				
North	0.20	0.52	3.53 a	64.8
Center	0.17	0.52	2.60 b	67.6
South	0.18	0.53	2.02 c	65.8
Wild versus cultivated plants				
Wild plants	0.25 a	0.27 b	1.65 b	43.2 b
Cultivated plants	0.18 b	0.51 a	2.72 a	66.1 a

Values in columns followed by different letters indicate significant difference (<sup>1</sup> LSD; <sup>2</sup> Kruskal-Wallis) with  $p \geq 0.95$

Table 2: Three-years study of active compounds in boldo progenies of different origin cultivated in the Universidad de Talca

Origin	Essential Oil Content (ml/100 g dry matter)				Alkaloid Content (%)				
	Year	2000	2001	2002	Total	2000	2001	2002	Total
North		4.93 a	2.39 a	3.53 a	3.61 a	0.05 a	0.14 b	0.20 a	0.13 a
Center		2.88 b	2.03 a	2.60 b	2.50 b	0.08 a	0.18 a	0.17 a	0.14 a
South		2.41 b	1.98 a	2.02 c	2.14 c	0.07 a	0.19 a	0.18 a	0.15 a

Values in columns followed by different letters indicate significant difference (LSD  $p \geq 0.95$ )



**Antioxidant properties and chemical characterization  
of four Chilean *Haplopappus*-species used as Bailahuén**

**(*H. baylahuen* Remy, *H. multifolius* Phil., *H. taeda* Reiche, and *H. remyanus*  
Wedd.)**

Hermine Vogel<sup>1</sup>, Mauricio González<sup>2</sup>, Francesca Faini<sup>3</sup>, Iván Razmilic<sup>4</sup>, Jaime Rodríguez<sup>5</sup>,  
José San Martín<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Horticultura. [hvogel@utalca.cl](mailto:hvogel@utalca.cl)

<sup>2</sup> NOVAZEL S.A., Diagonal Pedro Aguirre Cerda 1068, of 101, Concepción. [mauricio@novazel.com](mailto:mauricio@novazel.com)

<sup>3</sup> Universidad de Chile, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. [ffaini@uchile.cl](mailto:ffaini@uchile.cl)

<sup>4</sup> Universidad de Talca, Instituto de Química. [ivaraz@utalca.cl](mailto:ivaraz@utalca.cl)

<sup>5</sup> Universidad de Talca, Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología. [jrodriguez@utalca.cl](mailto:jrodriguez@utalca.cl)

**Author responsible for correspondence:** Dr. Hermine Vogel, Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, CHILE; Fax: +56-71-200212; E-mail: [hvogel@utalca.cl](mailto:hvogel@utalca.cl)

## ABSTRACT

“Bailahuén” is the common name of a medicinal shrub native to Chile where its resinous herb is widely used for its liver stimulating properties. Although the official specie is *Haplopappus baylahuen* Remy, Asteraceae, other species of the same genus are also used in different regions as “bailahuén”, producing confusion even in former scientific reports of chemical constituents. A TLC method for rapid identification of different species and detection of adulterations is described for four of the species: *H. baylahuen*, *H. taeda*, *H. multifolius*, and *H. remyanus*. To confirm efficiency in all species antioxidant properties were screened in resins, infusions, and methanolic extracts by tests of lipoperoxidation in erythrocytes and DPPH radicals. In both studies *H. baylahuen* showed the lowest antioxidant capacity, with about 50% effect in lipid peroxidation inhibition in tests with erythrocytes at 200 µg/ml, while the other species reached the same values at only 50 µg/ml of the lyophilized infusion and methanolic extract. In DPPH analyses, infusion and resins of *H. baylahuen* also showed the lowest and *H. remyanus* the major inhibiting activity of free radicals, while *H. multifolius* proofed to have the highest effect when used the methanolic extracts. There were no significant differences in chemical composition and antioxidant capacity between cultivated and wild plants. The chemical characterization of the studied species showed important levels of flavonoids and coumarins, predominating flavonoids in *H. taeda*, coumarins in *H. multifolius* and both of them in *H. baylahuen* and *H. remyanus*.

**Keywords:** coumarins, flavonoids, TLC characterization

## INTRODUCTION:

Bailahuén (*Haplopappus baylahuen* Remy; Asteraceae) is a medicinal plant native to Chile with known choleric, cholagogue [1], and hepatoprotective properties [2]. It is traditionally used by the local population, but also exported in small amounts as digestive in tea bags. The natural habitat of this species is limited to the mountain areas of Chile between latitudes 26° and 28°S. Nevertheless, in other regions of Chile other endemic *Haplopappus* species, such as *H. multifolius* (32-34°S), *H. remyanus* (29-32°S), and

*H. taeda* (34-35°S), are offered, sold, and exported. We suppose that the confusion even extends to some scientific publications, as plant material of some investigations [2] reported as "*H. baylahuen*" was collected in areas where only *H. taeda* is present. All of the above mentioned species are known in the rural areas as highly effective medicinal plants, reason why they were studied in the present investigation comparing their chemical composition and antioxidant activity. Several biological activities related with antioxidant properties of different plant extracts and their compounds including hepatoprotective [3], gastroprotective [4], cytoprotective [5], and immunomodulatory [6] have been recently reported. All bailahuén production is coming from the wild collection y although only the aerial parts are used the plants are mostly eradicated. The actual over-exploitation has strongly limited the natural populations of bailahuén and their former, very common use as a popular medicinal plant in Chile.

## **MATERIALS Y METHODOS**

### **Plant material**

Species were collected in their natural habitat at the moment of flowering and identified taxonomically using keys (Reiche, 1896-1911; Torsa y Bartoli 2002) and compared with samples deposited in the Herbarium of the Universidad de Concepción. Voucher specimens were deposited in the Herbarium of Universidad de Talca referring AJIM 2489 to *H. baylahuen*, AJIM 2486-2487 to *H. remyanus*, AJIM 2485 to *H. multifolius*, and AJIM 2488 to *H. taeda*. Duplicates were deposited in the Herbarium of the National Museum of Natural History (MNHN), Santiago de Chile, and in the Herbarium of the University of Concepción. Samples used for the experiments were dried at room temperature in a well-ventilated drying room.

### **Extracts**

For the following procedures only dried leaves were employed, with three repetitions for each species and extract. 100 g of dry plant material was immersed in 250 ml DCM for 30 s to obtain resins, and in 500 ml MeOH for 72 h to obtain methanolic extracts. Organic solvents were removed to obtain dry extracts. For

the infusion 5 g of dried leaves were treated with 50 ml bi-distillated boiling water for 5 min. All extracts were lyophilized for further analyses.

### **Studies of antioxidant activities**

Antioxidant activity of the different extracts was studied in two procedures: by lipid peroxidation of erythrocyte membranes, described by Haraguchi *et al.* [7], modified by De Azevedo *et al.* [8] and by DPPH, described by Lissi *et al.* [9]. Each experiment was repeated three times to analyze results statistically. Lipid peroxidation of the erythrocytes was only studied in infusions and methanolic extracts because of the low solubility of resins.

### **TLC Characterization**

All extracts were submitted to the characterization by TLC (silica gel F254, Merck; mobile phase DCM: MeOH 98:2). Chromatograms were evaluated under UV light at 254 and 365 nm to detect the presence of flavonoids and coumarins, respectively. Finally, chromatograms were developed with the Liebermann reagent (LB). To confirm the presence of flavonoids, TLC was additionally developed by diphenylborinic acid ethanolamine complex

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Antioxidant effects**

In both, methanolic extracts and infusions of the different *Haplopappus* species lowest activity in lipid peroxidation of erythrocytes was observed in *H. baylahuen*, the official bailahuén species, showing inhibition percentages of about 50% at a concentration of 200 µg/ml whereas the other species reached the same levels at only 50 µg/ml. Differences in activities between the concentrations of the same species were highly significant (Table 1). In the DPPH study, also all *H. baylahuen* extracts, i.e. infusion, methanolic extract, and resins showed lowest activities when compared with other *Haplopappus* species. Best antioxidant activity were obtained by the methanolic extract of *H. multifolius*, by the resins of *H.*

*remyanus*, and by the infusions of *H. remyanus* and *H. taeda*, being the infusion the traditional form of application of bailahuén, used commonly as a herbal tea. The antioxidant properties of the species did not differ significantly between cultivated plants and those collected from the wild.

Considering the relationship between the antioxidant activity and hepatoprotective effects [2,3], this study does confirm the effectiveness reached by the popular application of *H. multifolius* in the region of Santiago, of *H. taeda* southward and *H. remyanus* as bailahuén, by showing even higher, up to five-fold antioxidant activities as the official medicinal species (*H. baylahuen*).

### **Chemical compounds**

The four *Haplopappus*-species studied showed characteristic TLC chromatograms for each species, especially when used the resins (Figure 1), *H. baylahuen* presents flavonoids detected by the yellow and orange spots, and coumarins at low concentrations, detected by grey spots with blue fluorescence when observed under UV light at 365 nm and marked in Figure 1 with pencil. There were also high concentrations of terpenes at Rf 0.62 - 0.77 which turned brown when applied LB reagent. No prenyletin could be detected for this species, although this compound has been reported before (Schwenker et al. ...). The plant material of that study probably corresponded to *H. multifolius*, species with the very characteristic presence of prenyletin in high concentrations or *H. remyanus*, which also produces this compound, but only in traces. In TLC *H. multifolius* showed principally the presence of coumarins, some of them described before, as prenyletin (Rf 0.83) and aesculetin [10,11]. The main components of *H. taeda* resins are flavonoids. Eight of these compounds have been identified in this species before (Marambio and Silva). The assumption that a former study that reports presence of flavonoids and hepatoprotective properties of *H. baylahuen* [2] used *H. taeda* would correspond to our results. *H. remyanus* presents both, flavonoids and coumarins with characteristic spots at 0.63 and 0.83, which are not present in *H. taeda*. Zdero et al (...) described the presence of labdanes, monoterpene esters, and flavanones in *H. remyanus*. The presence of coumarins has not been described before for this species.

As the four species studied are all used in popular medicine for the same purpose and as the same medicinal plant, we supposed that chemical compounds would be very similar. The present study shows that this is not the case. Besides the botanical and morphological differences between the species they also can be distinguished clearly by their flavonoid- or coumarin-content that show characteristic marks in the TLC of external resins, which are common for the four species.

As the species are growing in the high mountains of different regions we also studied if the environment has a significant effect on the chemical composition. We found that the cultivated and wild plants from the same species show very similar TLC chromatograms in all extracts, infusions, methanolic extracts, and resins, even when grown in very different environmental conditions, such like different climate zones.

### **Yield Characters**

*H. tueda* presents the highest yield of dried material per plant, and also one of the highest percentages of leaves in the herb and resin content, resulting in the highest resin yields of all *Haplopappus* species studied with 37.8 g per plant (Table 3). Dry material and leaf percentage in *H. baylahuen* proofed to be lowest, but although resin content of dried leaves was one of the highest, resin yield reached only about 9 g per plant.

### **ACKNOWLEDGEMENTS**

We like to thank FIA for financial support of this project (V99-0-S-032) and Professor René Torres Baraona from the Faculty of Chemistry, Universidad de Santiago, for advising the antioxidant studies.

## REFERENCES

- 1 Montes M, Wilkomirski T. Medicina Tradicional Chilena. Ed. Universidad de Concepción, Chile. 1985. P. 74
- 2 Núñez-Alarcón J, Dolz H, Quiñónez MH, Carmona MT. Epicuticular flavonoids from *Haplopappus baylahuen* and the hepatoprotective effect of the isolated 7-methyl aromadendrin. Bol Soc Chil Quím 1993; 38: 15-22
- 3 Sohn DH, Kim YC, Oh SH, Park EJ, Li X, Lee BH. Hepatoprotective and free radical scavenging effects of *Nelumbo nucifera*. Phytomedicine 2003; 10:165-9
- 4 Kahraman A, Erkasap N, Koken T, Serteser M, Aktepe F, Erkasap S. The antioxidative and antihistaminic properties of quercetin in ethanol-induced gastric lesions. Toxicology 2003; 183:133-42.
- 5 Potapovich AI, Kostyuk VA. Comparative study of antioxidant properties and cytoprotective activity of flavonoids. Biochemistry (Mosc) 2003; 68: 514-9
- 6 Pandima Devi K, Sai Ram M, Sreepriya M, Ilavazhagan G, Devaki T. Immunomodulatory effects of *Premna tomentosa* extract against Cr (VI) induced toxicity in splenic lymphocytes--an in vitro study. Biomed Pharmacother 2003; 57:105-8
- 7 Haraguchi H, Saito T, Okamura N, Yagi A. Inhibition of lipid peroxidation and superoxide generation by diterpenes from *Rosmarinus officinalis*. Planta Medica 1995; 61: 333-6
- 8 De Azevedo MB, Alderete J, Rodriguez JA, Souza A. Biological activities of new antitumoral of indole derivatives in an inclusion complex with cyclodextrin. J Inclusion Phenom Mol 2000; 37: 93-101
- 9 Lissi E, Modak B, Torres R, Escobar I, Urzúa A. Total antioxidant potencial of resinous exudates from *Heliotropium* species, and comparison of the ABTS and DPPH methods. Free Radical Resources 1999; 30: 471-7
- 10 Chiang MT, Bittner M, Silva M, Mondaca A, Zemelman R, Sammes PG. Coumarin constituents in *Haplopappus* genus. Phytochemistry 1982; 21: 2753
- 11 Núñez-Alarcón J, Quiñónez MH. Flavonoids and coumarins of *Haplopappus multifolius*. Biochem syst ecol 1995; 23: 453-4
- Zdero C, Bohlmann F, Niemeyer HM. Friedolabdanes and other constituents from Chilean Haploappus species. Phytochemistry 1991; 30:3669-77
- Marambio O, Silva M. New compounds isolated from *Haplopappus tweedia* Reiche. Bol Soc Chil Quím 1989; 34: 105-13
- Schwenker G, Kloss P, Engels W. Isolation of prenyletin from *Haplopappus baylahuen*. Pharmazie 1967; 22: 724-5

Reiche K. Flora de Chile. Imprenta Cervantes and Imprenta Barcelona, 1896-1911; 6 volumes. Santiago de Chile.

