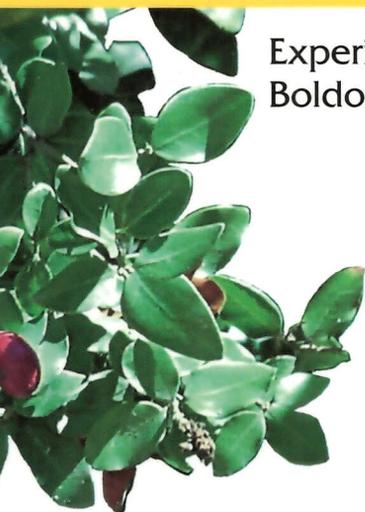




PLANTAS Medicinales Chilenas

Experiencias de Domesticación y Cultivo de
Boldo, Matico, Bailahuén, Canelo, Peumo y Maqui



**Hermine Vogel
Iván Razmilic
José San Martín
Ursula Doll
Benita González**



EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE TALCA
MCMXCI



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA



UNIVERSIDAD DE
TALCA

Financiado por la Universidad de Talca y la Fundación
para la Innovación Agraria (FIA)
a través del Programa de Captura y Difusión Tecnológica

Resultados del Proyecto FIA V99-0-S-032
«Estudios de cultivo de algunas especies medicinales
nativas de Chile»

Registro de Propiedad Intelectual © N° 144.921

ISBN: 956 - 7059 - 62 - 4

Editorial Universidad de Talca

Talca - Chile, Enero de 2005

Diseño Gráfico
Marcela Albornoz Dachelet

Corrección de textos
María Cecilia Tapia Castro

Dibujo Botánico: José San Martín

Dibujo Fenología: Ursula Doll

Impresora Gutenberg - Talca
Impreso en Chile



PLANTAS Medicinales Chilenas

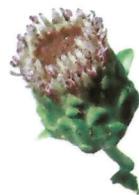
Experiencias de Domesticación y Cultivo de
Boldo, Matico, Bailahuén, Canelo, Peumo y Maqui

Hermine Vogel
Iván Razmilic
José San Martín
Ursula Doll
Benita González



Plantas Medicinales Chilenas
Experiencias de Domesticación y Cultivo de
Boldo, Matico, Bailahuén, Canelo, Peumo y Maqui

Hermine Vogel, Iván Razmilic, José San Martín,
Ursula Doll y Benita González



CONTENIDO

Capítulo 1. Uso de plantas medicinales	9
Capítulo 2. Domesticación de plantas medicinales	15
Capítulo 3. Boldo	23
Capítulo 4. Matico	55
Capítulo 5. Bailahuén	75
Capítulo 6. Canelo	105
Capítulo 7. Peumo	125
Capítulo 8. Maqui	141
Anexos:	
Metabolitos secundarios	159
Glosario	169

CAPÍTULO 1

USO DE PLANTAS MEDICINALES



La búsqueda de plantas silvestres en su medio natural, que satisfaga necesidades curativas en el hombre, está asociada con la historia y el desarrollo de la humanidad. Su origen se pierde en el tiempo pasado. Actualmente, se recurre a dos formas de conocimiento: una histórica, sobre la base de conocimientos empíricos, y otra científica.

Conocimiento de las plantas medicinales

Históricamente, en Chile, las plantas medicinales se han usado de modo tradicional y basado en la experiencia personal, restringida a un pequeño grupo de personas dispersas en el medio rural, suburbano y urbano. El conocimiento empírico del cual son depositarios, se ha transmitido oralmente a los descendientes para una determinada región geográfica del país. Aunque no es un conocimiento científicamente validado, es legítimo, por cuanto en sí representa una forma de conocer el entorno y una forma de relacionarse con las plantas. La información acumulada en el tiempo tiene un alto valor etnobotánico y es la referencia básica para los científicos que recurren a ella para iniciar la búsqueda de ejemplares. Lamentablemente la presión de uso y gran eficiencia y calidad de los fármacos sintéticos, así como la influencia de nuevos patrones culturales, atentan contra este tipo de conocimiento. Existe el riesgo de que éste desaparezca completamente en el momento que fallece la persona depositaria del mismo.

El auge actual en el uso directo de las plantas medicinales, dio origen a dos hechos importantes:

- un comercio establecido semiinformal no regulado ni acreditado, donde se ofrece una variedad de especies y órganos disecados y literatura informal. Este, en lugar de contribuir al uso correcto de las plantas, ha favorecido una confusión tanto en la nomenclatura vulgar como científica de las especies, al privilegiar nombres no actualizados con escritura errónea. El énfasis está dirigido hacia las especies exóticas, especialmente de origen europeo por sobre las propias u originarias del país.
- en los últimos años se observa una preocupación creciente por las plantas medicinales nativas, especialmente en la exploración de sus propiedades y composición química. También se observa la emergencia de un comercio formal liderado por empresas y laboratorios que ofrecen un producto etiquetado y bien presentado. Esta actividad económica ha generado un aumento explosivo de la demanda de materia prima vegetal, induciendo la sobre-explotación del recurso nativo ajena a las normas de conservación y uso sustentable.

Las ventajas de uso de las plantas nativas silvestres

La planta medicinal proveniente de su medio natural es resultado de un crecimiento en ausencia de la intervención humana, así como ajena a la influencia e impacto de determinadas acciones de intervención del ambiente.

Las plantas, en respuesta al medio en que viven, producen una serie de metabolitos secundarios. Estos compuestos químicos son los responsables de la actividad terapéutica de las plantas medicinales. Muchas especies han mostrado respuestas convenientes de crecimiento y producción de compuestos químicos en condiciones artificiales de cultivo. Otras, en cambio, disminuyen la producción de estos compuestos cuando se las mantiene en cultivo. Es por ello que se hace necesario estudiar en cada caso las condiciones más favorables de cultivo y manejo, realizando paralelamente un control más prolongado y continuado de la cantidad y calidad de los principios activos y su variación temporal. El hecho de que muchas especies se prestan para una reproducción masiva, tanto en forma vegetativa como por semillas, permite su aprovechamiento en forma sustentable.

Amenaza en el uso de las plantas

Las plantas en su medio natural son una fuente de materia prima, accesible en forma libre, sin control de volumen ni de una técnica de colecta en particular. La cosecha se traduce, a veces, en una disminución de la biomasa aérea y, otras veces, en el exterminio del ejemplar o individuo al extraerse su raíz o rizoma. Esto puede generar una presión selectiva de colecta y comercialización de determinadas especies, estimulada tanto por la demanda del mercado como por atributos supuestos sobre sus propiedades. Así por ejemplo en el caso del bailahuén y hierba del clavo, se cosechan diferentes especies según la región de recolecta.

Por otro lado no existen mecanismos legales y de fiscalización que regulen la extracción de material silvestre, lo que constituye una seria amenaza de pérdida de un patrimonio genético y de biodiversidad.

Bibliografía

Hoffmann, A., Farga, C., Lastra, J. y Veghazi, E. (1992): Plantas medicinales de uso común en Chile. Fundación Claudio Gay. 273 pp.

Massardo, F. y Roíz, R. (1996): Valoración de la Biodiversidad: Usos medicinales de la flora nativa chilena. Ambiente y Desarrollo XII (3): 76 – 81.

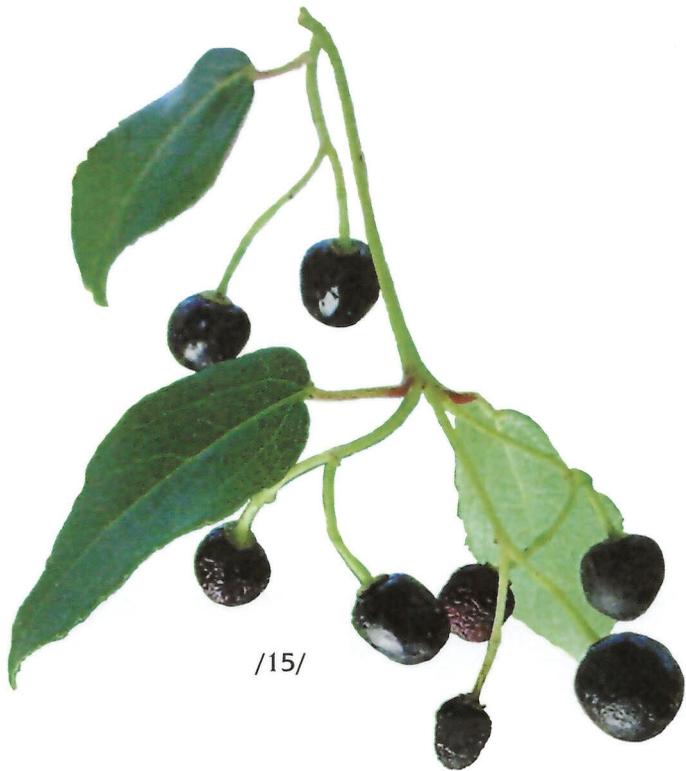
Muñoz, M., Barrera, E. y Meza, I. (1981): El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago. Publicación Ocasional 33: 1 – 91.

San Martín, J. (1983): Medicinal Plants in Central Chile. Economic Botany 37 (2): 216 – 227.



CAPÍTULO 2

DOMESTICACIÓN DE PLANTAS MEDICINALES



En Chile existe una gran variedad de plantas nativas, únicas en el mundo, que se desarrollaron en el curso de miles de años como en una isla geográfica. El intercambio de material vegetal con el resto del mundo quedó dificultado en el norte por el desierto; en el este por la Cordillera de los Andes; en el sur por el hielo y en el oeste por el Océano Pacífico.

La población indígena le dio uso alimenticio y medicinal a muchas de estas especies. Con la llegada de los europeos se comenzó a estudiar y describir la flora chilena. Desde entonces muchas especies han sido llevadas al viejo continente para ser cultivadas por su gran valor alimenticio (papa, frutilla), ornamental (fucsia, alstroemeria) y como condimento (ají). Además de estas especies ya domesticadas, existe un gran número de plantas nativas con potencial uso medicinal.

La domesticación de plantas nativas busca seleccionar material genético de alto rendimiento y desarrollar técnicas de cultivo para valorizar las especies más prometedoras, aprovechando la riqueza genética del país. Realizar esta etapa de estudio en Chile, permite disponer de toda la variabilidad existente, con la ventaja de tratarse de especies que por su evolución están adaptadas al medio ambiente en que serán cultivadas.

La mayoría de las plantas son poco conocidas por el propio pueblo chileno. Sin embargo, muchas de ellas fueron usadas tradicionalmente en la medicina

popular, lo que ha despertando gran interés en otros países, vislumbrándose actualmente una incipiente demanda externa. Esto pone en peligro la sobrevivencia de algunas poblaciones que son objeto de la recolección silvestre. Por otra parte, la expansión de la agricultura y silvicultura con un restringido número de especies vegetales limita los hábitats naturales de las plantas autóctonas, disminuyendo su variabilidad genética.

Algunas especies nativas de Chile presentan un potencial para desarrollar nuevos productos, pudiendo aportar a la industria nacional. Por otra parte, es de suma importancia mejorar la calidad de los productos ya existentes. Esto significa, para el caso de las plantas medicinales, garantizar la identidad botánica de la hierba que se está comercializando, entregar material vegetal homogéneo con contenidos de principios activos elevados y reproducibles, manejar el cultivo en forma controlada y documentada. De esta manera se asegura la calidad del producto a la industria compradora y al consumidor directo.



Problemas de la recolección silvestre en especies de uso medicinal

- Los recolectores pueden confundir o mezclar la hierba con otras especies.
- El material vegetal recolectado tiende a ser muy heterogéneo en aspectos como el estado de madurez o de material genético.
- El material vegetal está expuesto a contaminación no controlada como el polvo, los productos agroquímicos provenientes de plantaciones cercanas o insectos.
- La producción no es segura ni sustentable.
- Existe el peligro de extinción, sobre todo en aquellas especies cuyas raíces se cosechan.

Para incorporar una especie al cultivo hay que comenzar por observarla en su ambiente natural. Información sobre el clima, el suelo y las condiciones de luz en que vive, permiten sacar conclusiones sobre sus características botánicas y sus procesos fisiológicos, como por ejemplo requerimientos de temperatura o luz para la germinación o para inducir la floración.



Etapas para poner una especie en cultivo

- Recoger material de propagación del material genético más apropiado y mejorar genéticamente la población
- Encontrar la mejor forma de propagación
- Determinar las condiciones óptimas de cultivo como el suelo, clima, sombra, régimen de riego
- Encontrar medios para proteger las plantas contra plagas y enfermedades
- Desarrollar medios para eliminar las malezas
- Elegir la época de recolección más apropiada
- Examinar las posibilidades de mecanización
- Elegir el mejor sistema para almacenar la cosecha

OMS, UICN, WWF (1993): Directrices sobre conservación de plantas medicinales, p.26.

Una misma especie generalmente presenta variabilidad genética cuya expresión es modificada por factores ambientales (disponibilidad de agua, temperatura, fertilidad del suelo) y se traduce, por ejemplo, en diferentes tasas de producción de hojas o diferentes concentraciones de principios activos en las plantas medicinales.

La variabilidad genética se expresa cuando se cultivan plantas de diferentes orígenes en un mismo ambiente, según un diseño experimental adecuado. Si la variación no es debida a factores genéticos, es necesario determinar las

condiciones ambientales más favorables para que la especie desarrolle las características deseadas.

Los efectos ambientales no sólo se manifiestan entre diferentes individuos, sino también dentro de una misma planta. De esta manera, el individuo presenta diferentes concentraciones de compuestos activos a lo largo de las etapas de su desarrollo: fase juvenil – inducción de la floración – floración – fructificación – senescencia – receso. Estas fluctuaciones pueden deberse a cambios de la temperatura o de las condiciones lumínicas, así como a la estacionalidad de las precipitaciones durante las distintas estaciones del año. Incluso pueden observarse diferencias en la concentración de algún compuesto activo entre distintos órganos de la misma planta o entre diferentes posiciones de la misma.

Los estudios de la propagación de una especie pueden realizarse simultáneamente con los estudios genéticos y de la variabilidad ambiental.

La forma en que se propaga naturalmente la especie, da indicio sobre la mejor manera de multiplicarla. Plantas con bulbos que producen bulbillos ofrecen un método fácil y seguro de multiplicar la especie vegetativamente. Aquellas con frutos dulces o aromáticos, como el boldo, se diseminan con mayor facilidad.

Muchas semillas germinan espontáneamente. Pero las especies que habitan ambientes con condiciones adversas, como los sectores de secano o con inviernos fríos y largos, en general, presentan dificultades en la germinación, debido a mecanismos propios de la planta, a fin de asegurarse las condiciones óptimas para que prospere la nueva planta. Así, muchas especies adaptadas a períodos de sequía largos tienen una testa muy dura o necesitan un estímulo hormonal para romper la latencia. Otras especies que crecen en ambientes con períodos invernales largos, requieren de temperaturas bajas para inducir la germinación. La domesticación implica encontrar la técnica más apropiada para lograr el mayor porcentaje de germinación en el tiempo más corto posible.

En plantas perennes se estudia también la propagación vegetativa, eligiendo, en primer lugar, el órgano apropiado para este procedimiento. Cuando se utilizan estacas se debe buscar el mejor método para lograr un rápido enraizamiento. La rizogénesis o formación de raíces puede depender de la época de propagación

(receso o periodo de crecimiento), del material vegetal (leñoso o herbáceo, con o sin hojas), de la ubicación de la estaca cosechada en la planta madre (estacas apicales o basales), del tipo de corte realizado en la base de la estaca, de la aplicación de hormonas, de la temperatura durante el período de incubación o del sustrato.

Una vez superadas estas etapas la especie es llevada a cultivo para investigar el mejor tratamiento de riego, posibles efectos del suelo, técnicas de fertilización, fechas de siembra, técnicas de cultivo protegido, densidad óptima de la plantación y el manejo fitosanitario, evaluando siempre la producción de algún compuesto activo y algún indicador del rendimiento, como por ejemplo el número o el tamaño de las hojas.

La cosecha es otro punto clave donde se debe determinar el mejor momento de realizarla para asegurar un alto rendimiento, por ejemplo en materia seca o aceite esencial, a la par de un producto de mayor calidad, que se traduce por ejemplo, en una alta concentración de principios activos. Además, es importante desarrollar una técnica apropiada para no dañar a la planta y, a la vez, economizar tiempo y recursos, definiendo la altura y frecuencia óptima de corte, para lograr los rendimientos esperados de material vegetal y compuestos activos.

En el mejoramiento genético se busca seleccionar entre plantas de la mayor variabilidad posible, considerando, en primer lugar, lo que existe en la naturaleza. A partir de cruzamientos entre plantas se pueden obtener nuevas combinaciones en sus descendencias. La duplicación del material hereditario da origen a individuos poliploides, los que, en general, poseen los órganos más grandes y producen mayores rendimientos.

A partir de esta variación se realiza la selección de los individuos con los caracteres más deseados para desarrollar nuevas variedades.

En plantas medicinales se buscan altas concentraciones de principios activos, junto con altos rendimientos, propiedades adecuadas para el procesamiento y resistencia a organismos fitopatológicos y al estrés ambiental.

En conclusión, la domesticación de plantas nativas conduce al cultivo de variedades seleccionadas o mejoradas, que poseen un mayor valor comercial.

CAPÍTULO 3

BOLDO



BOLDO



Nombre botánico: *Peumus boldus* Mol.

Familia: Monimiaceae

Nombre común: Boldo

El boldo es un árbol siempreverde de hasta 20 m de altura, que se caracteriza por su copa globosa de color verde muy oscuro. Frecuentemente se encuentra como arbusto bajo, densamente ramificado a causa de su estrategia de regeneración vegetativa frente a la corta e incendios. Las hojas coriáceas son verde oscuras y ásperas al tacto en la cara superior y verde claro a amarillentas en la cara inferior. Notable es la fragancia muy característica que desprenden sus hojas producto de los aceites esenciales sintetizados por esta especie. Las hojas expuestas al sol presentan sus márgenes curvados hacia la cara inferior, para disminuir la exposición de la superficie transpirante y economizar el consumo de agua del árbol. El boldo presenta flores femeninas y masculinas separadas en individuos distintos. Las flores son pequeñas, blancas y se reúnen en cortos racimos de ramas terminales claramente visibles en la superficie de la copa. Florece en invierno y los frutos amarillentos, que son carnosos, aromáticos y comestibles, maduran en verano. El fruto contiene una semilla esférica dispersada generalmente por las aves.

Figura 3.1: Boldo



Nombre botánico: *Peumus boldus* Mol.
Familia: Monimiaceae
Nombre común: Boldo

Distribución y descripción del hábitat

La especie es nativa y endémica de Chile. Su distribución se extiende desde la IV Región hasta la X Región en la ribera norte de Río Bueno, formando bosques puros^{1,2}.

El boldo es abundante bajo régimen de clima mediterráneo, donde se lo encuentra formando parte de la estructura de los matorrales costeros y bosques esclerófilos de la zona central³. Aunque tiende a formar poblaciones puras generalmente se mezcla con otras especies también esclerófilas como *Lithrea caustica*, *Quillaja saponaria*, *Cryptocarya alba*⁴.

La especie se encuentra también en el bosque caducifolio de *Nothofagus* de Chile central como parte del estrato medio en altitudes inferiores a los 1.000 m.s.n.m.^{5,6,7}. El boldo tiene una excelente capacidad de regenerarse incluso en áreas quemadas. El sitio siempre es soleado y, en los suelos de secano, la única humedad edáfica disponible proviene de las aguas lluvias³.

Usos

La planta se ha usado, tradicionalmente, como fuente de combustible (leña y carbón), pero han sido principalmente sus hojas las que se colectan durante el verano para su comercialización, exportación y uso en la medicina popular^{8,9,10}.

Los frutos maduros en estado fresco son comestibles^{11,12} y también se colectan para preparar una bebida alcohólica consumida en períodos fríos, denominado "boldeao".

Infusiones en agua caliente preparadas con hojas deshidratadas se usan tradicionalmente después de las comidas por sus propiedades de estimulantes de la digestión, colágo, colerético y para afecciones hepáticas^{8,11,12,13}.

Hábito y descripción botánica

El boldo es un árbol de hasta 20 m de altura y siempreverde¹. En observaciones de terreno se puede apreciar el denso follaje verde oscuro dispuesto en una copa globosa que facilita su identificación a distancia. Frecuentemente da una falsa impresión de hábito arbustivo ya que los árboles suelen iniciar su ramificación cerca de la base. Regeneran vegetativamente frente a la corta e incendios formando arbustos bajos con densa ramificación y cobertura³.



Las hojas de consistencia coriácea y lámina entera son aromáticas en estado fresco y seco^{36,37}. Su margen es entero y revoluto cuando la hoja está expuesta al sol⁹. La lámina varía de aovada a oblonga y subredonda de 2,5 a 7 cm de longitud. Presenta ápice obtuso y base redondeada^{1,36}. La cara superior es verde oscuro y áspera al tacto con notables glándulas puntiformes dispersas en los alvéolos. La cara inferior es verde claro a amarillento con notables nervaduras y escasa pilosidad en el nervio medio. La filotaxis de las hojas es opuesta con cortos pecíolos.