Tortosa D, Bartoli A. Revisión de las especies Argentinas del género *Haplopappus* (Asteraceae, Astereae). Bol Soc Argent Bot 2002;37:115-33.

**Table 1: Inhibition of the aqueous and methanolic extracts of different bailahuén-species (*Haplopappus spp.*) on the lipo peroxidation of erythrocytes at different concentrations**

Species	Inhibition (%)of the aqueous extract at different concentrations( $\mu\text{g/ml}$ )				Inhibition (%)of the methanolic extract at different concentrations ( $\mu\text{g/ml}$ )			
	500	200	100	50	500	200	100	50
	<i>H. baylahuen</i>	77.5 b	57.5 c	32.2 c	24.3 b	96.0 a	51.3 c	38.6 c
<i>H. remyanus</i>	91.8 a	80.2 b	77.8 b	58.5 a	95.7 a	94.2 a	84.0 a	56.5 a
<i>H. multifolius</i>	92.2 a	88.8 a	83.6 a	59.7 a	86.9 b	74.3 b	70.3 b	60.2 a
<i>H. taeda</i>	94.3 a	86.2 a	81.5 a	56.2 a	97.8 a	94.8 a	82.1 a	62.5 a

Values in columns followed by different letters show significant differences between species (Duncan;  $\alpha \leq$

- 0.05). Differences of inhibition between concentrations of the same species are all highly significant ( $\alpha \leq$  0.01).

**Table 2: Antioxidant properties of different bailahuen-species (*Haplopappus spp.*) determined by DPPH and expressed as micro equivalents Trolox (TRE)**

Species	Infusion	Methanolic extract	Resins
<i>H. baylahuen</i>	661 c	1,985 c	682 c
<i>H. renyanus</i>	3,784 a	3,536 b	3,971 a
<i>H. multifolius</i>	2,771 b	5,170 a	2,730 b
<i>H. taeda</i>	3,433 a	2,957 b	2,481 b

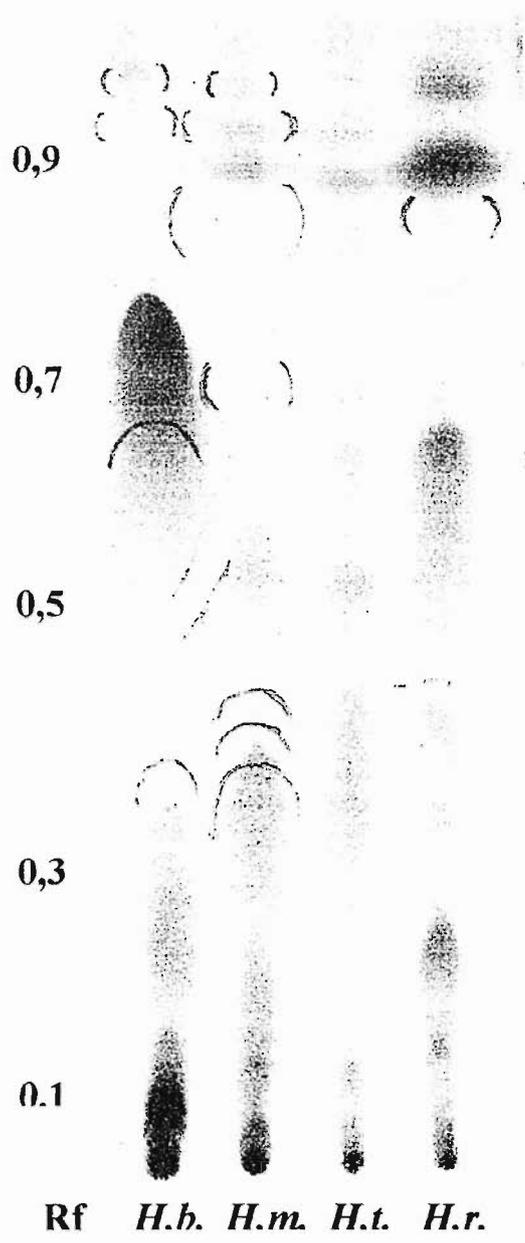
Values in columns followed by different letters indicate significant differences between species (Duncan;  $\alpha \leq 0.05$ )

**Table 3: Dry material, leaf, and resin yields in different *Haplopappus*-species**

Species	Yield of dry material (g / plant)	Leaves in dry material (%)	Resins yield (g/ 100g dried leaves)	Resins yield per plant (g)
<i>H. baylahuen</i>	77.6 c	65	17.9 a	9.0
<i>H. remyanus</i>	107.2 b	78	13.4 b	11.2
<i>H. multifolius</i>	115.7 b	65	14.6 b	11.0
<i>H. taeda</i>	235.5 a	78	20.6 a	37.8

Values in columns followed by different letters indicate significant differences between species (Duncan;  $\alpha \leq 0.05$ )

Figure 1: Identification of the bailahuén-species *H. baylahuen*, *H. multifolius*, *H. taeda*, and *H. remyanus* by TLC (silica gel F254, DCM/MeOH, 98:2)



**Matico (*Buddleja globosa* Hope): evaluación de diferentes procedencias, número de cosechas, condiciones de riego y demanda nutricional<sup>1</sup>**

Matico (*Buddleja globosa* Hope): evaluation of different plant origins, number of harvests, irrigation conditions, and nutritional demand

HERMINE VOGEL<sup>2</sup>, IVÁN RAZMILIC<sup>3</sup>, BENITA GONZÁLEZ<sup>2</sup>, PAULA JELDRES

**Abstract**

*Buddleja globosa*, is a medicinal shrub native to Chile with the common name of "matico". Its leaves are used for their cicatrising properties. For domestication studies six different origins were studied, three of them coming from wild populations, and the other three from plants cultivated in rural gardens. All origins were established in a randomised experimental design in the experimental station of Universidad de Talca, located in the central region of Chile, and evaluated during the first two years. Considering values obtained during both seasons, it was observed that wild origins generally showed lower leaf yields than plants propagated from cultivated mother plants. There was no significant difference among both years. The leaf weight to total aerial weight relation showed only significant differences between origins during the first year and, considering all dates available, a decrease of the value from the first (50.0) to the second season (60.0). The number of shoots per plant showed significant differences only in the second year between one of the cultivated (43.1) and one of the wild origins (15.1). The shoot number increased from the first (16.8) to the second year (30.0). For the flavonoid concentration in the leaves, no significant differences were found between populations, only between years (0.20 and 0.43% for the first and second year, respectively). The concentration of tannins varied from 1.25 to 2.50%, without significant differences among origins and years.

Key words: populations, leaf yield, flavonoid content, tannine content

---

<sup>1</sup> Fecha de recepción: Julio 2003

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile; hvogel@utalca.cl

<sup>3</sup> Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca; ivaraz@utalca.cl

## Resumen

El matico es un arbusto medicinal nativo de Chile de recolección silvestre. Con fines de domesticación se estudiaron seis procedencias de plantas en condiciones de cultivo, establecidas en un diseño experimental de parcelas divididas para dos niveles de riego, las que se evaluaron durante la primera y segunda temporada. Además, se evaluó el efecto de una, dos y tres cosechas por temporada y se estimó la extracción de nutrientes con el material cosechado.

Se pudo establecer que las procedencias silvestres en general muestran un menor rendimiento de hojas por planta que aquellas de plantas cultivadas. No se observó diferencia significativa en el rendimiento de hojas entre las dos temporadas. La relación peso hojas : peso aéreo total sólo mostró diferencias significativas entre procedencias en el primer año y, considerando todas las plantas, una disminución del valor en el segundo año (0.50) respecto al primero (0.60). En el número de brotes por planta se observa, durante el segundo año, una diferencia significativa entre una de las procedencias cultivadas (43,1) y otra silvestre (15,1). Además, el promedio de brotes por planta aumenta de 16.8 a 30,0 de la primera a la segunda temporada. La concentración de flavonoides en las hojas no mostró diferencia significativa entre los orígenes, pero sí entre años con 0.20 y 0.43% para el primer y segundo año, respectivamente. La concentración de taninos fluctuó entre 1.25 y 2.50%, sin presentar diferencias significativas entre procedencias y años.

Palabras clave: poblaciones, rendimiento, contenido de flavonoides, contenido de taninos

## Introducción

El matico (*Buddleja globosa* Hope) es un arbusto nativo de Chile cuyas hojas se usan en la medicina popular, principalmente como cicatrizante de heridas y úlceras. Entre los compuestos activos se informa la presencia de flavonoides con actividad diurética, cicatrizante y antiinflamatoria (Muñoz et al., 2001). Mensah et al. (2001) atribuyen el efecto antioxidante del extracto a saponinas, flavonoides y otros fenoles. Actualmente, el material vegetal se recolecta de plantas silvestres y, recientemente, de algunas plantaciones. Diferentes métodos de propagación vegetativa se presentaron en Vogel et al. (2002). Con el fin de domesticar a esta especie, se establece la diferencia entre orígenes, tres provenientes de huertos caseros y tres de poblaciones silvestres, evaluando factores de rendimiento y concentración de principios activos, y su comportamiento bajo condiciones de cultivo, con dos niveles de riego y tres tratamientos de cosecha. Para estimar el requerimiento de nutrientes, se cuantifican los principales macro- y microelementos en el material cosechado.

## Materiales y Métodos

El material de propagación se recolectó en tres huertos caseros (Pencahue, Talca y San Javier, todos en la VII región) y tres poblaciones silvestres (Los Queñes y Los Ruiles, VII región, y Tolhuaca, IX región). Las plantas se obtuvieron mediante enraizamiento de estacas, con excepción del origen "Los Queñes" del cual se recolectaron plantas jóvenes, germinadas en su hábitat natural. La plantación se estableció en agosto de 2000 en la Estación Experimental de la Universidad de Talca, ubicada en Panguilemo (35° S, 111 msnm, precipitación anual 730 mm, aproximadamente, prolongándose la estación seca desde septiembre hasta abril), con una densidad de 13.333 plantas ha<sup>-1</sup>.

Las seis procedencias se establecieron en un diseño de parcelas divididas para dos tratamientos de riego y dentro de ellas completamente al azar con seis repeticiones por origen, evaluando un total de 144 individuos durante la primera y segunda temporada de cultivo (2000/01 y 2001/02). La plantación cuenta con riego por goteo, manteniendo la capacidad de campo (CC) a 65% y 20% durante los meses estivales, para los dos tratamientos de riego respectivamente, medida por tensiómetro. Para obtener una humedad homogénea, las parcelas están rodeadas por una hilera borde. En los años 2001 y 2002, a fines de marzo, principios de abril, se evaluaron los siguientes caracteres: rendimiento de hojas secas (kg planta<sup>-1</sup>), relación entre peso seco hojas : total cosechado, número de brotes, contenido de flavonoides (%) y de taninos en las hojas (%).

En la segunda temporada (2001/02) se evaluó la posibilidad de varias cosechas por temporada. Las plantas se cortaron a 20 cm del nivel de suelo, con los tratamientos de una, dos y tres cosechas por temporada, realizados en las siguientes fechas: 19 de diciembre, 26 de febrero y 25 de marzo para el tratamiento de tres cosechas por temporada, 6 de febrero y 25 de marzo para dos cosechas y el 25 de marzo para el tratamiento de una sola cosecha.

Para estimar el requerimiento de los nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn y Cu, se analizaron las hojas y tallos de las plantas cosechadas en dos fechas, el 19 de diciembre de 2001 y 6 febrero de 2002 en el Laboratorio de Suelo de la Universidad de Talca. Para ello, se tomaron muestras a plantas en ambas condiciones de riego y de tres orígenes: San Javier, Los Queñes y Tolhuaca.