El sexo de la planta es dioico diclino, es decir hay ejemplares masculinos y femeninos con una proporción de 1,5³⁷. Las flores son blancas y se reúnen en cortos racimos de ramas terminales claramente visibles en la superficie de la copa^{1,36}. Las flores masculinas varían de 0,5 a 1 cm de diámetro y presentan un perigonio verdoso que rodea a escamas petaloideas libres y blancas. Los estambres son numerosos (superior a cuarenta), de antera parda densamente agrupados, incluyendo algunos estaminodios. En las flores femeninas los estambres son remplazados por escamas nectaríferas. Las flores femeninas presentan en su parte central un gineceo súpero formado de dos a nueve ovarios libres, monoculares con un óvulo cada uno³⁸. La floración se produce en el período invernal desde junio a agosto con una polinización entomófila³⁷. El fruto es una drupa esférica de 5 a 7 mm que, al madurar en el mes de enero del año siguiente, se torna de color amarillo desarrollando una envoltura carnosa, dulce, jugosa y comestible³⁶. Cada fruto incluye una semilla esférica de superficie lisa dispersada por las aves o por gravedad y mamíferos³⁹. Con frecuencia es posible encontrar en las plantas femeninas los frutos secos de color negro de la última temporada.

Compuestos químicos

Las hojas contienen un conjunto de alcaloides, llamado «boldina», en concentraciones mayores al 0,1%, según exige la Farmacopea Europea 2000. En algunas poblaciones naturales, se ha encontrado valores medios hasta 0,34% en la hoja seca. La actividad biológica de la boldina, uno de los principales alcaloides presente en el boldo, ha sido estudiada extensamente reportándose su uso como antioxidante, antiinflamatorio, antipirético y potencial genotóxico^{14,15,16}.

Las hojas de boldo contienen aceite esencial en concentraciones entre 1,5 y 2,4 ml/ 100 g de materia seca, superando el valor máximo de 2,0 ml/ 100 g para la droga entera, indicado en la Farmacopea Europea 2000. Se ha reportado actividad antibacteriana y antifúngica, encontrándose interesantes efectos en contra de los microorganismos *Streptococcus pyogenes*, *Micrococcus* sp. y *Candida* sp¹⁷.

El 28 a 68% del aceite esencial está conformado por el compuesto tóxico ascaridol. Se han encontrado algunos individuos que sólo presentan trazas de este compuesto¹⁸.

El extracto acuoso de hojas de boldo contiene una alta concentración de compuestos fenólicos, en su mayoría catequina, que aportan una importante actividad antioxidante a la infusión de hojas¹⁹.

Cuadro 3.1: Factores genéticos, intrínsecos y ambientales que afectan el contenido de principios activos en hojas de boldo

Diferencias en los principios activos entre...	Alcaloides	Flavonoides	Aceite esencial	Ascaridol	Fuente
Material genético					
...poblaciones naturales	+	+	-	+	26, 28, 29
...individuos de una misma población natural	+		+		26
...descendencias cultivadas de distinto origen	-	-	+	+ y -	18, 27, 29, 30
...familias de un mismo origen	+		+	+	18, 28, 29, 30
...plantas masculinas versus plantas femeninas	-		+		26
Hojas de una misma planta					
...edades	-		+		26
...posición en el árbol	-		+		26
...estaciones del año	+		+		26
...años consecutivos	+		+		(no publicado)
...hojas de sol versus hojas de sombra	+		+		26
Condiciones ambientales					
...plantas al sol versus plantas a la sombra	-	-	- (+)		25, 28
...diferentes densidades de plantación	-		+		32
...diferentes tratamientos de riego	-		-		32
...plantas silvestres versus plantas cultivadas	+	+	+	+	29

+ se han encontrado diferencias significativas
- no se han encontrado diferencias significativas

Figura 3.2: Estados fenológicos del boldo durante el año

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
											
Floración		Crecimiento vegetativo			Fructificación Desarrollo de yemas florales		Receso vegetativo			Floración	

Compuestos químicos

Las hojas de boldo contienen **aceite esencial** en concentraciones entre 1 - 3 ml/ 100g materia seca siendo sus principales componentes ascaridol, cineol, limoneno, terpineol, terpinen-4-ol^{27,40}.

Contienen también entre 0,2-0,5% de **alcaloides del tipo aporfinoides**: boldina, isoboldina, isocoridina, norisocoridina, N-óxido de isocoridina, N-metil-laurotetanina, laurotetanina, laurolitsina y 6,7-dideshidrobaldina^{41,42,43,44}. Entre los **alcaloides no aporfinoides** se han identificado reticulina y coclaurina⁴⁵. Muchos de estos alcaloides también se encuentran en la madera y la corteza del árbol.

De las hojas, además, se han aislado numerosos **glicósidos de flavonoles** como: ramnetina, isoramnetina y derivados del kaempferol⁴⁶. Desde el extracto acuoso de las hojas se ha aislado catequina en una alta concentración, presentando este compuesto una importante actividad antioxidante¹⁹.



Propagación

En su hábitat natural el boldo se propaga mediante semillas. Los frutos son drupas con una semilla envuelta en una pulpa dulce, bien aromática, apetecidos por los pájaros y roedores quienes contribuyen con la diseminación de la especie. A pesar de ello, se observa muy poco rejuvenecimiento de la especie en las poblaciones naturales. Por un lado, el desarrollo de plántulas puede estar afectado por factores ambientales adversos, como la exposición a prolongados periodos secos o al pastoreo. Por otro lado, la semilla de boldo requiere de un largo período para germinar, lo que, además, sólo ocurre en un pequeño porcentaje debido a una dormancia impuesta por hormonas como el ácido abscísico y por la dureza del endocarpio que envuelve el embrión^{20,21}. Son estos mismos factores los que aseguran la sobrevivencia de la especie en su ambiente natural, puesto

que un alto porcentaje de la semilla se mantiene dormante durante largos periodos, pasando por condiciones adversas como inviernos muy fríos y veranos muy secos que hubieran peligrado la sobrevivencia de las plántulas.

Para propagar boldo mediante semilla, se retira la pulpa macerando los frutos en agua. Se estima que unas 6.000 semillas corresponden a un kilogramo, aproximadamente²². La semilla viable se selecciona mediante flotación antes de someterla a un tratamiento pregerminativo que rompe la dormancia. En semilla no tratada se ha observado hasta un 13% de germinación en un año, produciéndose la mayor tasa de emergencia entre siete y nueve meses después de la siembra. Semillas estratificadas en frío presentan porcentajes de germinación similares a la no tratada²⁰. Aunque los tratamientos de escarificación en semillas sembradas en vivero no favorecieron la germinación²⁰, el desarrollo de embriones desnudos *in vitro* ha mostrado ser muy exitoso²¹. El mejor tratamiento pregerminativo para boldo se logró con la aplicación de ácido giberélico (GA₃) en una concentración de 10 g/l durante 48 horas²³ obteniéndose porcentajes de germinación de hasta un 34% en seis meses. Las plántulas pueden ser repicadas cuando poseen uno o dos pares de hojas verdaderas.

La propagación vegetativa de boldo es muy difícil por el bajo éxito en el enraizamiento de las estacas, que se ubica alrededor de un 1%. Factores como la época de colecta del material de propagación, la posición de la estaca dentro del árbol, la forma, concentración y tiempo de aplicación de diferentes productos enraizantes en base a hormonas, el tipo de corte en la base de la estaca, el sustrato o la temperatura aparentemente no influyen en la formación de raíces^{22,23,24}. Sólo estacas provenientes de plantas juveniles, de aproximadamente dos años de edad, han mostrado un alto porcentaje de raíces después de cinco meses de incubación^{23,34}.

Vivero

Las plantas establecidas en bolsas o macetas muestran una buena tasa de sobrevivencia. Es de suma importancia proteger las plantas de los roedores, caracoles y babosas, quienes pueden causar un alto grado de mortalidad durante la etapa de crecimiento del boldo. Aplicaciones de fungicida y fertilizante foliar

aseguran el desarrollo adecuado de las plantas.

Para endurecerlas se retiran las plantas del invernadero durante los meses estivales y se colocan bajo sombra, asegurando un riego regular. A los 14 meses desde la siembra, las plantas alcanzan una altura aproximada de 20 cm. Se pueden plantar a terreno en otoño o primavera, cuidando de mantener la raíz intacta. No se recomienda trasplantar a raíz desnuda.

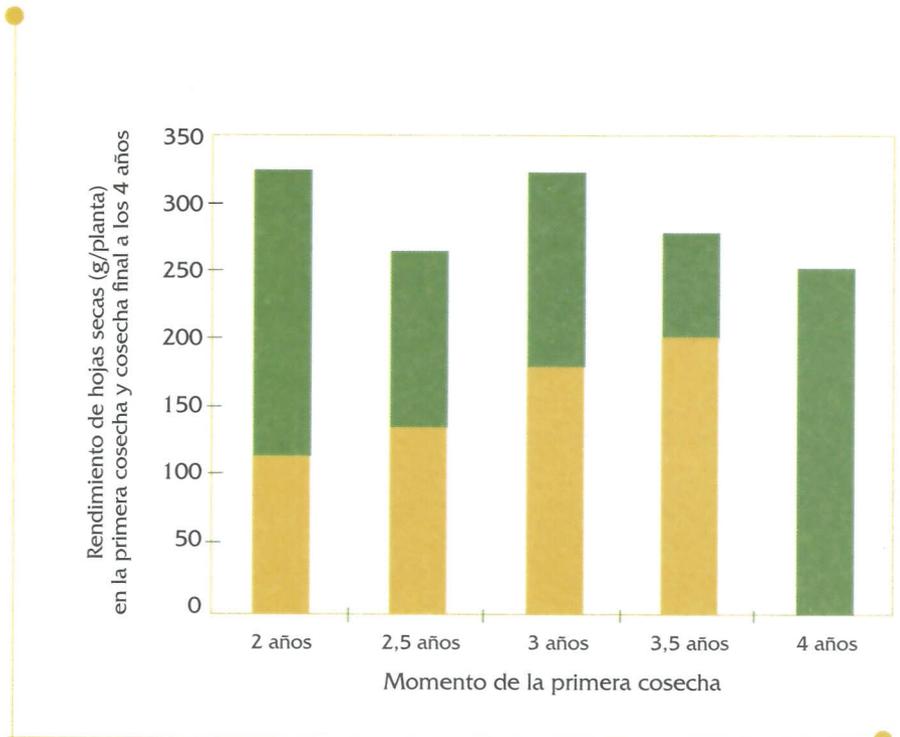
Crecimiento

Una vez trasplantado a terreno, el boldo se demora casi un año para iniciar el crecimiento aéreo. En el segundo año el éxito del establecimiento de las plantas ya es evidente, con porcentajes de hasta un 95%, siempre y cuando el trasplante y el riego hayan sido adecuados. Las plantas alcanzan entre 14 y 68 cm de altura al final de esta temporada.

El crecimiento en primavera de la tercera temporada, específicamente durante los meses de noviembre y diciembre, es el más vigoroso, diferenciándose entre plantas pequeñas y grandes. Las plantas pequeñas forman proporcionalmente más brotes y crecen más en altura que las plantas grandes (61% y 33%, respectivamente). Pero en términos absolutos, las plantas que al inicio de la tercera temporada fueron clasificadas como pequeñas siguen siendo, medio año después, las más bajas y las con menor número de brotes²⁵.

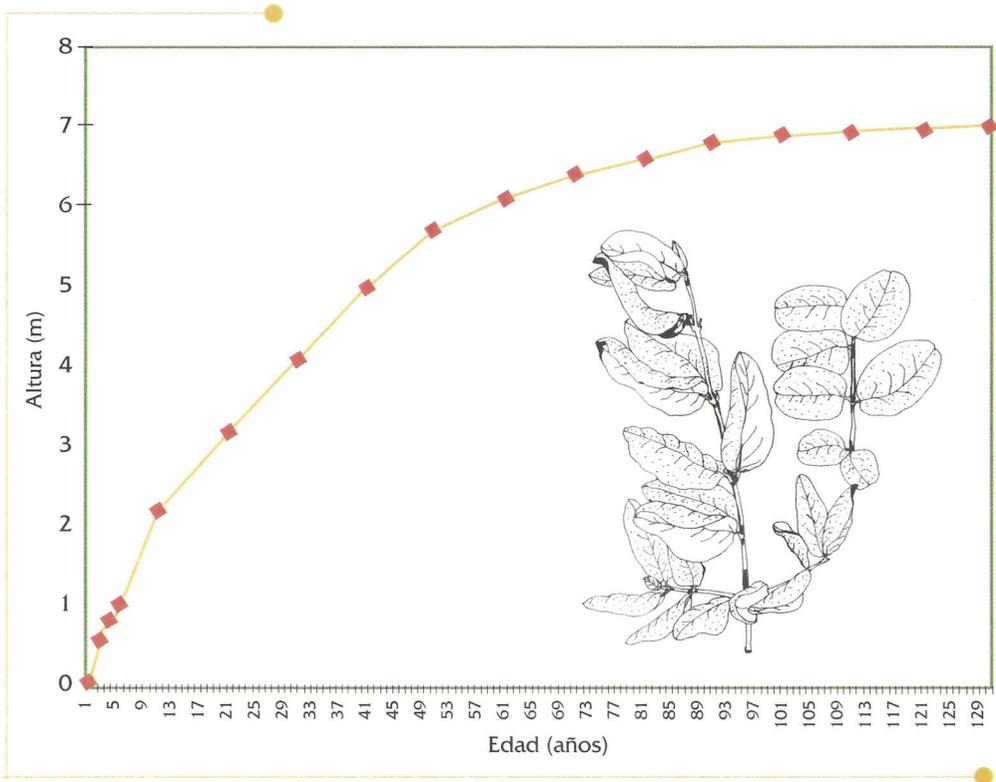
El crecimiento de los brotes es similar tanto en plantas podadas para la cosecha de hojas como en las no podadas. Entre los dos y tres años, las plantas cortadas a los 20 cm del nivel del suelo recuperan su altura y la masa foliar en el curso del segundo año desde la cosecha (Figura 3.3).

Figura 3.3: Efecto de la edad de la planta en el momento de su primera cosecha sobre el rendimiento total a los cuatro años



En árboles silvestres, se ha estudiado el crecimiento en diámetro del tronco, en altura y en volumen¹⁰. Se ha encontrado que las plantas menores de diez años tienen el crecimiento más vigoroso tanto en diámetro del tronco como en altura, estabilizándose a partir de los cien años, momento en el que alcanzan una altura aproximada de siete metros y un diámetro de tronco a la altura de pecho (DAP; 1,3 m) de 27 cm. El volumen sigue incrementándose incluso a esta edad¹⁰ (Figura 3.4).

Figura 3.4: Crecimiento de plantas de boldo



El material genético

En boldo, la fecundación es obligadamente cruzada por tratarse de una especie dioica, es decir, las flores masculinas y femeninas se distribuyen en diferentes individuos. En general, la fecundación cruzada causa una muy alta variabilidad genética entre las plantas, y sus descendencias obtenidas por propagación sexual, a su vez, segregan. Por lo tanto, para obtener un material genético homogéneo, esta especie debería propagarse vegetativamente. Sin embargo, el éxito de una propagación por estacas es muy bajo, salvo si la planta madre

es juvenil, es decir, cuando la planta todavía no ha florecido. Por otro lado, el boldo inicia su periodo reproductivo entre los tres a cinco años, por lo que las plantas juveniles generalmente son pequeñas, proporcionando una reducida cantidad de estacas.

Frente a la dificultad de clonar individuos de características sobresalientes se sugiere seleccionar poblaciones y propagar éstas vía semillas.

Para comprobar si las características de una población son heredables o son respuesta a las condiciones ambientales del lugar o a otra situación específica, es necesario evaluar las descendencias de diferentes poblaciones en el mismo ambiente, es decir, en el mismo lugar, el mismo momento, y todas las plantas en iguales condiciones.

Poblaciones naturales

Un estudio de poblaciones naturales en la VII Región del Maule, Chile, en latitudes cercanas a los 35° S, revela que una de las poblaciones, ubicada en la precordillera, tiene una concentración promedio de alcaloides menor respecto a otras situadas en la costa y en el valle central. A la vez, los individuos de esta misma población muestran diferencias significativas entre ellos^{26,27}. Las plantas de la costa alcanzan menores contenidos de aceite esencial, siendo su composición muy similar a las demás poblaciones²⁷.

Poblaciones alejadas, con poco intercambio de material genético a través de la diseminación por aves, se han estudiado en su hábitat natural, tanto en el norte (33° S), como en el sur (38° S) y centro (35° S) del país. La población natural del norte muestra en las hojas una mayor concentración de alcaloides que aquellas ubicadas más al sur^{27,28,29} (Cuadro 3.2), mientras que la más sureña presenta el mayor contenido de flavonoides.

Sin embargo, entre las poblaciones estudiadas no se han observado diferencias en la concentración de aceite esencial^{28,29}, encontrándose sólo cambios en su composición, presentando la población del sur el menor porcentaje de ascaridol^{27,28,29}.

Cuadro 3.2: Contenido de diferentes principios activos en tres poblaciones naturales de boldo y sus descendencias cultivadas en la VII Región de Chile (35°S)

Población	Alcaloides (%)		Flavonoides (%)		Aceite esencial ml/100 g MS		Ascaridol en aceite esencial (%)	
	Natural	Descendencia	Natural	Descendencia	Natural	Descendencia	Natural	Descendencia
Norte (33°S)	0,34	0,20	0,24	0,52	1,63	3,53	49	65
Centro (35°S)	0,20	0,17	0,15	0,52	1,60	2,60	53	68
Sur (38° S)	0,22	0,18	0,41	0,53	1,32	2,02	28	66
Diferencia entre orígenes	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
Diferencia entre poblaciones naturales y descendencias		*		*		*		*

* diferencia significativa; n.s. diferencia no significativa ($p \leq 0,05$)

Descendencias

Las descendencias de poblaciones del norte, centro y sur actualmente se encuentran cultivadas en la Universidad de Talca, es decir, en la zona centro de su distribución natural. Estas plantas se han evaluado durante varios años^{18,28,29,30}.

Los contenidos de alcaloides y, específicamente, del compuesto boldina son muy similares en la progenie de las tres poblaciones, indicando que los altos valores encontrados en la población natural del norte se deben a efectos ambientales. Por otra parte, se han observado diferencias significativas entre familias de la población centro^{18,30} y entre las del sur^{28,29}, lo que indicaría que, efectivamente, existe cierta variación genética en este carácter. Esto permitiría

seleccionar las familias con los mayores contenidos de alcaloides como material genético para futuros cultivos.

El contenido de flavonoides ha mostrado ser igual en todas las descendencias cultivadas. Luego, las diferencias encontradas entre poblaciones naturales tendrían su origen, exclusivamente, en efectos ambientales.

Respecto de la concentración de aceite esencial se ha encontrado que en condiciones de cultivo la descendencia del norte alcanza los mayores contenidos, mientras que la del sur los menores²⁹. Este efecto se acentúa en plantas cultivadas bajo sombra²⁸. Diferencias entre familias del mismo origen confirman que la concentración de aceite esencial en las hojas es determinada, en parte, genéticamente²⁹.

El ascaridol es un compuesto tóxico característico del aceite esencial de boldo, cuya restricción actualmente está en discusión. A pesar de las diferencias encontradas entre poblaciones naturales, todas las descendencias cultivadas alcanzan valores altos y similares para todos los orígenes^{28,29}. Sólo en plántulas muy pequeñas se han encontrado concentraciones más altas en la descendencia del norte del país¹⁸. A causa de las grandes diferencias observadas entre las localidades estudiadas por un lado y entre árboles en su hábitat y plantas jóvenes cultivadas por otro, se concluye que este carácter es muy influenciado por las condiciones ambientales.

En resumen, los contenidos de alcaloides, flavonoides y aceite esencial en las hojas y su porcentaje de ascaridol se comportan como caracteres cuantitativos, que son determinados por varios genes cuya expresión es modificada por factores ambientales.

Respecto al contenido de aceite esencial destaca la marcada diferencia encontrada entre las descendencias de distintos orígenes, alcanzando la del norte los mayores valores. Por otro lado, en su hábitat natural esta población no muestra contenidos muy altos, debiéndose probar este material genético todavía en otros lugares para comprobar su ventaja genética.

Plantación

En la zona central de Chile el boldo se encuentra con bastante frecuencia. Su alta capacidad de rebrote del tocón ha permitido una masiva explotación de las plantas silvestres durante décadas. Es por ello que en su hábitat natural se lo encuentra más en forma de arbusto que de árbol.

Las hojas de boldo experimentan un constante aumento en la demanda internacional, exportándose actualmente alrededor de 1.500 toneladas de hojas secas anualmente, lo que corresponde al doble de volumen exportado durante los años 1985-1991. A pesar de la alta demanda, económicamente no es muy atractivo producir boldo en plantaciones, debido al lento crecimiento de esta especie y al muy bajo precio que se ofrece el producto de la recolección silvestre. Sin embargo, existen varias razones para cambiar esta situación y establecer plantaciones forestales o agrícolas que puedan abastecer un mercado que cada día exige más calidad y sustentabilidad en las plantas medicinales:

- **Calidad y homogeneidad de la materia prima**

Además de las hojas que se usan en infusiones, se ofrece también una amplia gama de productos medicinales y nutracéuticos en base a boldo. Para elaborar un producto estandarizado es de suma importancia que la industria farmacéutica cuente con una materia prima que sea lo más homogénea posible. Pero los árboles silvestres presentan una muy alta heterogeneidad, a causa de la variabilidad genética natural existente y a diversos efectos ambientales como el clima, la estación del año, la edad de la planta y las condiciones de deshidratado en el terreno. Estos factores se pueden controlar en una plantación seleccionando un determinado material genético y manejando el cultivo adecuadamente.