La concentración de flavonoides se determinó espectrofotométricamente según Franz & Koehler (1992) y el contenido de taninos mediante el método modificado de Folin-Ciocalteus (Lastra et al., 2000). La concentración de taninos se obtiene al interpolar la diferencia de absorbancia en un gráfico obtenido comparando la muestra problema con ácido tánico de la firma Merck.

## Resultados y Discusión

En general, las plantas de procedencias silvestres mostraron menor rendimiento de hojas secas por planta que las de origen cultivado durante las primeras dos temporadas (Tabla 1), con un mayor rendimiento en la segunda temporada. Específicamente, los rendimientos de Tolhuaca y Los Queñes mostraron ser significativamente menor que aquellos de los demás orígenes. La diferencia entre las procedencias silvestres y cultivadas, establecidas bajo las mismas condiciones, podría indicar que las plantas que se encuentran en huertos caseros han pasado durante mucho tiempo por un proceso informal de selección, eligiendo los individuos con una mayor producción de masa foliar. El análisis de los datos obtenidos de diferentes condiciones de riego, mostró que las plantas con mayor estrés hídrico (20% CC) obtuvieron un menor rendimiento de hojas, sin presentar interacciones significativas entre los factores procedencia y riego. Vogel et al. (2002) demostraron que no sólo disminuye el rendimiento de hojas sino también el área foliar en plantas sometidas a estrés hídrico.

A pesar del bajo rendimiento, las plantas de Tolhuaca han mostrado, en un análisis que contempla ambas temporadas, una mejor relación peso hojas : peso total que los demás orígenes. Este mismo análisis indica también una relación favorable en plantas cultivadas bajo condiciones de estrés hídrico.

Las diferencias en el número de brotes por planta fueron significativas durante la segunda temporada y en un análisis de ambos años, presentando las procedencias Talca y Los Ruiles significativamente más brotes por planta que Tolhuaca. En términos generales, las procedencias silvestres sólo discreparon de las cultivadas en la segunda temporada.

La diferencia significativa en el rendimiento de hojas y el número de brotes entre el primer y segundo año muestra el desarrollo activo de las plantas, mientras que la relación peso hojas : peso total disminuye, indicando una mayor proporción de tallos en el material cosechado durante la segunda temporada.

Jeldres (2002) estudió varios caracteres morfológicos de plantas en el hábitat natural de Los Ruiles. Los Queñes y Tolhuaca, comparándolas con las plantas cultivadas en la Estación Experimental de la Universidad de Talca. Entre los caracteres informados que más se relacionan con el rendimiento figuran altura y ancho de la planta, diámetro de tallo, largo de hojas, densidad de hojas en brotes y largo de entrenudos. En este estudio, todos estos caracteres, excepto largo de entrenudos, mostraron diferencias significativas entre las plantas silvestres y cultivadas del mismo origen. En estas últimas se observan menores valores de altura, ancho de la planta y diámetro de tallo que en las plantas silvestres, pudiendo explicarse por la forma de crecimiento de las plantas no podadas: los tallos se lignifican, se ramifican y pierden las hojas en su base, mientras que las plantas cultivadas se podan a aproximadamente 20 cm de altura, eliminando los brotes lignificados sin hojas y obteniendo nuevos brotes todos los años.

Al comparar las tres poblaciones silvestres entre ellas, Jeldres (2002) encontró que las plantas de Los Ruiles mostraron ser las más altas, tanto en su hábitat natural como en condiciones de cultivo, las más bajas plantas silvestres se encontraron en Los Queñes, mientras que en condiciones de cultivo la procedencia Tolhuaca mostró el menor crecimiento, tanto en altura como en anchura. En plantas silvestres de esta última procedencia se han encontrado valores medios en altura, anchura y densidad de hojas (Jeldres, 2002), por lo que su deficiente desarrollo en cultivo podría atribuirse a problemas de adaptación a las condiciones ambientales dadas.

La mayor altura de plantas de Los Ruiles (Jeldres, 2002) coincide con el mayor rendimiento al ser comparado con plantas de Tolhuaca y Los Queñes, encontrado en nuestro estudio (Tabla 1). El menor diámetro de tallo en plantas cultivadas de Tolhuaca y su mayor densidad de hojas en brotes (Jeldres, 2002), podría explicar la alta relación peso hojas : peso total, informada en Tabla 1.

Al estudiar el número de cosechas por temporada, se observa un mayor rendimiento anual en los tratamientos una y dos cosechas, mientras que el tratamiento de tres cosechas mostró el menor rendimiento total (Tabla 2). En las cosechas parciales de los tratamientos dos y tres se obtuvieron los mayores rendimientos en los primeros cortes, sin lograr una recuperación total de las plantas en los periodos estudiados. La relación peso hojas : material vegetal total (hojas + tallos) fue mejor en el tratamiento tres seguido por dos cosechas, indicando una mayor formación de tallos al cortar una sola vez en otoño. Sin embargo, al cosechar las plantas en varias oportunidades, el primer corte estimula la formación de brotes por planta, como indica el elevado número de brotes en cortes posteriores.

El contenido de flavonoides en las hojas de matico no presentó diferencias significativas entre las procedencias (Tabla 1), pero sí entre los años con mayores valores en la segunda temporada. Este resultado coincide con lo descrito por Vogel et al. (2002) quienes informan que las hojas adultas muestran una mayor concentración de flavonoides que las jóvenes. En las poblaciones silvestres, Jeldres (2002) encontró una concentración media de flavonoides en las hojas de 0.39%, no presentando diferencias significativas entre las poblaciones, a pesar de la distancia entre los lugares estudiados. Según esta autora, tampoco se encontraron diferencias en el contenido de flavonoides entre hojas provenientes de las plantas silvestres y las cultivadas. Al cosechar las plantas por primera vez en diferentes fechas, se observó que las hojas tomadas en febrero contenían significativamente menos flavonoides que aquellas cosechadas en diciembre (0,33 y 0,40%, respectivamente), mientras que ambos valores no difieren significativamente del 0,36 observado en marzo. De esta manera se confirmaron los resultados presentados por Vogel et al. (2002) quienes informaron que las hojas contienen más flavonoides en primavera que en verano y similares valores en otoño. Sin embargo, al someter las plantas a varias cosechas por temporada, se

observa un aumento significativo desde la primera a la última cosecha (Tabla 2). Este resultado no concuerda con Vogel et al. (2002) quienes encontraron menores contenidos de flavonoides en hojas jóvenes que en adultas, esperando que la proporción de hojas jóvenes es mayor en la segunda y la tercera cosecha.

La concentración de taninos no presentó diferencias significativas entre procedencias, pero se obtuvieron mayores contenidos durante la segunda temporada y, analizando datos de ambos años, menores contenidos en los tratamientos de mayor estrés hídrico (Tabla 1). Al comparar los valores obtenidos en plantas cosechadas por primera vez en diferentes fechas, se mostró que las hojas contienen más taninos en diciembre que en febrero y marzo. Este resultado concuerda con Vogel et al. (2002) quienes encontraron una mayor concentración en primavera comparada con verano y otoño, sin presentarse diferencias significativas entre hojas jóvenes y adultas. Las cosechas parciales de los tratamientos dos y tres cortes por temporada no mostraron diferencias significativas entre ellas. Jeldres (2002) informa que las plantas cultivadas originadas de Los Ruiles contenían más taninos que las plantas en su hábitat natural, diferencia que en el caso de Los Queñes no mostró ser significativa.

En ninguna de las mediciones presentadas se logró obtener un valor de 5,8%, descrito por Montes y Wilkomirsky (1987). Sin embargo, en esta publicación no se indica si dicha concentración corresponde a la de hojas o de otras partes de la planta.

Valores similares en los contenidos de flavonoides y taninos, encontrados en procedencias silvestres y cultivadas indican que estos caracteres no han sido sometidos a selección en el primer paso de domesticación de *Buddleja globosa*. Sin embargo, si se buscan altos rendimientos de hojas, no conviene propagar plantas de procedencia silvestre.

La extracción de nutrientes (Cuadro 3) muestra diferencias significativas entre procedencias para todos los elementos analizados, menos Mn. También el riego afecta el contenido de nutrientes en las hojas, excepto el de Mg, con mayores valores en hojas de plantas expuestas a un mayor estrés hídrico (20% CC) en nitrógeno, fósforo, manganeso, zinc y cobre y menores valores en potasio y calcio. La interacción procedencia x riego no fue significativa.

Los valores entregados en el Cuadro 3 forman la base para una fertilización adecuada que repone los nutrientes extraídos del suelo. Como los valores representan la extracción por más de hojas, se permite el cálculo de fertilización según el rendimiento obtenido en diferentes condiciones, como densidad de plantación.

## Conclusiones

Las diferentes procedencias de matico cultivadas en Talca y analizadas durante las dos primeras temporadas, en general, muestran un mayor rendimiento de hojas en aquellas de origen cultivado. La procedencia Tolhuaca presenta la mayor proporción de hojas en el material cosechado, aunque es una de las con menor rendimiento total de hojas. En ningún momento se observan diferencias significativas en los contenidos de flavonoides y taninos entre las procedencias.

De la primera a la segunda temporada aumenta el rendimiento de hojas, el número de brotes y los contenidos de flavonoides y taninos, mientras disminuye la proporción de hojas en el material cosechado.

El riego afecta el rendimiento de hojas, con mayores valores en los tratamientos de mayor capacidad de campo en el suelo (65% CC), bajando simultáneamente la proporción de hojas en el material cosechado y aumentando el contenido de taninos en las hojas.

El ensayo de cosechas indica que, bajo las condiciones del estudio, no se puede aumentar el rendimiento de hojas al cosechar varias veces por temporada, a pesar de que mejora la relación de hojas en el material cosechado con un aumento de cortes. Una primera poda también estimula la formación de brotes en la planta. Al cosechar una sola vez, los contenidos de flavonoides y taninos son mayores a mediados de diciembre que a principios de febrero, recuperándose la concentración de flavonoides hacia fines de marzo. En varias cosechas, los contenidos de ambos grupos de principios activos aumentan de la primera a la última.

Según el estudio de extracción de nutrientes, cada tonelada de material cosechado y deshidratado extrae entre 11, 8 y 14,7 kg nitrógeno, entre 1,7 y 1,9 kg fósforo, entre 10,3 y 13,0 kg potasio, entre 4,5 y 5,8 kg calcio, entre 1,8 y 2,4 kg magnesio, entre 54 y 73 g manganeso, entre 16 y 22 g zinc y entre 8,4 y 10,7 g cobre. Pueden presentarse variaciones según la procedencia y el riego de las plantas.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria y la Universidad de Talca al proyecto FIA V99-0-S-032

**Literatura citada**

FRANZ G & H KOEHLER (1992) Drogen und Naturstoffe Grundlagen und Praxis der chemischen Analyse. Springer Verlag Berlin. Alemania. 308 pp.

JELDRES P (2002) Exploring diversity and the potential for domestication in *Buddleja globosa* Hope a medicinal plant from Chile. Tesis Master of Science. Institute of Agricultural Chemistry and Institute for Crop and Animal Production in the Tropics. Georg-August-Universität Göttingen. Alemania. xiv + 60 pp.

LASTRA H, RODRÍGUEZ E, PONCE DE LEÓN H & GONZÁLEZ M (2000) Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso de romerillo. Revista Cubana de Plantas Medicinales 5(1): 17-22.

MONTES M & T WILKOMIRSKY (1987) Medicina tradicional chilena. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 205 pp.

MUÑOZ O, M MONTES & T WILKOMIRSKY (2001) Plantas medicinales de uso en Chile, química y farmacología. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 330pp.

VOGEL H, U DOLL, I RAZMILIC & J SAN MARTÍN (2002) Domestication studies of matico (*Buddleja globosa* Hope). Acta Horticulturae 576:203-206.