- **Producción sustentable**

Según las cifras de exportación, miles de hectáreas de bosque nativo y del matorral mediterráneo de Chile están actualmente sometidas a la explotación del boldo. Las plantas cosechadas rebrotan, pero se observa muy poco rejuvenecimiento. La producción en una plantación ayudaría a conservar la especie en su hábitat natural, a mantener su forma de crecimiento arbóreo y contribuiría a la protección del suelo, los recursos hídricos y las formaciones de

vegetación típicas. Por otra parte, se podría cultivar la superficie necesaria para producir los volúmenes demandados por la industria que procesa y comercializa el boldo como planta medicinal, sin riesgos de que los recursos naturales se agoten.

En los primeros ensayos de cultivo se ha observado que los árboles en su hábitat natural contienen concentraciones de principios activos diferentes a sus descendencias cultivadas (Cuadro 3.2): las plantas silvestres muestran mayores contenidos de alcaloides, mientras que las plantas cultivadas superan a las plantas madres silvestres en el contenido de flavonoides y aceite esencial. También se observa un elevado nivel de ascaridol en el cultivo^{28,29}. Estas diferencias entre poblaciones silvestres y sus descendencias cultivadas no sólo pueden explicarse por posibles diferencias climáticas, edafológicas o del manejo forestal, sino también al hecho de que en las poblaciones naturales se evaluaron árboles, mientras que las descendencias cultivadas están constituidas por plantas aún pequeñas. De todos modos, para el cultivo de boldo deberá encontrarse la forma de aumentar el contenido de alcaloides y bajar el porcentaje de ascaridol en el aceite esencial, posiblemente mediante una adecuada elección del sitio para la plantación.

Luz

En su ambiente natural, el boldo es componente tanto del bosque como del matorral esclerófilo⁹. En asociación con otros árboles crece a la semisombra, mientras que en el matorral de la zona centro de Chile se encuentra frecuentemente en forma solitaria expuesto a una alta intensidad lumínica durante el periodo estival.

Las hojas en la parte alta de la copa en su mayoría son expuestas al sol. Tienen los bordes enrollados y son más pequeñas, gruesas y duras que las hojas de sombra, pero contienen menores concentraciones de aceite esencial y alcaloides^{9,22,23} (Cuadro 3.3).

Sin embargo, el boldo cultivado bajo sombra no alcanza mayores contenidos de aceite esencial, alcaloides y flavonoides^{25,28} (ver también Cuadro 3.1). El

número de brotes y el peso de las hojas por planta, así como la altura y el crecimiento también son similares en plantas cultivadas al sol o bajo sombra. De este modo, se espera que la producción de hojas no sea muy distinta en cantidad y calidad si proviene de plantas solitarias o intercaladas en una plantación forestal³¹.

Cuadro 3.3: Características de hojas de sol y sombra (valores medios)

	Hojas de sol	Hojas de sombra	Fuente
Posición en el árbol	Principalmente alta	Principalmente baja	9, 23, 26
Forma	enrolladas	planas	9, 23
Área foliar	3 - 4 cm ²	9 - 11 cm ²	9, 23
Peso específico, esclerofilia	0,05 g/ cm ²	0,01 - 0,02 g/ cm ²	9, 23
Contenido de clorofila	3 - 9 µg/ cm ²	3 µg/ cm ²	23
Espesor total	0,5 mm	0,3 mm	20
Grosor cutícula	4,8 µm	4,6 µm	20
Epidermis superior	79 µm	49 µm	20
Tejido empalizada	175 µm	53 µm	20
Tejido esponjoso	222 µm	168 µm	20
Epidermis inferior	37 µm	25 µm	20
Contenido aceite esencial	1,8 ml/ 100 g MS	2,9 ml/ 100 g MS	26
Contenido de alcaloides	0,07 %	0,12 %	26

Densidad de plantación

En la producción extensiva se han clasificado existencias naturales de boldo de 40, 146 y 440 árboles por hectárea como densidades baja, media y alta, respectivamente¹⁰. Sin embargo, para una plantación destinada a producción intensiva se debe aprovechar el terreno con densidades mayores. Por otra parte, en un cultivo se recomienda mantener las plantas pequeñas, lo que permitirá cultivar más de una planta por metro cuadrado. En este caso, el rendimiento de hojas secas por superficie aumenta con la densidad, mientras que el rendimiento por planta disminuye^{31,32} (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4: Rendimiento de hojas en boldo silvestre y cultivado en diferentes densidades

	Edad de la planta	Densidad (plantas/ ha)	Rendimiento hojas secas g/ planta t/ ha		Fuente
Cultivado	4 años	14.000	254	3,6	31
Cultivado	3 años	14.000	183	2,6	
Cultivado	2 años	14.000	116	1,6	
Cultivado	2 años	80.000	73	5,8	32
Cultivado	2 años	160.000	34	5,5	
Silvestre, densidad baja	Adulto	44	625	0,03	10
Silvestre, densidad media	Adulto	146	679	0,10	
Silvestre, densidad alta	Adulto	440	973	0,43	
Silvestre, < 6 vástagos	Adulto	—	1.688	—	33
Silvestre, 6 - 10 vástagos	Adulto	—	3.074	—	
Silvestre, > 10 vástagos	Adulto	—	4.719	—	
Silvestre	Adulto	—	—	0,02 - 0,03	34

Los rendimientos de hojas en plantas silvestres corresponden a valores estimados sobre la base de diferentes modelos evaluados por los respectivos autores, mientras que los valores de los cultivos se basan en mediciones.

Agua

El boldo se distribuye en su hábitat natural en ambientes con precipitaciones anuales de entre 200 y 2.000 mm³⁵. Como árbol característico de la vegetación esclerófila de la zona central de Chile, esta especie está bien adaptada a las condiciones de estrés hídrico que naturalmente se dan durante los veranos calurosos con períodos secos prolongados.

Al disminuir la humedad del suelo baja la tasa de transpiración, efecto que se atenúa en lugares con alta humedad ambiental como en la costa o precordillera. Las hojas de árboles o ramas expuestas al sol disminuyen la pérdida natural del agua cerrando sus estomas y enrollándose hacia la cara inferior²³. Su dimensión es más pequeña con una epidermis más gruesa que hojas que crecen a la sombra²⁰ (Cuadro 3.3). A pesar de ello, presentan una mayor tasa de transpiración que las hojas ubicadas en las partes menos iluminadas del árbol. Destaca la alta tasa de transpiración en hojas mayores a dos años, edad en que ya son eliminadas mayoritariamente. A pesar de que se da frecuentemente en zonas con sequías prolongadas, se ha observado que el sistema radical del boldo es bastante superficial, desarrollándose principalmente en la zona hasta los 40 cm de profundidad²³.

La buena adaptación de boldo a condiciones secas se ha observado también en ensayos de riego en los que fue sometido a dos niveles de humedad en el suelo: 20 y 65% de capacidad de campo (CC). La humedad del suelo no afectó el rendimiento de hojas, el porcentaje de hojas en la cosecha, la altura de la planta, ni los contenidos de alcaloides y aceite esencial^{31,32}. Sí se ha observado que las plantas regadas brotan dos veces al año: en primavera y a fines de verano.

Cuadro 3.5: Efecto de la intensidad de luz, densidad de plantación y humedad del suelo sobre caracteres de la planta de boldo

	Factores que lo afectan		Valores medios observados		Tendencias
Rendimiento de hojas	Intensidad de luz *	Pleno sol Sombra 28%	290 g /planta 287 g/ planta		Las plantas bajo sombra muestran al cabo de 4 años similar rendimiento de hojas que plantas en pleno sol.
	Densidad de plantación **	8 plantas/ m ² 16 plantas/ m ²	87 g /planta 65 g /planta		La alta densidad afecta al rendimiento de hojas por planta negativamente, mientras que el rendimiento por superficie se mantiene igual.
	Humedad del suelo **	20% CC 65% CC	87 g /planta 64 g /planta		Una alta humedad en el suelo perjudica al rendimiento de hojas por planta levemente.
Porcentaje de hojas en la parte aérea	Intensidad de luz *	Pleno sol Sombra 28%	59 % 55 %		Las plantas bajo sombra desarrollan más tallos que plantas que crecen en pleno sol.
	Densidad de plantación **	8 plantas/ m ² 16 plantas/ m ²	59 % 60 %		A los tres años, la densidad no afecta la proporción de hojas en la cosecha.
	Humedad del suelo **	20% CC 65% CC	58 % 62 %		Plantas con mayor disponibilidad de agua tienen un poco más hojas y menos tallos en la cosecha.
Altura de la planta (al cabo de 3 años)	Intensidad de luz *	Pleno sol Sombra 28%	74,5 cm 67,6 cm		Más que la exposición al sol o sombra influye el tamaño inicial de las plantas que provoca una alta variación.
	Densidad de plantación **	8 plantas/ m ² 16 plantas/ m ²	66,3 cm 64,6 cm		La densidad de las plantas no afecta su tamaño.
	Humedad del suelo **	20% CC 65% CC	69,1 cm 61,8 cm		La alta humedad en el suelo afecta levemente la altura de la planta.
Número de brotes (al cabo de 3 años)	Intensidad de luz *	Pleno sol Sombra 28%	15,4 13,6		La intensidad de la luz no afecta significativamente, pero las plantas establecidas en densidades muy altas (8 y 16 plantas /m ²) tienen menos brotes que las a una densidad baja (1,4 plantas /m ²).
	Densidad de plantación **	8 plantas/ m ² 16 plantas/ m ²	4,7 4,2		Las plantas menos regadas desarrollan menos brotes.
	Humedad del suelo **	20% CC 65% CC	3,2 5,8		
Contenido de aceite esencial en las hojas	Intensidad de luz *	Pleno sol Sombra 28%	1,94 ml/100 g 2,02 ml/100 g		Ni la intensidad de luz, ni la densidad de plantación afectan al contenido de aceite esencial en las hojas. En algunas cosechas las plantas cultivadas en un suelo más húmedo alcanzaban mayores contenidos.
	Densidad de plantación **	8 plantas/ m ² 16 plantas/ m ²	1,98 ml/100 g 2,24 ml/100 g		
	Humedad del suelo **	20% CC 65% CC	1,99 ml/100 g 2,28 ml/100 g		
Contenido de alcaloides en las hojas	Intensidad de luz *	Pleno sol Sombra 28%	0,22 % 0,24 %		El contenido de alcaloides en las hojas de boldo no es afectado por los factores luz, densidad de plantación y humedad del suelo.
	Densidad de plantación **	8 plantas/ m ² 16 plantas/ m ²	0,28 % 0,26 %		
	Humedad del suelo **	20% CC 65% CC	0,28 % 0,26 %		

* plantas de 2 a 4 años de edad a una densidad de 1,4 plantas /m²

** plantas de alta densidad (8 y 16 plantas /m²) en su tercer año

Suelo y fertilización

En la naturaleza, el boldo crece en suelos de profundidad muy variada²². El sustrato geológico dominante corresponde a rocas sedimentarias y metamórficas con incrustaciones de material granítico y volcánico. En un gradiente latitudinal los suelos más característicos varían de pardo no cálcico a laterita pardo rojizo, pardo forestal, regosol y trumao. El análisis de cinco suelos típicos que sustentan poblaciones de boldo indica que, en su mayoría, se trata de suelos con una dotación mineral muy pobre, lo que, junto al hecho de crecer en ambientes de baja disponibilidad hídrica, sugiere que el boldo realiza un uso conservador de los recursos⁹.