Tabla 1: Factores de rendimiento y concentración de principios activos en diferentes procedencias de *Buddleja globosa* cultivados en la VII región de Chile bajo dos condiciones de riego

Table 1: Yield factors and concentration of active principals in different origins of *Buddleja globosa* cultivated in VII region of Chile

	Rendimiento de hojas secas (kg planta <sup>-1</sup> )			Peso hojas : peso material vegetal aéreo			Número de brotes planta <sup>-1</sup>			Flavonoides (%)			Taninos (%)		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Media
<b>Procedencia</b>															
Pencahue	0,19	0,28 a	0,24 a	0,60 abc	0,52 b	0,56 b	15,8	32,8 ab	24,3 ab	0,17	0,43	0,30	1,10	1,98	1,55
Talca	0,22	0,33 a	0,28 a	0,61 ab	0,53 b	0,57 b	13,4	38,8 a	26,1 a	0,19	0,49	0,34	1,35	2,04	1,70
San Javier	0,23	0,25 a	0,24 a	0,53 c	0,54 b	0,54 b	15,3	25,3 ab	20,3 ab	0,18	0,43	0,31	1,71	2,19	1,94
Los Ruiles	0,19	0,32 a	0,25 a	0,58 bc	0,51 b	0,55 b	18,9	38,2 a	28,5 a	0,19	0,54	0,37	1,86	1,82	1,84
Tolhuaca	0,13	0,10 b	0,11 b	0,65 a	0,64 a	0,64 a	11,2	15,3 b	13,3 b	0,25	0,48	0,36	1,83	2,18	2,00
Los Queñes	0,14	0,11 b	0,12 b	0,54 bc	0,59 ab	0,56 b	20,1	17,7 b	18,9 ab	0,19	0,49	0,34	1,39	1,81	1,59
<b>Cultivado</b>															
Cultivado	0,21 a	0,29 a	0,25 a	0,58	0,53 b	0,56	14,9	32,1 a	23,5	0,18	0,45	0,32	1,38	2,06	1,72
Silvestre	0,16 b	0,18 b	0,17 b	0,59	0,57 a	0,58	17,1	24,8 b	21,0	0,21	0,50	0,36	1,74	1,95	1,84
<b>Riego</b>															
65% CC	0,22 a	0,29 a	0,25 a	0,60 a	0,50 b	0,55 b	16,8	30,0	23,4	0,20	0,46	0,33	1,83 a	2,06	1,95 a
20% CC	0,15 b	0,18 b	0,16 b	0,57 b	0,61 a	0,59 a	15,0	26,1	20,4	0,20	0,49	0,34	1,25 b	1,93	1,59 b
<b>Media</b>	0,18	0,23		0,58	0,56		15,8	28,0		0,20	0,48		1,54	2,00	
	B	A		A	B		B	A		B	A		B	A	

Valores en columnas seguidos por letras minúsculas diferentes y promedios de 1<sup>era</sup> y 2<sup>da</sup> temporada seguidos por letras mayúsculas diferentes indican que existe diferencia significativa según Tukey, con  $p \leq 0,05$

Cuadro 2: Efecto del número de cosechas por temporada sobre el total anual de rendimiento de hojas, la relación peso hojas : peso material vegetal aéreo total, el número de brotes por planta, el contenido de flavonoides y taninos

Table 2: Effect of the number of harvests per season on the total leaf yield, portion leaf : total aerial weight, number of shoots per plant, and on the flavonoid and tannin concentration

Número de cosechas por temporada	Rendimiento hojas secas (kg planta <sup>-1</sup> )	Relación peso hojas : material total	Número de brotes por planta	Flavonoides (%)	Taninos (%)
Una					
25 mar	0,29 A	0,50 C	18,9 A	0,41 B	3,04 A
Dos					
6 feb	0,18 a	0,59 a	16,3 b	0,33 a	1,87 a
25 mar	0,07 b	0,60 a	35,1 a	0,51 b	1,72 a
Total <sup>1</sup>	0,25 A	0,59 B	26,2 A	0,39 B	1,82 B
Tres					
19 dic	0,12 a	0,64 b	18,3 b	0,38 b	2,03 a
6 feb	0,06 b	0,61 b	34,7 a	0,60 ab	1,86 a
25 mar	0,01 c	0,70 a	31,0 a	0,81 a	1,67 a
Total <sup>1</sup>	0,19 B	0,65 A	25,3 A	0,60 A	1,85 B

<sup>1</sup> En el caso del rendimiento de hojas, este valor representa el total obtenido en todas las cosechas, en los demás caracteres el promedio

En las mismas columnas, los valores seguidos por letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre el mismo tratamiento, mientras que las letras mayúsculas indican diferencias significativas entre los tratamientos (total o promedio) , según Tukey  $p \geq 0.95$

Cuadro 3: Extracción de diferentes macro- y micronutrientes en el material vegetal cosechado deshidratado, incluyendo hojas y tallos en sus respectivas proporciones, según procedencia de las plantas y capacidad de campo (CC) del suelo

Table 3: Extraction of macro- and micronutrients harvest of the product, both dried leaves and shoots, in plants of different origin and under different conditions of field capacity (CC)

Elemento	CC (%)	Extracción (kg t <sup>-1</sup> ) según procedencia de plantas			
		San Javier	Los Queñes	Tolhuaca	Media
N	20	13,11 a	12,13 a	14,67 a	12,30 a
	65	12,09 b	11,81 a	14,17 a	12,69 b
	Media	12,60 B	11,97 C	14,42 A	
P	20	1,87 a	1,87 a	1,76 b	1,84 a
	65	1,72 b	1,65 b	1,92 a	1,76 b
	Media	1,80 B	1,76 B	1,84 A	
K	20	10,33 b	11,70 b	12,00 a	11,34 b
	65	11,06 a	12,96 a	11,26 b	11,76 a
	Media	10,69 C	12,33 A	11,63 B	
Ca	20	5,29 b	4,47 b	5,33 b	5,03 b
	65	5,84 a	5,40 a	5,78 a	5,67 a
	Media	5,56 A	4,94 B	5,55 A	
Mg	20	1,80 b	2,03 b	2,26 a	2,03 a
	65	1,94 a	2,39 a	1,78 b	2,04 a
	Media	1,87 C	2,21 A	2,02 B	
Mn	20	0,073 a	0,064 a	0,064 a	0,068 a
	65	0,054 b	0,057 b	0,059 a	0,057 b
	Media	0,063 A	0,060 A	0,062 A	
Zn	20	0,020 a	0,022 a	0,020 a	0,021 a
	65	0,016 b	0,016 b	0,017 b	0,017 b
	Media	0,018 B	0,019 A	0,019 A	
Cu	20	0,0087 b	0,0088 a	0,0107 a	0,0094 a
	65	0,0091 a	0,0084 b	0,0096 b	0,0090 b
	Media	0,0089 B	0,0086 C	0,0102 A	

Valores de los mismos elementos seguidos por letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre valores de la misma columna, letras mayúsculas entre valores de la misma fila

Cuadro 4: Extracción de diferentes macro- y microelementos en la cosecha de matico

Table 4: Extraction of macro and micronutrients by harvesting matico

Elemento	Contenido nutrientes		Relación hojas:tallos	Extracción materia fresca			Extracción materia seca <sup>1</sup>		
	Hojas	Tallos		Material vegetal <sup>2</sup>		Hojas (kg t <sup>-1</sup> )	Material vegetal <sup>2</sup>		hojas (kg t <sup>-1</sup> )
				(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg t <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg t <sup>-1</sup> )	
N (%)	1,82	0,63	56:44	155,40	35,40	45,01	57,29	13,03	16,59
P (%)	0,22	0,14	56:44	21,67	4,48	6,97	7,99	1,80	2,57
K (%)	1,22	1,06	56:44	140,04	31,16	47,28	51,62	11,49	17,43
Ca (%)	0,75	0,27	56:44	66,80	14,59	18,78	24,62	5,38	6,92
Mg (%)	0,28	0,11	56:44	24,66	5,48	7,11	9,09	2,02	2,62
Mn (ppm)	93,52	21,27	56:44	0,72	0,17	0,20	0,27	0,06	0,07
Zn (ppm)	24,00	12,00	56:44	0,22	0,05	0,07	0,08	0,02	0,03
Cu (ppm)	10,80	7,22	56:44	0,11	0,02	0,04	0,04	0,01	0,01

<sup>1</sup> Materia seca estimada sobre la base del contenido de humedad de las hojas de 70 % y de los tallos 48 %

<sup>2</sup> Valores estimados en base a un rendimiento de materia fresca de 12.286 kg ha<sup>-1</sup> y materia seca 4.529 kg ha<sup>-1</sup> a una densidad de plantación de 13.333 plantas ha<sup>-1</sup>

**ANEXO N°11**  
**"Material de apoyo a Día de Campo"**

**ANEXO N°14**  
**"Curvas de Humedad"**



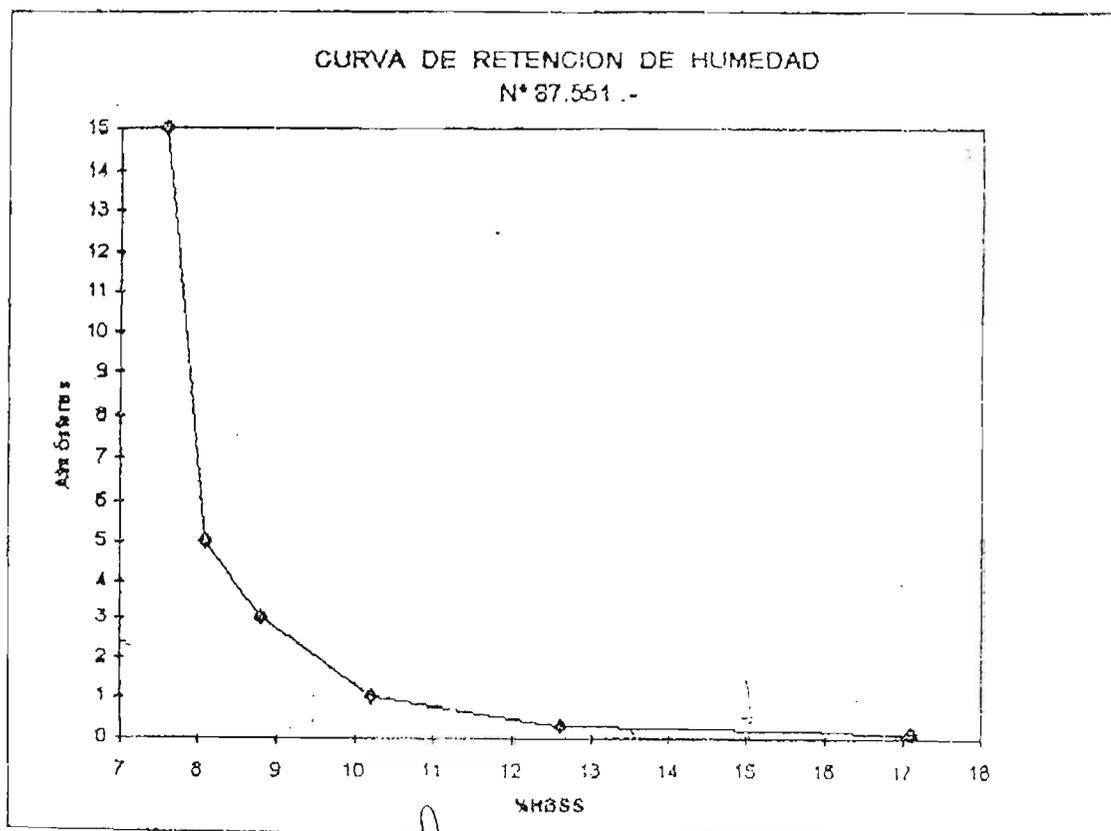
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Dpto. de Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, Fono 42/208853, Fax 42/270674



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD DE TALCA .- ( MYRIAN ROJAS )	
N° MUESTRAS : 3 .-	VALOR ANALISIS : \$ 20.000 .-
TIPO ANALISIS : FISICO .-	
DETERMINACION : CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD	
RECEP. LABORATORIO : 27/11/2000 .-	
SALIDA LABORATORIO : 18/12/2000 .-	
CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD	

%HBSS	Atmósferas
17,1	0,1
12,6	0,33
10,2	1
8,8	3
8,1	5
7,6	15



MUESTRA 1.- 30cm .-

FIRMA ENCARGADO DE LABORATORIO  
MARGO SANTOVAL . ING. AGRÓNOMO. Mg. Cs.



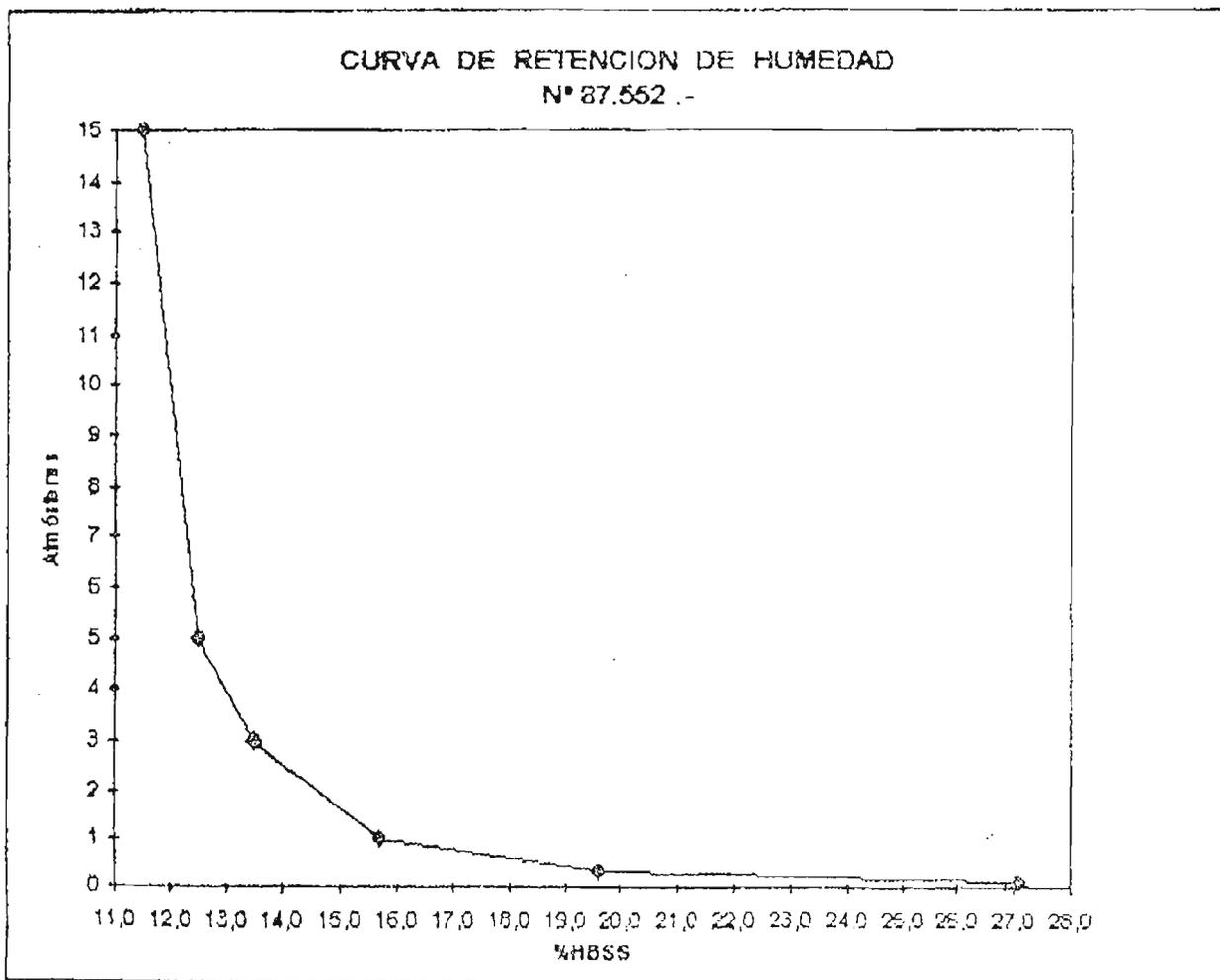
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Dpto. de Suelos, Calle Vicente Méndez 595, Chillán, Fono 42/208853, Fax 42/270674



**CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD**

%HBSS	Atmósferas
27.1	0.1
19.6	0.33
15.7	1
13.5	3
12.5	5
11.5	15

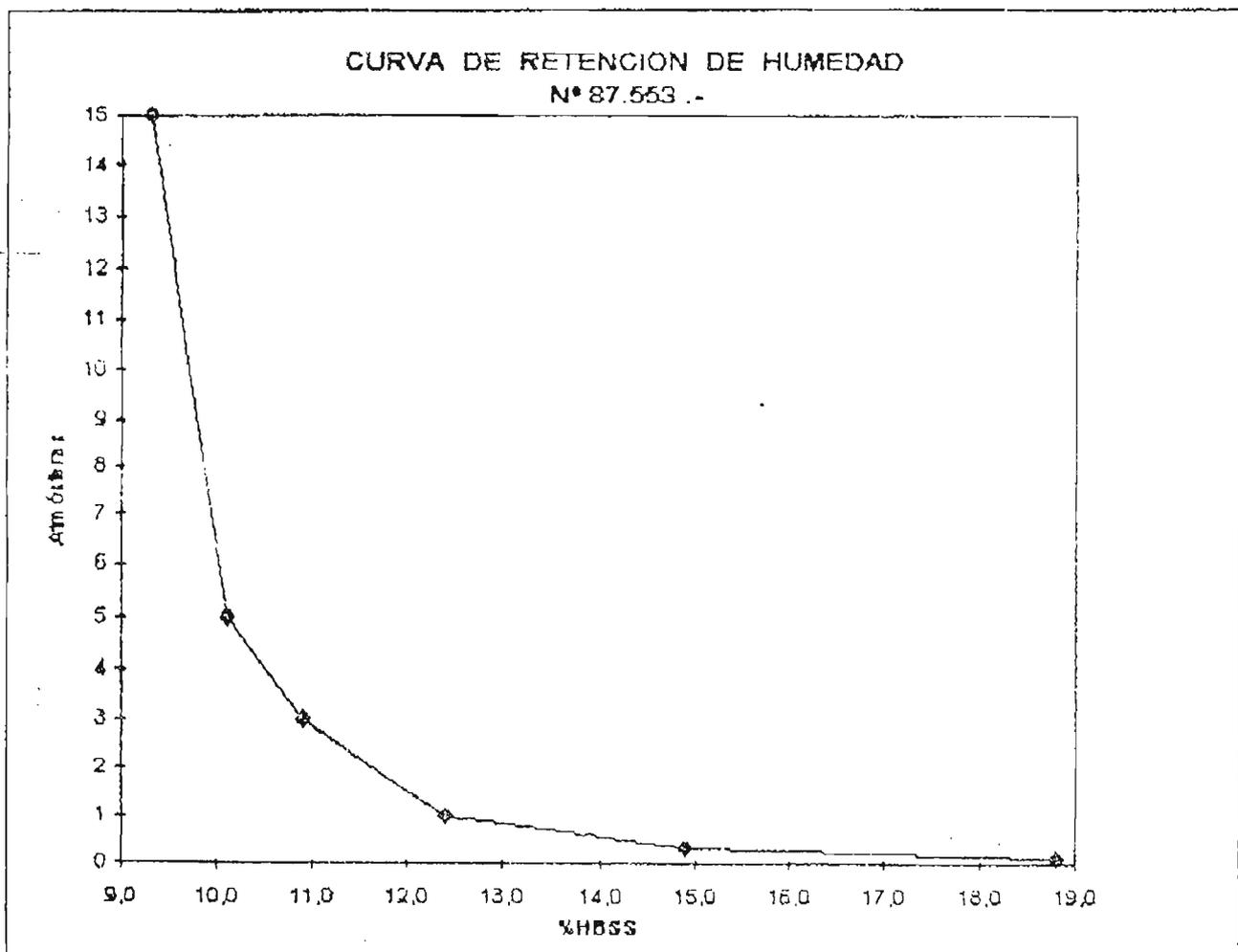


**MUESTRA 2.- 30 - 60 Cm.-**



**CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD**

%HBSS	Atmósferas
18,8	0,1
14,9	0,33
12,4	1
10,8	3
10,1	5
9,3	15



**MUESTRA 3.- 60 - 90 Cm.-**



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA EN  
RIEGO Y AGROCLIMATOLOGÍA

## **Servicio de Medición de Humedad del Suelo Planta Medicinales Temporada 2002 - 2003**

### Generalidades

El servicio de medición de humedad del suelo en plantas medicinales fue realizado en la Estación Experimental de Panguilemo, la que pertenece a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca durante la temporada agrícola 2002-2003. Este servicio comenzó los primeros días de enero y finalizó los primeros días de marzo y consistió en muestreos periódicos de humedad de suelo con Time Domain Reflectometry (TDR), en ensayos de Bailahuen y Boldo, con la finalidad de:

- 1.- Determinar el contenido actual de humedad de suelo.
- 2.- Determinar propiedades físico hídricas de los ensayos muestreados (capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente).

Para lograr los objetivos anteriores, se realizaron muestreos de suelo en calicatas ubicadas en ensayos de campo. Estos análisis fueron realizados por el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca, y se efectuó con la finalidad de determinar la capacidad de estanque de cada ensayo en estudio. En forma adicional se realizaron muestreos periódicos de humedad del suelo con el objetivo de determinar frecuencia y tiempo de riego.

### **Metodología**

#### Clima:

Los datos de evaporación usados en este servicio fueron obtenidos a través de una bandeja de evaporación clase A en condiciones de referencia, ubicadas en la Estación Experimental de Panguilemo. De ésta se obtuvieron los datos de

evaporación en forma diaria durante el período comprendido desde enero del 2003 a marzo del 2003.

Cultivo:

El servicio de medición de humedad del suelo se llevó a cabo en plantas de Bailahuen en una primera etapa y Boldo en una segunda fase. Ambas bajo riego por goteo con descarga de 4 L/hr.

Predio	Ensayo	Marco de Plantación	Objetivo de la Producción
Panguilemo	Bailahuen	30 * 50	Producción de hojas
Panguilemo	Boldo	20*30	Producción de hojas
		40*30	Producción de hojas

Cuadro1: Característica de los cuarteles bajo medición de humedad de suelo.

Suelo:

Con el objetivo de definir la capacidad de estanque para cada ensayo, se analizaron los datos entregados por el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca, con las cuales se efectuó la determinación de las propiedades físico hídricas (capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente). A continuación se presentan las propiedades físico hídricas de los cuarteles muestreados:

Cuadro 2: Propiedades físico-hídricas de cuarteles bajo programación el riego.

Ensayo	Profundidad (cm)	Profundidad Guías TDR (cm)	D.A (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Volumétrica %		
				CC	PMP	V. crítico
Bailahuen	0-30	30	1.27	24	14	-----
	30-60	60	1.27	25	15	-----
Boldo	0-30	60	1.27	24	14	-----
	30-60	60	1.27	25	15	-----

Con el propósito de calibrar el consumo de agua obtenido en cada uno de los ensayos, se realizaron mediciones 3 veces por semana del contenido de humedad del suelo entre los meses de enero a marzo. Para ello se empleó el Time Domain Reflectometry (TDR), instrumento que permite determinar el contenido volumétrico de agua del suelo en forma directa, éste se conecta a un par de guías de acero inoxidable de 30 y 45 cm de largo, las cuales son instaladas en terreno en forma permanente durante el periodo de muestreo.

## Resultados

En el cuadro siguiente, se observa el consumo de agua por ensayo ( $m^3/ha$ ), utilizados durante la temporada de riego 2002-2003, con un promedio de  $800 m^3/ha$  y  $1500 m^3/ha$ , para Bailahuen y Boldo, respectivamente.

Predio	Cultivo	Temporada de riego 2002-2003	
		Tiempo riego (horas)	Caudal Total ( $m^3/ha$ )
E.E Panguilemo	Bailahuen	4	1067.67
		2	533.30
E.E Panguilemo	Boldo	4	2000
		2	1000

Cuadro 3: Caudal acumulado por hectárea, durante mediciones en Bailahuen y Boldo.

### Nota:

- Es importante señalar que el cálculo del caudal de riego en cuartel bajo riego por goteo, se realizó considerando 1 gotero por planta con descarga de 4 Lts/hora.

## Evolución de humedad por ensayo.

### Bailahuen

Los muestreos de humedad de suelo de los tratamientos 1 al 3 en Bailahuen son presentados en los gráficos 1 al 3, respectivamente. Los valores de humedad volumétrica a capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP), están incluidos en las figuras como referencia.

En todos los gráficos de evolución de humedad de suelo según el TDR (gráficos 1, 2, 3), se observa una humedad del perfil que fluctuó entre el valor de punto de marchitez permanente y capacidad de campo durante la primera parte de la temporada (mediciones 6 y 7). Por el contrario, a partir de la medición 7 se pueden observar valores mayores a los de capacidad de campo, lo cual indica una sobresaturación por exceso de agua en el perfil del suelo.

### Boldo

En los gráficos 4, 5 y 7, se observa que hasta la medición 5 (07-03-03) los valores de humedad del suelo fueron mayores que el de capacidad de campo, lo cual indica una sobresaturación por exceso de agua en el perfil del suelo. Desde la medición 5 en adelante, se puede observar en ambos gráficos una adecuada humedad del suelo con fluctuaciones entre los valores de capacidad de campo y

punto de marchitez permanente, sin observarse valores extremos durante este período de riego (sin excesos o falta de agua).

En los gráficos 6, 9 y 10 de evolución de humedad de suelo según TDR, se observa que la humedad del suelo entre las mediciones 1 y 3, fluctuó entre el valor de punto de marchitez permanente y capacidad de campo durante la primera parte de la temporada. Por otro lado, desde la medición 3 en adelante se observa una falta de humedad la que se manifiesta en mayor intensidad en el gráfico 10, en donde la humedad fue menor que la del punto de marchitez permanente en la mayor parte del intervalo de medición. Es importante señalar que el punto de marchitez permanente definido por el análisis de laboratorio (-15 bares), como la humedad a la cual la planta es incapaz de extraer agua desde el suelo, no coincide con la humedad real en la cual el Boldo deja de absorber agua desde el suelo. Debido a esto, una humedad cercana al punto de marchitez permanente, no necesariamente implicaría la detención del crecimiento del Boldo en la zona de Panguilemo.

En el gráfico 11, se puede observar una adecuada evolución de la humedad del suelo durante toda la temporada, la cual fluctuó entre el valor de punto de marchitez permanente y capacidad de campo.

En el gráfico 10, se puede observar una adecuada evolución de la humedad durante la temporada. En la primera parte (mediciones 1 a 3) los valores medidos con TDR son mayores a los de capacidad de campo, lo cual indica una sobresaturación por exceso de agua en el perfil del suelo. Entre las mediciones 3 y 4 se observa una humedad igual a capacidad de campo, y por último desde la medición 4 en adelante se observa una disminución hasta punto de marchitez permanente de la humedad del perfil del suelo.