Cuadro 3.6: Contenido de nutrientes en boldo y su extracción en la cosecha

Elementos nutritivos	Contenido de nutrientes en material vegetal deshidratado*		Extracción por tonelada de material vegetal deshidratado	
	Hojas	Tallos	Sólo hojas	Hojas con tallos ¹
N	0,98 %	0,72 %	9,8 kg	9,0 kg
P	0,24 %	0,11 %	2,4 kg	2,0 kg
K	1,00 %	0,62 %	10,0 kg	8,9 kg
Ca	1,05 %	0,59 %	10,5 kg	9,2 kg
Mg	0,19 %	0,08 %	1,9 kg	1,6 kg
Mn	41 mg/kg	42 mg/kg	41 g	41 g
Zn	24 mg/kg	24 mg/kg	24 g	24 g
Cu	3,3 mg/kg	9,0 mg/kg	3,3 g	5 g
Fe	336 mg/kg	237 mg/kg	336 g	307 g
B	33 mg/kg	14 mg/kg	33 g	28 g

¹ Relación hoja : tallo = 7 : 3

* Valores obtenidos en un cultivo al final de la tercera temporada sobre un suelo franco arcillo arenoso con las siguientes características: N: 4 mg/kg; P: 5 mg/kg; K: 113 mg/kg; materia orgánica: 2,41%; pH 6,05; conductividad eléctrica 0,108 dS/m

A pesar de crecer en suelos pobres en minerales y materia orgánica, se recomienda fertilizar los cultivos, dado que la cosecha de hojas y tallos extrae del suelo minerales que deben ser repuestos al mismo. Para programar una fertilización adecuada es necesario conocer tanto el contenido de los diferentes macro y microelementos del suelo como su disponibilidad para la planta, así como el contenido de los mismos en los tejidos de la planta. Esta información permite estimar la extracción de elementos nutritivos por parte del cultivo. En el Cuadro 3.6 se indican los contenidos de minerales en hojas y tallos en un cultivo de boldo al final de la tercera temporada de la plantación. Cuando se realiza una cosecha total debe considerarse la extracción por parte de las hojas y los tallos. En cambio, si se dejan los tallos en el terreno, sólo debe considerarse la extracción de los nutrientes por parte de las hojas. En el Cuadro 3.6 la extracción por tonelada de hojas y tallos se calculó sobre la base de una relación hoja : tallo de 7: 3. Con la edad esta relación disminuye, en favor a una proporción mayor de tallos. En árboles adultos sólo el 10% del material cortado corresponde a las hojas¹⁰.

Cosecha

La explotación de boldo en su hábitat silvestre está regulada legalmente por el Decreto Supremo N° 366 (Artículo 2a), que indica que la descepadura de boldo está prohibida para todo terreno entre la provincia de Taparacá y el Río Maipo. La corta y explotación de estos árboles está permitida sólo entre los meses de abril y julio, mientras que la corta y explotación de las hojas de boldo podrá realizarse únicamente entre los meses de diciembre a marzo de cada año y en todo el área de distribución de la especie dentro del territorio chileno. Por otra parte, la explotación de los árboles que forman parte de un bosque está regulada por el Decreto Supremo N° 701, donde se define «bosque» como «sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m² con un ancho mínimo de 40 m, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables». En este caso, el decreto indica el requerimiento de un plan de manejo de parte de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para obtener el permiso de explotar los árboles de boldo.

La cosecha de árboles silvestres de boldo se ha estudiado por diversos investigadores en distintas regiones. El rendimiento de hojas ha sido estimado en función de la altura y el diámetro de la copa³⁴ para la V Región, en función del diámetro altura del pecho (DAP) y la altura total del árbol (HT) en la VII Región¹⁰ y en función del diámetro basal en vástagos y el número de vástagos en plantas en la VI Región³³. De este modo, se estimó que un árbol silvestre de boldo rinde entre 0,6 y 4,7 kg^{10,33} de hojas secas (Cuadro 3.4). Información proporcionada por recolectores indica que una planta cortada a ras de suelo produce, al rebrotar, entre 8 a 10 kg de hojas secas al tercer año.

Considerando un rango de rendimiento de hojas secas entre 25 y 428 kg por hectárea¹⁰, el volumen de exportación anual de 1.500 t implica la cosecha de boldo silvestre en un área de aproximadamente 3.500 a 60.000 hectáreas. Sin embargo, para una adecuada recuperación, el boldo debe cosecharse sólo cada cuatro o cinco años, con lo cual la superficie del terreno afectado se eleva al cuádruplo.

Como una práctica de explotación sustentable se propone el sistema de monte bajo dejando en cada árbol vástagos de diferentes edades en pie^{22,33}. Sin embargo, con este sistema de cosecha se desperdicia el mayor volumen de la biomasa, al sólo aprovechar las hojas que constituyen un 10% de la materia cortada¹⁰, mientras que en las plantas jóvenes cultivadas el material cosechado corresponde entre el 50 y 70% a las hojas.

En árboles silvestres se ha recomendado iniciar el proceso de cosecha a partir de los 33 años de edad, cuando se alcanza la máxima producción en el mínimo tiempo¹⁰. Sin embargo, para el cultivo proponemos aprovechar el crecimiento vigoroso durante los primeros años de la plantación pudiendo iniciar la cosecha incluso al final de la segunda temporada. Aunque estas plantas no logran recuperar su biomasa en un año, durante el segundo año superan los rendimientos de la primera cosecha. Esto es válido también para plantas que se cosechan por primera vez entre los 2,5 y 3,5 años de edad (Figura 3.3). Además, para obtener mayores rendimientos, una cosecha en invierno parece ser más favorable que en verano.

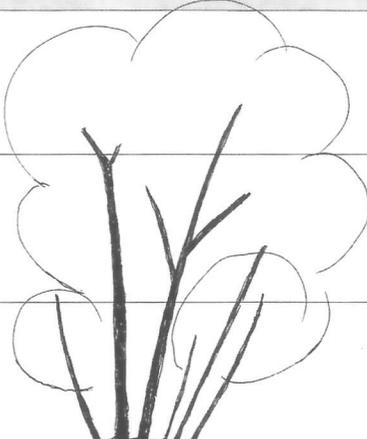
A pesar de que la cosecha de hojas está permitida sólo durante los meses de

diciembre a marzo, el análisis químico de las hojas indica que el contenido de alcaloides más alto se alcanza en junio y el contenido más bajo de aceite esencial entre noviembre y diciembre.

Por otro lado, posiblemente los altos índices de humedad ambiental y las precipitaciones habituales en la época de invierno, dificultarían el proceso de secado de las hojas y afectarían la calidad del producto final.

La edad de las hojas y su ubicación en el árbol también influyen en el contenido de principios activos (Figura 3.5). Las hojas jóvenes, recién desarrolladas y aquellas provenientes de los rebrotes del tocón de una temporada y de posiciones inferiores, tienen mayores contenidos respecto a las de la temporada anterior y situadas en la copa alta. En un cultivo intensivo, donde mediante podas regulares las plantas se mantienen pequeñas induciendo continuamente la formación de brotes nuevos, se espera obtener un producto de mejor calidad que el de los árboles adultos.

Figura 3.5: Contenido de alcaloides y aceite esencial en hojas de boldo de diferentes edades y ubicaciones en el árbol

Posición en el árbol	Edad de la hoja	Alcaloides (%)		Aceite esencial (ml/ 100 g MS)	
		joven	1 año	joven	1 año
Copa alta		0,05	0,07	2,0	1,5
Copa baja		0,06	0,05	2,3	1,6
Rebrotes de tocón		0,08	0,09	2,4	2,2

En resumen, en un cultivo intensivo es posible hacer un uso más racional del boldo, aprovechando su excelente capacidad de rebrote, la mejor calidad de las hojas provenientes de brotes juveniles y la favorable relación entre hojas y tallos mediante un manejo controlado.

Bibliografía

- 1 Rodríguez, R., Matthei, O. y Quezada, M. (1983): Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. 408 pp.
- 2 Ramírez, C., Labbé, S., San Martín, C. y Figueroa, H. (1990): Sinecología de los bosques de Boldo (*Peumus boldus*) de la cuenca del Río Bueno, Chile. Bosque 11(1): 45-56.
- 3 Corporación Nacional Forestal (1998): Experiencias silviculturales del bosque nativo de Chile. GTZ y CONAF. Publicaciones Lo Castillo S.A. 420 pp.
- 4 Gajardo, R. (1994): La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.
- 5 Donoso, C. (1981): Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. CONAF/ PNUD/FAO. Documento de Trabajo N° 38 Programa de Investigación y Desarrollo Forestal, Santiago. 82 pp y anexos.
- 6 Donoso, C. (1982): Revisión ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. Bosque 4 (2): 117 - 142.
- 7 San Martín, J., Figueroa, H. y Ramírez, C. (1984): Fitosociología de los bosques de Ruil (*Nothofagus alessandrii* Espinosa) en Chile Central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 171 – 200.
- 8 San Martín, J. (1983): Medicinal Plants in Central Chile. Economic Botany 37 (2): 216 – 227.
- 9 San Martín, J. y Doll, U. (1998): *Peumus boldus* (Monimiaceae, Magnoliopsida)

una especie silvestre promisorio de Chile. *Studia Botanica* 17: 109 - 118.