## **Recomendaciones**

1. Es recomendable aumentar el número de puntos de medición por sector de riego, para definir en forma certera las tasas óptimas de riego por cuartel según objetivo productivo.
2. Realizar pruebas de infiltración, con la finalidad de determinar los tiempos de riego máximo que se deben aplicar por cuartel.
3. Realizar estudios del bulbo de mojado, para determinar la frecuencia máxima entre riegos.

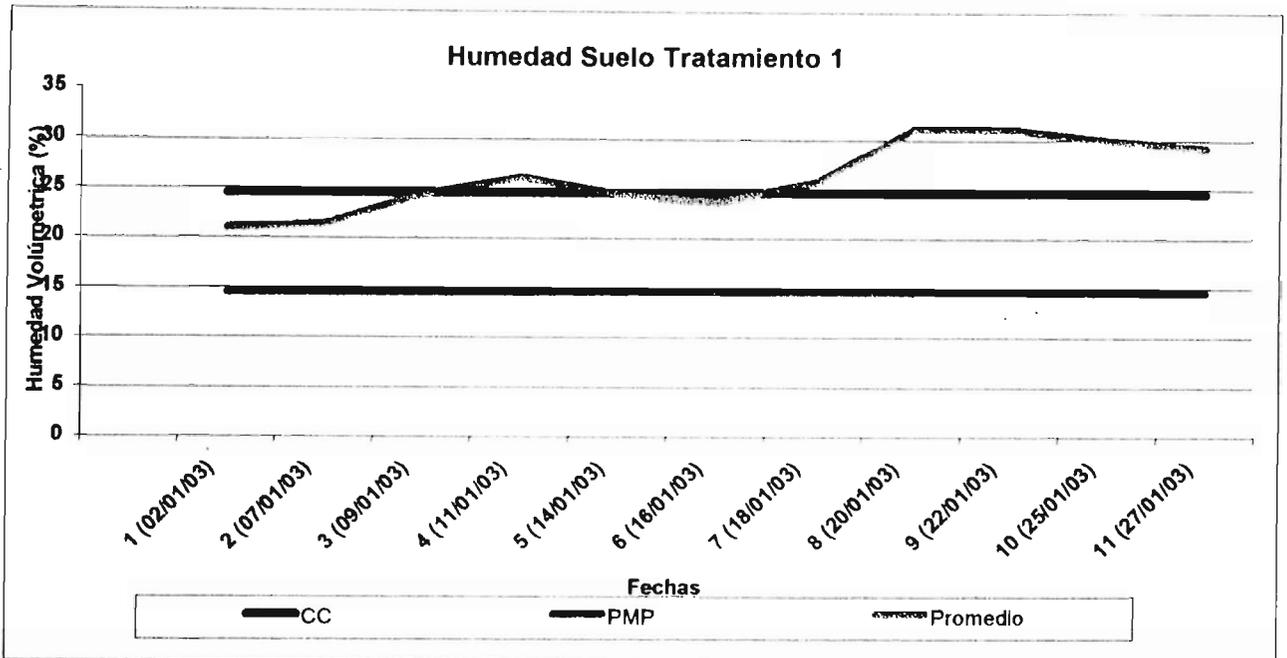


Gráfico 1.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez Permanente (PMP) Tratamiento 1 en Bailahuen

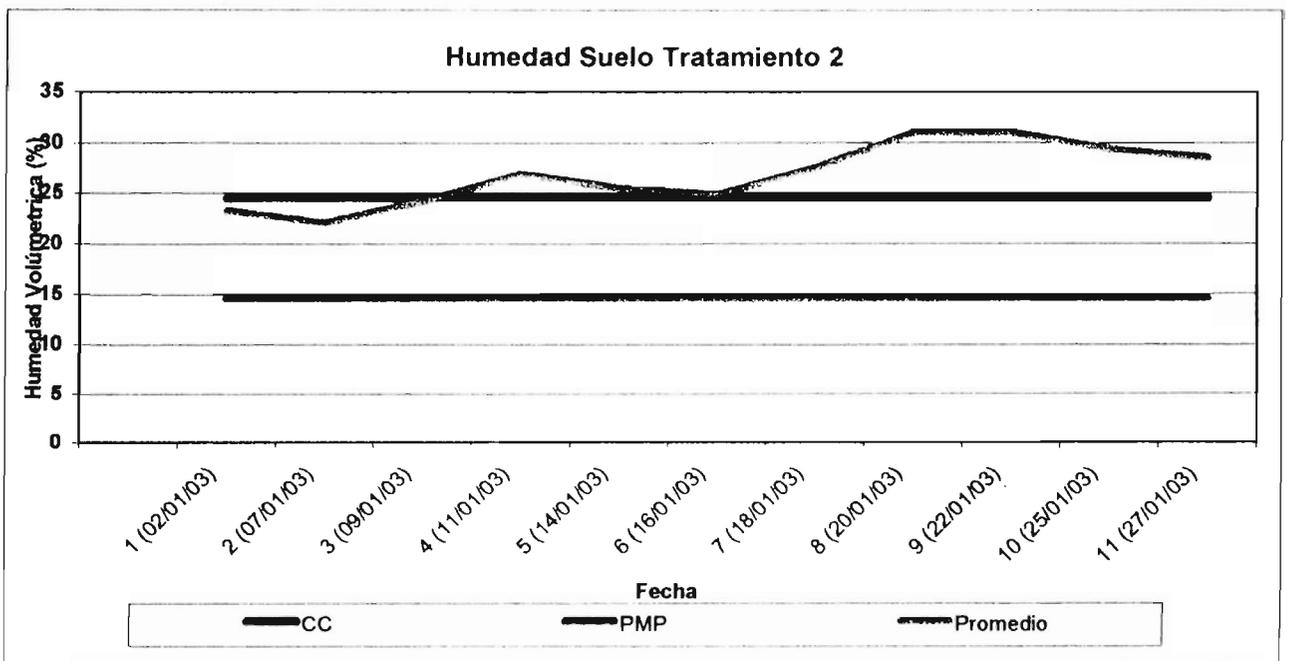


Gráfico 2.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Tratamiento 2 en Bailahuen

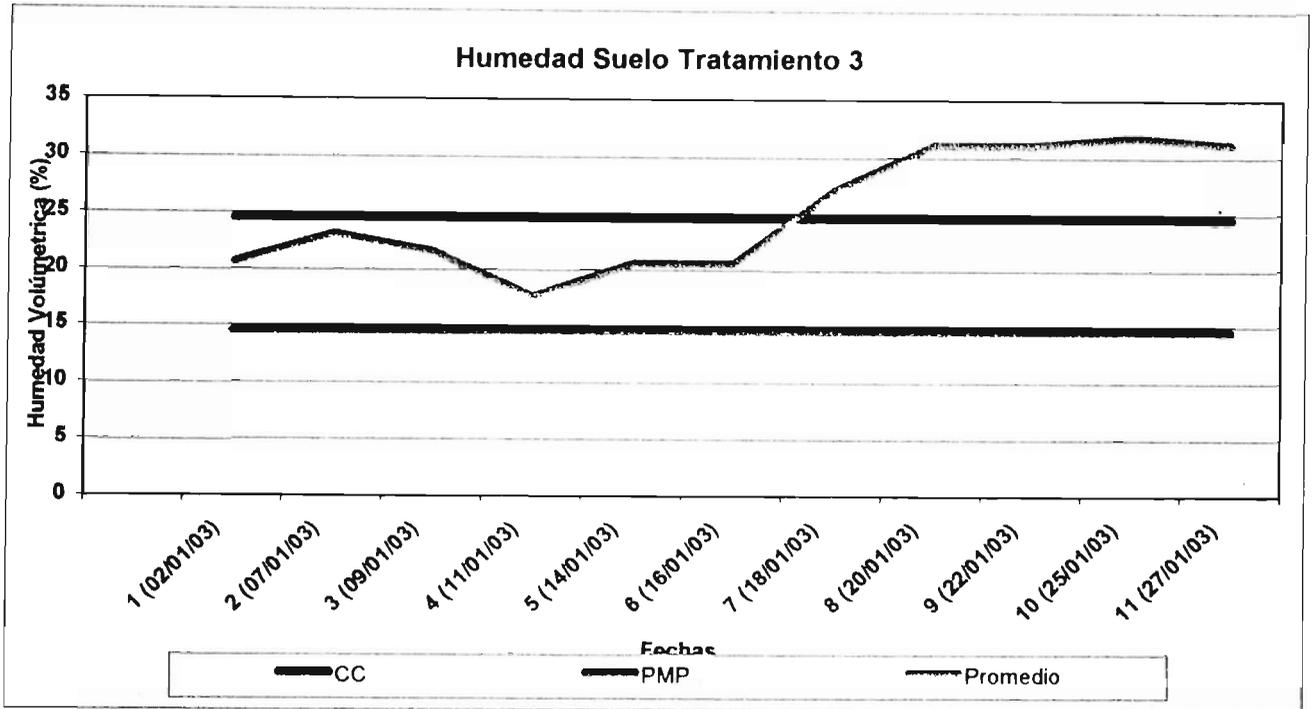


Gráfico 3.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Tratamiento 3 en Bailahuen

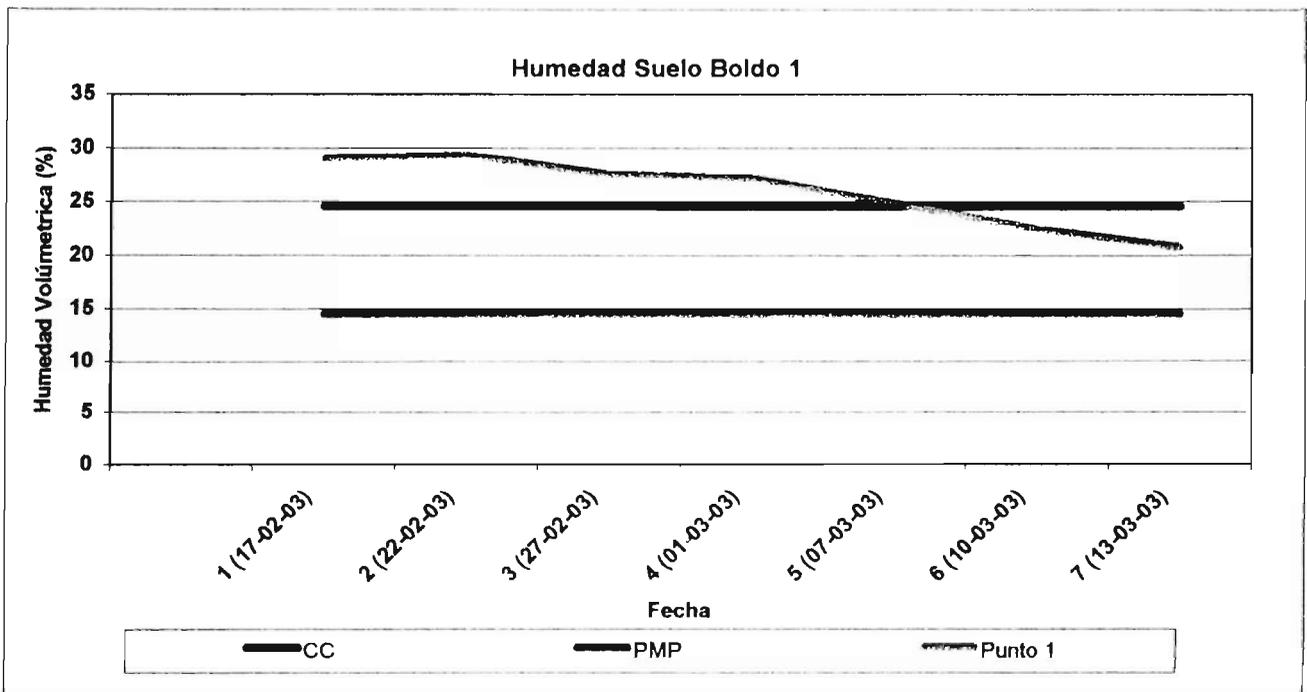


Gráfico 4.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Punto 1 en Boldo.

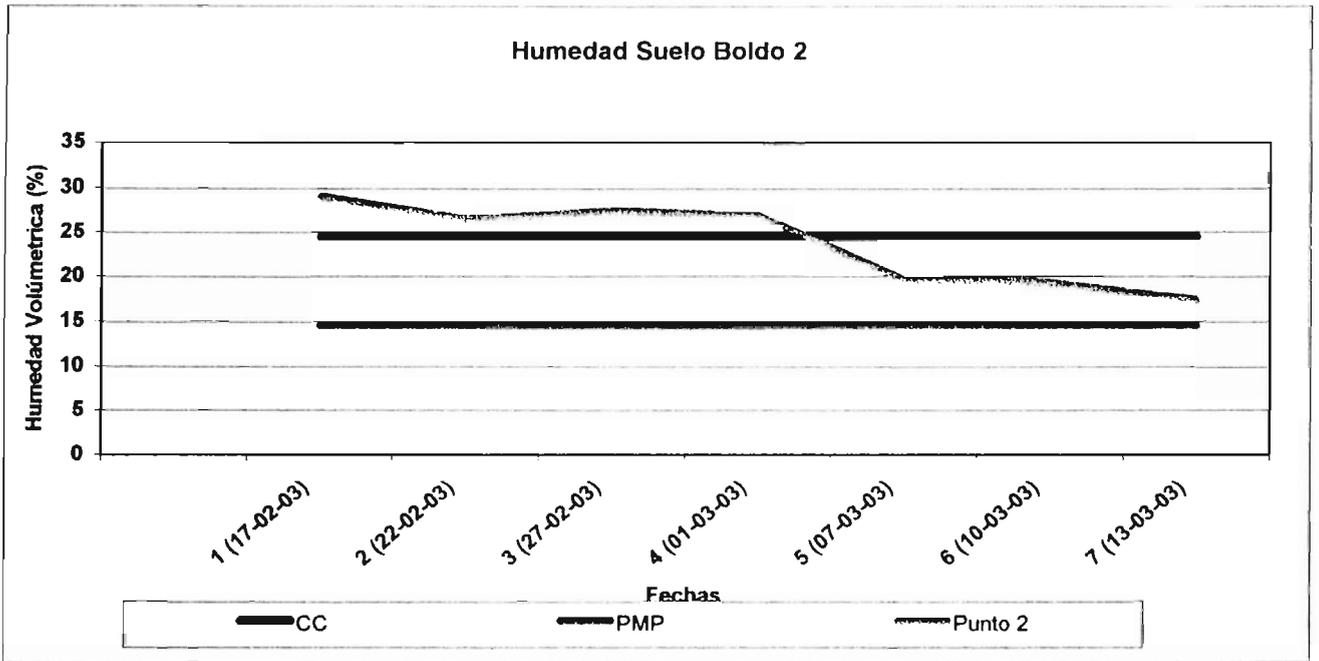


Gráfico 5.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez Permanente (PMP) Punto 2 en Bordo

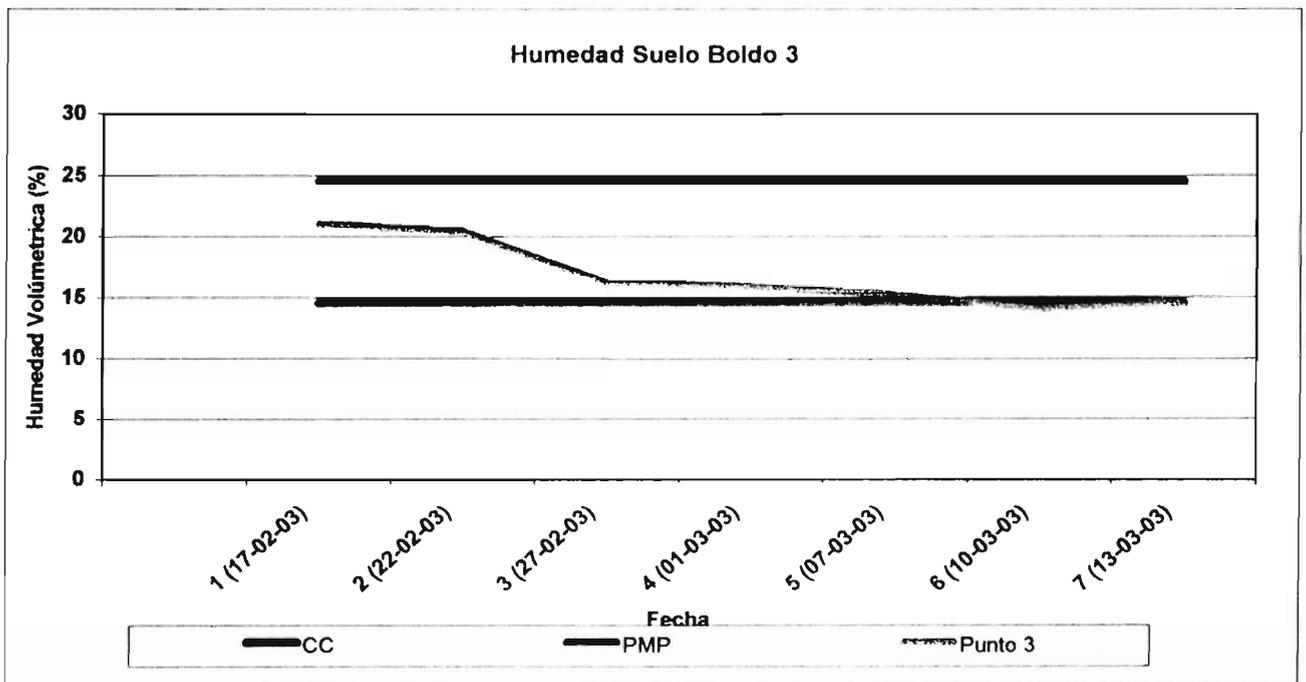


Gráfico 6.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Punto 3 en Bordo

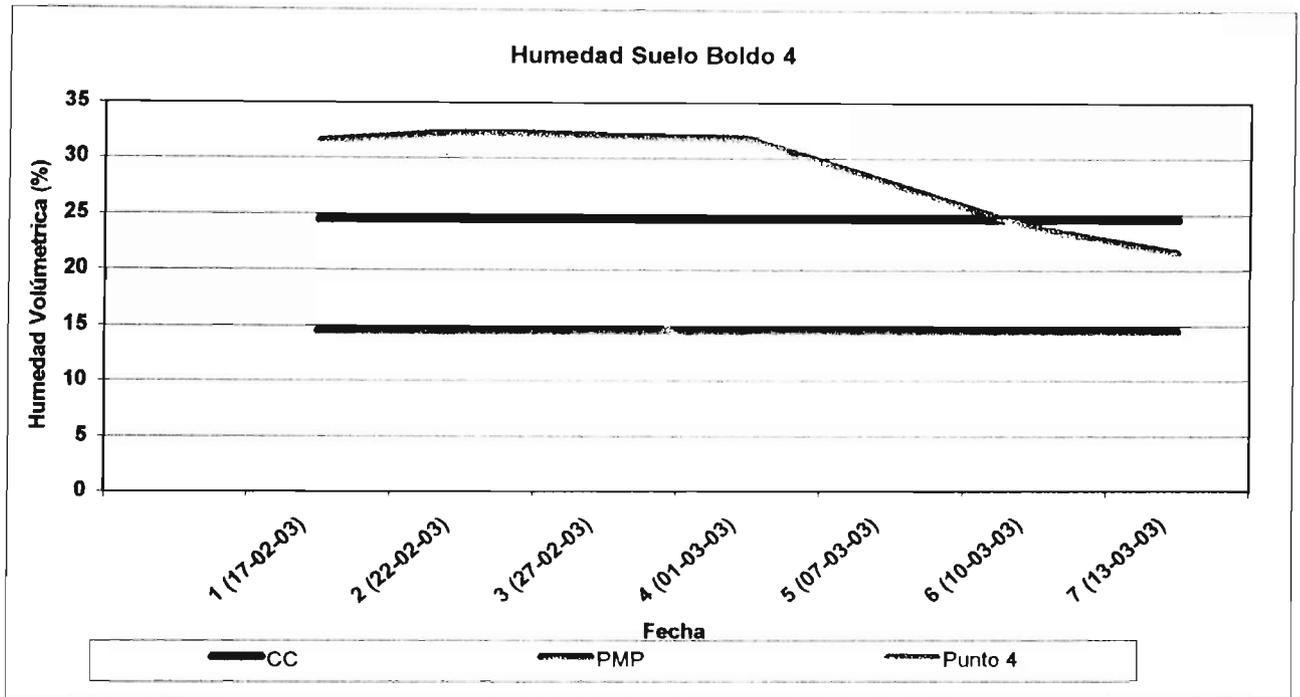


Gráfico 7.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Punto 4 en Boldo

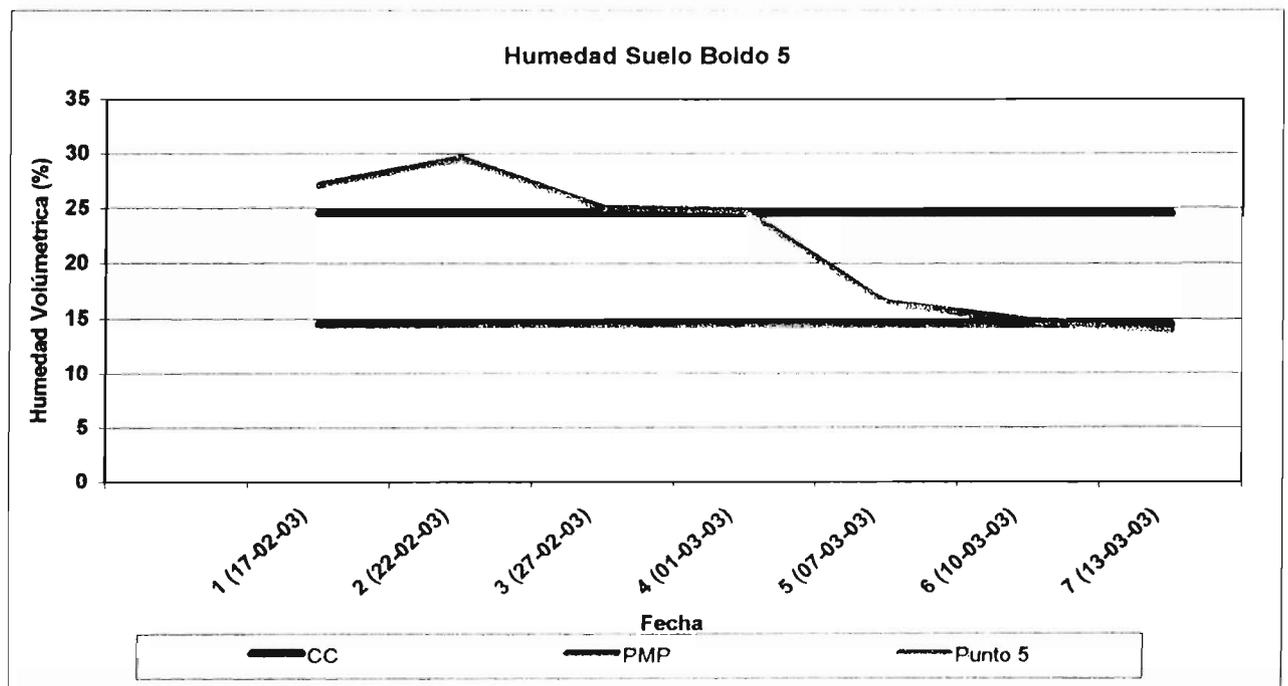


Gráfico 8.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 30 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Punto 5 en Boldo.

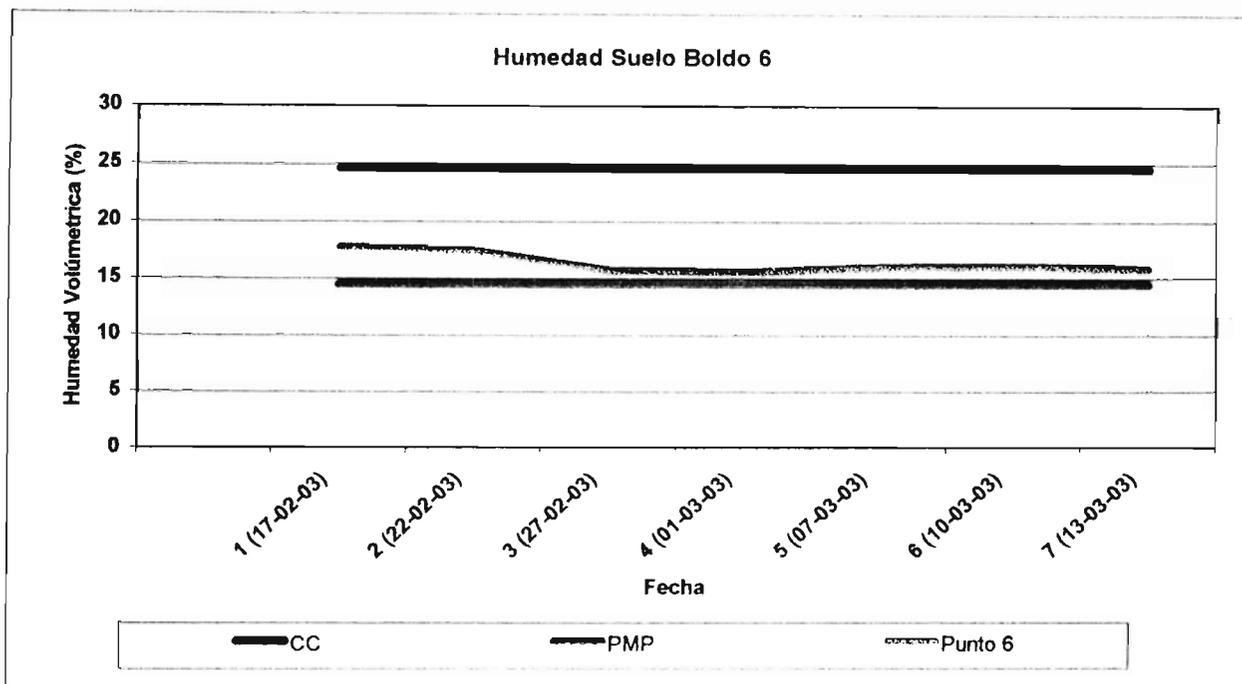


Gráfico 9.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 45 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Punto 6 en Boldo