- 10 Toral, M., Kannegiesser, U. y Rosende, R. (1988): Biomasa y boldina en Boldo (*Peumus boldus* Mol.) VII Región. *Ciencia e Investigación Forestal* 4: 15 - 25.
- 11 Murillo, A. (1889): Plantas medicinales du Chili. Exp. Univ. de Paris Sec. Chilenne. 239 pp.
- 12 Muñoz, M., Barrera, E. y Meza, I. (1981): El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago. Publicación Ocasional 33: 1 – 91.
- 13 Muñoz, O., Montes, M. y Wilkomirsky, T. (1999): Plantas medicinales de uso en Chile. Química y Farmacología. Editorial Universitaria, Santiago. 330 pp.
- 14 Jimenez, I., Garrido, A., Bannach, R., Gotteland, M. and Speisky, H. (2000): Protective effects of boldine against free radical-induced erythrocyte lysis. *Phytotherapy Research* 14 (5): 339-343.
- 15 Jang, Y.Y., Song, J.H., Shin, Y.K., Han, E.S. and Lee, C.S. (2000): Protective effect of boldine on oxidative mitochondrial damage in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pharmacological Research* 42 (4): 361-371.
- 16 Kubinova, R., Machala, M., Minksova, K., Neca, J. and Suchy, V. (2001): Chemoprotective activity of boldine: modulation of drug-metabolizing enzymes. *Pharmazie* 56 (3): 242-243.
- 17 Vila, R., Valenzuela, L., Bello, H., Canigüeral, S., Montes, M. and Adzet, T. (1999): Composition and antimicrobial activity of essential oil of *Peumus boldus* leaves. *Planta Medica* 65 (2): 178-179.
- 18 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* Mol.). *Planta Medica* 65: 90-91.

- 19 Schmeda-Hirschmann, G., Rodríguez, J., Theoduloz, C., Astudillo, S., Feresin, G. and Tapia, A. (2003): Free-radical scavengers and antioxidants from *Peumus boldus* Mol. ("Boldo"). Free Radical Research 37 (4), 447-452.
- 20 Homann, C. (1968): Estudio sobre reproducción y anatomía de hojas y frutos en boldo (*Peumus boldus* Mol.); Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Chile.
- 21 Muñoz, M. (1986): Cultivo de embriones y ensayo de germinación en boldo (*Peumus boldus* Mol.). Tesis, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.
- 22 Homann, C. y Matte, V. (1967): Para el conocimiento de la silvicultura del boldo (*Peumus boldus* Mol.). Boletín de la Universidad de Chile 78-79: 19-24.
- 23 Vogel, H., Doll, U., Muñoz, M., Razmilic, I., San Martín, J. und Vizcarra, G. (1998): Boldo (*Peumus boldus* Mol) - Vermehrungsversuche und ökophysiologische Studien am natürlichen Standort in Chile. Drogenreport 19: 14-17.
- 24 Jeldres, P. (1997): Efecto del ácido indolbutírico y época de colecta del material vegetal en el enraizamiento de estacas de *Peumus boldus* Mol. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Talca.
- 25 Schneeberger, R. (2001): Efecto de poda invernal e intensidad de luz sobre el crecimiento y concentración de principios activos en boldo (*Peumus boldus* Mol.) bajo cultivo. Memoria de Título, Escuela de Agronomía, Universidad de Talca.
- 26 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.
- 27 Vogel, H., Razmilic, I. y Doll, U. (1997): Contenido de aceite esencial y

- alcaloides en diferentes poblaciones de boldo (*Peumus boldus* Mol.). Ciencia e Investigación Agraria 24 (1): 1-6.
- 28 Acevedo, P. (2003): Variabilidad en los principios activos de tres poblaciones de boldo (*Peumus boldus* Mol.). Tesis, Magíster en Horticultura, Universidad de Talca.
 - 29 Vogel, H., Razmilic, I., Acevedo, P. and González, B.: Alkaloid and essential oil concentration in different populations of *Peumus boldus*. Acta Horticulturae (en imprenta).
 - 30 Guerra, M. (1998): Variación genética en el contenido de alcaloides y aceite esencial en boldo (*Peumus boldus* Mol.). Tesis, Escuela de Agronomía, Universidad de Talca.
 - 31 Vogel, H. (2004): Boldo (*Peumus boldus* Mol.) - exploitation from the wild and domestication studies. Medicinal Plant Conservation 9-10: 21-24.
 - 32 Berríos, C. (2003): Efecto de la densidad de plantación y dos niveles de riego sobre el rendimiento y los principios activos en boldo (*Peumus boldus* Mol.). Memoria de Título, Escuela de Agronomía, Universidad de Talca.
 - 33 Olivares, A., Caldentey, J. y Montecinos, V. (2002): Influencia del hábito de crecimiento del boldo (*Peumus boldus* Mol.), sobre la producción de fitomasa foliar. Acta XI Reunión Latinoamericana de Fisiología Vegetal, Punta del Este, Uruguay.
 - 34 Gajardo, M.E. y Verdugo, R. (1979): Rendimientos en hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.), corteza de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y carbón de espino (*Acacia caven* Mol.) en la V Región; Memoria de Título; Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.
 - 35 Rodríguez, G., Rodríguez, R. y Barrales, H. (1995): Plantas ornamentales chilenas. Ediciones Lamas y Cía, Concepción.

- 36 Navas, L. (1973 -1979): Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. I Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Andrés Bello 311 pp. II Dicotyledoneae, Archychlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp. III Dicotyledoneae, Metachlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp Santiago, Chile.
- 37 Hoffmann, A. (1981): Seasonal growth rhythms in *Peumus boldus*, a dioecious tree of the Chilean Mediterranean vegetation. *Oecol. Plant.* 2 (16) n°1: 31 – 39.
- 38 Botti, C. y Cabello, A. (1990): Anatomía y desarrollo de flores, frutos y semillas de Boldo (*Peumus boldus* Mol.). *Ciencia e Investigación Forestal* 4 (1): 49 – 60.
- 39 Donoso, C. (1993): Bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria, Santiago. 485 pp.
- 40 Miraldi E., Ferri, S., Franchi, G.G. and Giorgi, G. (1996): *Peumus boldus* essential oil: new constituents and comparison of oils from leaves of different origin. *Fitoterapia* 67: 227-230.
- 41 Ruegger, A. (1959): Neue Alkaloide aus *Peumus boldus* Molina. *Helvetica Chimica Acta.* XLII (83): 754-762.
- 42 Hughes, D.W., Skakum, W. and Genest, K. (1968): Alkaloids of *Peumus boldus*. Isolation of (+) reticuline and isoboldine. *J. Pharm Sci.* 57 (6): 1023-1025.
- 43 Hughes, D.W., Genest, K. and Skakum, W. (1968): Alkaloids of *Peumus boldus*. Isolation of laurotetanine and laurolidine. *J. Pharm Sci.* 57 (9): 1619-1620.
- 44 Urzua, A. and Acuña, P. (1983): Alkaloids from the bark of *Peumus boldus*. *Fitoterapia.* 54 (4): 175-177.

- 45 Asencio, M., Cassels, B., Speiky, H. and Valenzuela, A. (1993): (R)- and (S)-coclaurine from the bark of *Peumus boldus*. *Fitoterapia* LXIV(5): 455-459.
- 46 Krug, H. and Borkowski, B. (1965): New flavonol glycosides from the leaves of *Peumus boldus* Molina. *Pharmazie* 20 (11): 692-698.

Otros

Roach, F. (2001): Análisis prospectivo del mercado de hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.) y sus posibilidades de desarrollo. Memoria de Título, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

CAPÍTULO 4

MATICO



MATICO



Nombre científico: *Buddleja globosa* Hope

Familia: Buddlejaceae

Nombre común: Matico, Pañil, Palquil

El matico es un arbusto siempreverde perennifolio de 3 a 4 m de altura y ramificado desde la base, desde donde rebrota con mucha facilidad cuando es podado. Sus ramas son blandas y quebradizas. Muy llamativas son sus hojas grandes (de hasta 20 cm de largo), de forma lanceolada, verde oscuras y algo rugosas en la cara superior y blanco amarillentas y muy vellosas en la cara inferior. Las flores son pequeñas, hermafroditas, de color amarillo a naranja y se disponen en densas cabezuelas de forma globosa de hasta 2 cm de diámetro, ubicadas en los extremos de las ramas superiores. La floración se inicia en primavera y se prolonga hasta mediados del verano. Las flores son visitadas por diversos coleópteros y otros insectos. El fruto, que es una cápsula de dos valvas, contiene gran cantidad de semillas muy pequeñas, que son dispersadas por el viento.

Figura 4.1: Matico



Nombre científico: *Buddleja globosa* Hope
Familia: Buddlejaceae
Nombre común: Matico, Pañil, Palquil

Distribución y descripción del hábitat

La especie es nativa de Chile y también se encuentra en Argentina y Perú¹. En Chile su distribución se extiende desde la Región Metropolitana hasta la X Región, Chiloé, y desde la Cordillera de la Costa al matorral altoandino, aproximadamente hasta 2.000 m de altitud^{1,2,3}. Allí se ha podido observar que alcanza su menor crecimiento ocupando sectores abiertos, expuestos al viento y cerca de cursos de agua. En reducidas poblaciones puras o individuos aislados la especie forma parte de la estructura de matorrales húmedos de la vegetación nativa. Aquí su posición es marginal en altura y, cuando se mezcla con las otras especies leñosas, desarrolla un crecimiento dominante siempre expuesto a la radiación solar directa y nunca integrando sotobosque^{3,4}. En general ocupa suelos húmedos de buen drenaje con anegamiento estacional, bordes de caminos y quebradas. Las poblaciones son escasas en la zona central, pero abundantes en las IX y X Regiones como en el Parque Nacional Tolhuaca y ñadis de la depresión intermedia de Osorno⁵. Esta especie, además de encontrarse en estado silvestre, es muy frecuente hallarla cultivada en huertos y jardines de familias campesinas⁶.

Usos

En la zona central y sur de Chile, el matico figura entre las plantas más recomendadas para el tratamiento de heridas y de uso gastrointestinal^{2,7}, donde por su actividad diurética, antiinflamatoria, antiséptica local y cicatrizante⁸ se emplea contra el dolor de estómago, disentería, para el hígado y la vesícula^{8,9}.

Tradicionalmente se usan y comercializan las hojas en estado fresco o deshidratado⁸. En estado seco y molidas se dispersan sobre heridas expuestas. En mezcla con rizoma de *Gunnera tinctoria*, "pangue", y *Equisetum bogotense*, "limpiaplata", se toma para el tratamiento de úlceras gástricas⁷. Los extractos de las hojas remojadas en agua tibia se aplican en la limpieza de ojos y lavados de heridas, tanto en humanos como en animales domésticos.

Por sus propiedades tintóreas se usa también como pigmento de coloración pardo².

Como compuestos químicos en las hojas se han identificado fenilpropanoides, iridoides, terpenoides y flavonoides^{10,11,12}.

Hábito y características botánicas

Es un arbusto siempreverde de 0,7 a 3 m de altura y ramificado generalmente desde la base con tallos terminales tomentosos y quebradizos^{1,2,3}.

Las hojas son lanceoladas, de ápice agudo y base cuneada, frecuentemente subenteras con lámina discolórea^{1,2}. La cara superior presenta una superficie rugosa de color verde oscuro y la inferior es glauca con superficie pilosa a felpuda con pelos finos de forma estrellada a ramificada. La consistencia de las hojas es blanda y la filotaxis opuesta decusada con inserción sésil o cortamente peciolada^{1,2,4}.