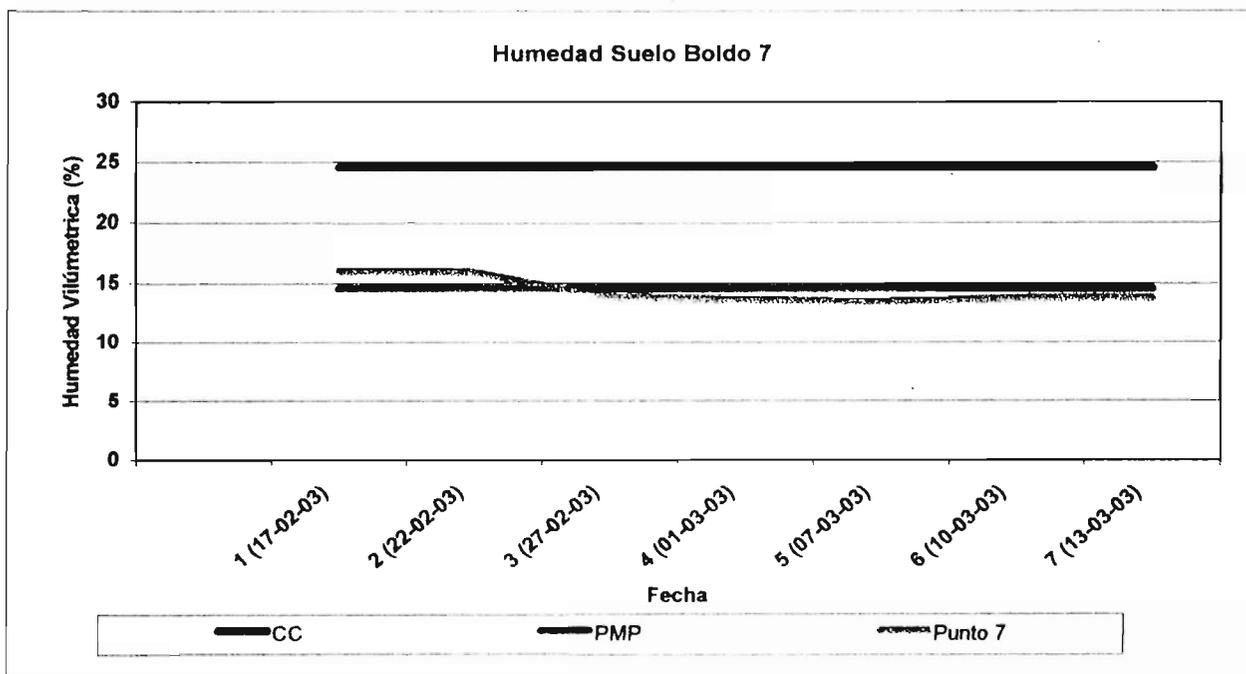


Gráfico 10.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 45 cm, Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) Punto 7 en Boldo.

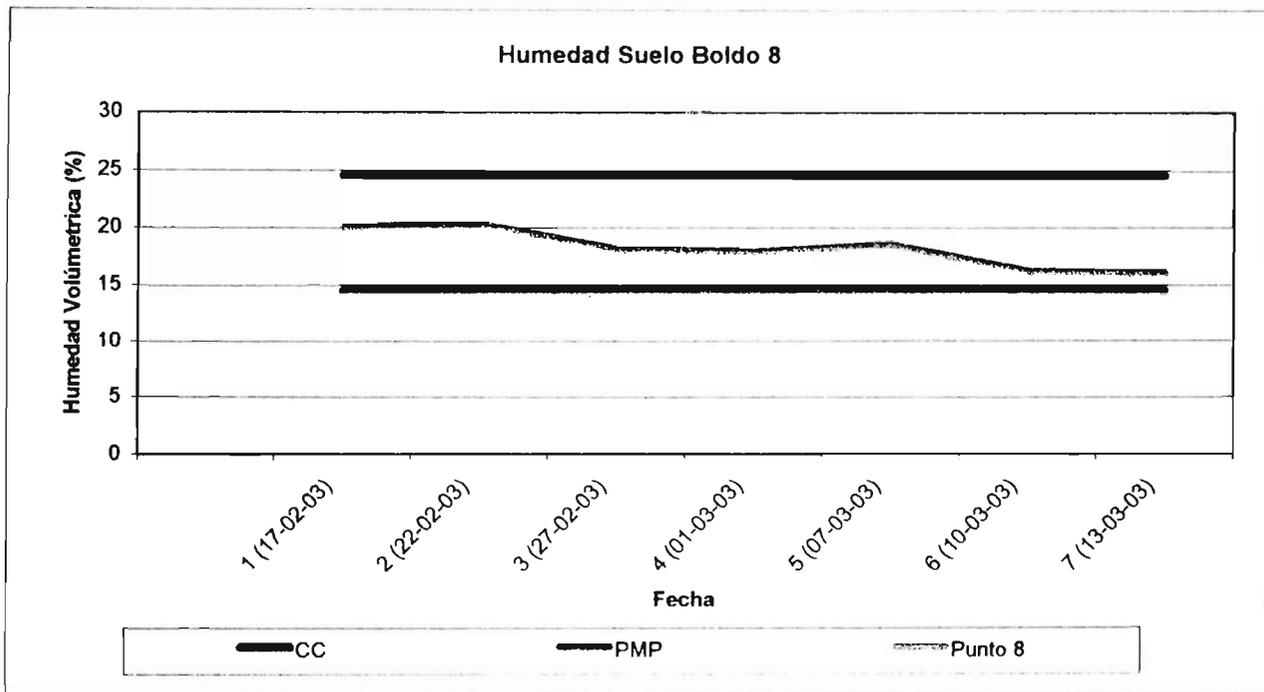


Gráfico 11.- Evolución de humedad del perfil del suelo medida a una profundidad de 45 cm, Capacidad de Campo (CC) Punto de marchitez permanente (PMP) Punto 8 en Boldo

**XII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**  
**XIII.**

Asakawa, Y.; Dawson, G.; Griffiths, J.; Lallemand, S.; Ley, S.; Mori, K.; Mudd, A.; Pezechk-Leclaire, M.; Pickett, J.; Watanabe, H.; Woodcock, C. and Zhong-Ning, Z. 1988. Activity of Drimane Antifeedants and Related Compounds Against Aphids, and Comparative Biological Effects and Chemical Reactivity of (-)- and (+)-polygodial. *Journal of Chemical Ecology* 14 (19):1845-1855.

Chiang MT, Bittner M, Silva M, Mondaca A, Zemelman R, Sammes PG. Coumarin constituents in *Haplopappus* genus. *Phytochemistry* 1982;21:2753

De Azevedo MB, Alderete J, Rodríguez JA, Souza A. Biological activities of new antitumoral indole derivatives in an inclusion complex with cyclodextrin. *J Inclusion Phenom Mol* 2000;37:93-101.

Donoso, C. y Cabello, A. 1978. Antecedentes fenotípicos de especies leñosas chilenas. *Ciencias forestales* 1(2).

Donoso, C. 1998. Árboles nativos de Chile. Guía de reconocimiento. Ediciones Marisa Cúneo. Valdivia- Chile, novena edición, pág 56-57.

Donoso, C y Lara A. 1999. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Ed. Universitaria. Santiago, Chile, pág 357

El Sayah, M.; Cechinel, V.; Yunes, R.; Pinheiro, T. and Calixto J. 1998. Action of polygodial, a sesquiterpene isolated from *Drimys winteri*, in the guinea-pig ileum and trachea "in vivo". *European Journal of Pharmacology* 344:215-221.

Fernández, 1985. Propagación vegetativa y germinativa de *Drimys winteri*, J.R. Foster. Tesis. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.

Franz, G.; Koehler, H. 1992. *Drogen und Naturstoffe*. Springer- Verlag, Berlin; Nueva York; p. 39-41

Garrido, F. 1981. Los sistemas silviculturales aplicables a los bosques nativos chilenos. Corporación Nacional Forestal- FAO. Documento de trabajo N°39.

Gerding, V. y Thiers, O. 2002. Caracterización de suelos bajo bosques de *Nothofagus betuloides* (Mirb) Blume, en Tierra del Fuego, Chile. *Rev. chil. hist. nat.* V75 (4):819-833.

González, C.; Baez, M. y Lachica, M. 1990. Nutrición mineral del canelo (*Drimys winteri* (Forst)). *Revista Agroquímica* Vol. 34 (3):267-271.

Gupta, m. P. 1995. 270 Plantas Medicinales Iberoamericanas. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Colombia. Pp. 403-404

Haraguchi H, Saito T, Okamura N, Yagi A. Inhibition of lipid peroxidation and superoxide generation by diterpenes from *Rosmarinus officinalis*. *Planta Médica* 1995;61:333-6

Hoffmann, A. 1998. Flora silvestre de Chile, zona central. . Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago-Chile, cuarta edición, pág 54.

Infor- Conaf. 1998. Monografía del Canelo *Drimys winteri*. Ediciones Neuenschwander & Cruz. Santiago- Chile, pág 13

Lissi E, Modak B, Torres R, Escobar J, Urzúa A, Total antioxidant potencial of resinous exudates from *Heliotropium* species, and comparison of the ABTS and DPPH methods. *Free Radical Resources* 1999;30:471-7

Loewe, V. 1987. Evaluación de la regeneración natural del canelo (*Drimys winteri* Forst) en la X Región. Resis de Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago- Chile. 205 p.

Núñez-Alarcón J, Quiñonez MH. Flavonoids and coumarins of *Haplopappus multifolius*. *Biochem syst ecol* 1995;23:453-4

Malheiros, A.; Cechinel, V.; Schmitt, C.; Santos, A.; Scheidt, C.; Calixto, J.; Monache, F.; and Yunes, R. 2001. A sesquiterpene Drimane with Antinociceptive Activity from *Drimys winteri* bark. *Phytochemistry* 57:103-107-

Marambio O, Silva M. New compounds isolated from *Haplopappus taeda* Reiche. *Bol Soc Chil Quim* 1989;34:105-13

Montes, M.; Wilkomirsky, T. 1987. medicina Tradicional chilena. Ed. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Pp. 120

Montes, M., Wilkomirsky, T., Valenzuela, L. 1992. Plantas Medicinales. Ed universidad de Concepción. Concepción, Chile. Pp. 141

Muñoz, O.; Montes, M., Wilkomirsky, T. 2001. Plantas medicinales de uso en Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. P. 223-226

Reiche K. Flora de Chile. Imprenta Cervantes and Imprenta Barcelona, 1896-1911; 6 volúmenes. Santiago de Chile.

Schwenker G, Kloss P, Engels W. Isolation of prenyletin from *Haplopappus baylahuen*. *Pharmazie* 1967;22:724-5

Tortosa D, Bartoli A. Revisión de las especies Argentinas del género *Haplopappus* (Asteraceae, Astereae), *Bol Soc Argent Bot* 2002;37:115-33

Tratsk, K.; Campos, M.; Vaz, Z.; Filho, V.; Schlemper, V.; Yunes, R and Calixto, J. 1997. Anti-allergic effects and oedema inhibition caused by the extract of *Drimys winteri*, Inflammation Research 46: 509-514. Hoffmann, A. 1998. Flora silvestre de Chile, zona central. . Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago-Chile, cuarta edición, pág 54.

Vogel, H.; Razmilic, I.; Doll, U.; 1997. Contenido de aceite esencial y alcaloides en diferentes poblaciones de boldo (*Peumus boldus* Mol.). Ciencia e Investigación Agraria 24 (1)-90-91.

Vogel, H.; Razmilic, I.; Muñoz, M.; Doll, U.; San Martín, J. 1999. Studies of genetic variation of essential oil and alkaloid content in boldo (*Peumus boldus*). Planta Medica 65:90-91

Willan, R. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales: con especial referencia a los trópicos. Ed. FAO- Roma. 502 p.

Wei, B. 2001. *In vitro* the Anti- Inflammatory effects of Quercetin 3-O- Methyl Ether And Other Constituents from Rhammus Species. Planta Medica 67: 745-747

Zdero C, Bohlmann F, Niemeyer HM. Friedolabdanes and other constituents from Chilean Haplopappus species. Phytochemistry 1991:30:3669-77