El sexo de la planta es monoico monocino siendo las flores hetero-diploclamideas y perfectas de simetría actinomorfa^{1,2}. El cáliz es de 3-4 mm con formaacampanada y cuatro dientes cortos. La corola es vistosa, tubular y de 5-6 mm de longitud de color amarillo, rojizo a naranja con un limbo terminado en cuatro lóbulos. En el interior del tubo se insertan cuatro estambres inclusos y epicorolinos de filamentos pilosos. El gineceo presenta un ovario piloso con un estilo simple^{1,2}. En terreno se observa que la floración se inicia en la primavera a partir de octubre y se prolonga hasta enero del año siguiente.

Las flores se agrupan en inflorescencias con forma de cabezuelas esféricas compactas de 1-2 cm de diámetro, que se ubican en ramas terminales libres o en grupos de dos a tres, dando forma a un racimo de 2 a 15 cabezuelas^{1,2}. La polinización es entomófila.

El fruto es una cápsula casi redonda, pero pubescente de hasta 3 mm de diámetro^{1,2}. Las semillas formadas en grandes cantidades son pequeñas y poliédricas, menores a 1 mm. En observaciones en su hábitat se ha encontrado que la dispersión es anemocora.



Figura 4.2: Estados fenológicos de matico durante el año

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
											
Receso vegetativo		Crecimiento vegetativo	Floración	Fructificación				Crecimiento vegetativo			

Propagación

El matico se puede propagar tanto por semillas como también en forma vegetativa mediante el enraizamiento de estacas.

La semilla de matico se recolecta entre los meses de febrero y marzo. Es muy pequeña, estimándose entre 1,0 y 1,5 millones por kilogramo.

La siembra debe ser superficial. Por su tamaño tan pequeño, se recomienda mezclar la semilla con arena, lo que permite homogeneizar su distribución. La germinación puede ser muy variada, lográndose porcentajes hasta un 88%. La inmersión de la semilla en agua fría por 48 horas puede favorecer la germinación. La emergencia comienza ya a los 10 ó 12 días después de la siembra y se puede prolongar hasta 30 días. En el primer mes, las plantas alcanzan una altura hasta 5 cm con uno a dos pares de hojas. En este estado conviene repicar las plantas a macetas.

Para la propagación vegetativa se deben seleccionar plantas madres sanas. Las estacas se cortan con dos a tres hojas lo que corresponde a 15 - 20 cm de longitud. Se logra un mejor enraizamiento si se toman de la parte apical de las ramas que de la porción media del tallo. Los cortes en la base no inciden en el éxito de la propagación. En el momento de la colecta es importante evitar la deshidratación del material vegetal, manteniendo las bases húmedas y transportándolas, por ejemplo, en bolsas plásticas dentro de hieleras.

Compuestos químicos y actividad biológica

Numerosos compuestos químicos han sido aislados con estructuras muy diversas^{19,20,21,22} como ser:

- **iridooides** (7-p-metoxicinamoil aucubina, 7-p-metoxicinamoil catapol y O-metil catapol)
- **flavonoides** (acacetina-7-O-rutinósido, apigenina-7-O-glucósido, escutellareina-7-O-glucósido, quercitina-7-O-rutinósido)
- **fenilpropanoides** (verbascósido)

Desde las raíces se han aislado:

- **sesquiterpenos** (buddledinas A, B, C)
- **diterpeno** (buddlejona)
- **feniletanoide** (angorosido A, el cual presenta propiedades antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*²³)
- **triterpenoides** (lupeol, b-amirina, glutinol y el esteroil chondrillasterol).

Extractos acuosos de hojas de matico presentan fuerte efecto antioxidante en concentraciones menores a los 10 µg/ml²⁴. Mientras que los extractos lipofílicos de la corteza de tallos presentan actividad antifúngica a 125 µg/ml contra tres especies fúngicas dermatofílicas. Del fraccionamiento bioguiado usando las especies fúngicas sensibles se han aislado los compuestos buddlejone y deoxybuddlejona (diterpenos), maytenona (bisditerpeno), buddledin A y buddledin B (sesquiterpenos). La concentración mínima inhibitoria de los compuestos es determinada con los microorganismos *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton interdigitale* y *Epidermophyton floccosum*, encontrándose que las buddledinas A y B son las que presentan las mayores actividades antifúngicas, en concentraciones de 43 µM y 51 µM, respectivamente.

Desde el extracto lipofílico de las raíces del matico se han aislado los terpenoides dihidrobuddledina A, buddledona A, buddledona B, los buddledinas A, B, C, y zerumbona²⁵.

Las estacas de matico forman raíces sin dificultad. Se logran porcentajes de enraizamiento de hasta un 50% en seis semanas, elevándose a un 80 - 95% al cabo de once semanas. La aplicación de un producto enraizante comercial o ácido indolbutírico (AIB) en concentraciones entre 0,5 y 2% durante 15 segundos puede mejorar el resultado, acelerando el proceso. La mejor época de propagación por estacas es durante la primavera. Sin embargo, en otoño se observa un éxito similar, pero el proceso de enraizamiento es algo más lento.

Una buena formación de raíces se ha logrado en sustratos como arena o una mezcla de perlita con vermiculita (1:1), mostrando mayor éxito que el empleo de perlita pura¹³.

Vivero

Las plantas deben ser repicadas bajo semi-sombra y con abundante humedad. Como sustrato es recomendable una mezcla de arena gruesa con tierra de hojas, en relación 1: 1 a 1: 4. Es importante asegurar un riego frecuente, que en verano debe ser en forma diaria.

Las plantas se mantienen en vivero hasta su trasplante en terreno. Para plantar en primavera, agosto o septiembre, se propaga en enero y se repica a macetas en marzo. Si las plantas se mantienen por más tiempo en vivero pueden efectuarse podas de raíz y podas aéreas de hasta un tercio de su biomasa, lo que aumenta la formación de brotes y hojas nuevas.

El material genético

Aunque el matico se comenzó a cultivar comercialmente hace pocos años, la familia campesina siempre ha tenido una planta en su huerta para el uso doméstico. Este material vegetal ha pasado por una selección informal presentando mayores rendimientos de hojas que individuos provenientes de plantas silvestres¹⁴. Por otra parte, las plantas de origen silvestre y de huertos caseros presentan valores muy similares en el contenido de flavonoides y taninos y en el porcentaje de hojas en la parte aérea (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1: Efecto del material genético, riego y temporada sobre caracteres de rendimiento en un cultivo ubicado en Talca, VII Región

	Factores que lo afectan	Valores medios observados		Tendencias
Rendimiento de hojas (materia seca) g/planta	Temporada	Primera	183	El rendimiento aumenta de la primera a la segunda temporada en un 28 %.
		Segunda	232	
	Riego*	20% CC	180	
		65% CC	290	En condiciones secas se logra sólo un 62 a 68% del rendimiento obtenido en un suelo con humedad adecuada.
	Material genético*	Total	232	Los orígenes cultivados tienen un mayor rendimiento y son menos heterogéneos que los silvestres.
		origen silvestre	177	
		origen cultivado	287	
Porcentaje de hojas en la parte aérea	Temporada	Primera	59 %	El porcentaje de hojas baja levemente en la segunda temporada.
		Segunda	56 %	
	Riego*	20% CC	61 %	
		65% CC	50 %	No hay una tendencia clara.
	Material genético*	Total	56 %	Se ha observado sólo un origen silvestre con una mayor proporción de hojas que el resto de los orígenes.
		origen silvestre	58 %	
		origen cultivado	53 %	
Número de brotes por planta	Temporada	Primera	16	Por el crecimiento de las plantas el número de brotes aumenta de la 1 ^{ra} a la 2 ^{da} temporada en un 84%.
		Segunda	28	
	Riego*	20% CC	26	
		65% CC	30	No hay una tendencia clara.
	Material genético*	Total	28	A partir de la segunda temporada, los orígenes cultivados tienen más brotes por planta que los silvestres y son más homogéneos.
		origen silvestre	24	
		origen cultivado	32	
Concentración flavonoides (%)	Temporada	Primera	0,20	El aumento observado no necesariamente es un efecto generalizado, puede deberse a las condiciones de un año específico o a un error sistemático en el análisis.
		Segunda	0,48	
	Riego*	20% CC	0,49	
		65% CC	0,46	No hay una tendencia clara.
	Material genético*	Total	0,48	En el contenido de flavonoides no se muestra un efecto de selección, teniendo los orígenes silvestres y cultivados valores similares.
		origen silvestre	0,50	
		origen cultivado	0,45	
Concentración de taninos (%)	Temporada	Primera	1,54	El aumento observado no necesariamente es un efecto generalizado, puede deberse a las condiciones de un año específico o a un error sistemático en el análisis.
		Segunda	2,00	
	Riego*	20% CC	1,93	
		65% CC	2,06	No hay una tendencia clara.
	Material genético*	Total	2,00	No se muestra un efecto de selección, teniendo los orígenes silvestres y cultivados valores similares.
		origen silvestre	1,94	
		origen cultivado	2,07	

* Valores medios registrados en la segunda temporada

Un estudio de tres poblaciones naturales de matico reveló que plantas de distinto origen difieren en algunas características morfológicas¹⁵. Entre las poblaciones silvestres y en cultivo se mantienen las diferencias significativas para los siguientes caracteres:

- altura de la planta
- diámetro del tallo
- largo de la hoja
- densidad de hojas y largo de entrenudos
- ángulo de inserción de la hoja
- vellosidad de la hoja.

Pero estos mismos caracteres son también afectados por factores ambientales, como por ejemplo la humedad del suelo. Sólo la presencia de estípulas parece estar determinada genéticamente sin los efectos ambientales.

Para elegir un determinado material genético se recomienda seleccionar en primera instancia plantas adaptadas al ambiente en que se las pretende producir, preferentemente proveniente de plantas madres cultivadas. Para establecer por ejemplo un cultivo en la precordillera se deben buscar plantas madres con buenas características de rendimiento en la altitud, mientras que plantas destinadas a la producción en la zona costera deben mostrar su adaptación a estas condiciones ambientales.

Plantación

En la naturaleza el matico prefiere los lugares soleados, como son los matorrales abiertos o bordes de caminos. Es por ello que en el cultivo la planta requiere de suficiente espacio para desarrollarse adecuadamente. Por otra parte, si la planta no se poda, los tallos siguen creciendo, se ramifican, lignifican y pierden las hojas en la base. En un cultivo se recomienda mantener la planta pequeña, lo que permite plantar a densidades de hasta 13.000 plantas por hectárea, con 1,5 m entre las hileras. Este espaciamiento facilita efectuar labores de manejo y de cosecha. Densidades menores requieren de un mayor esfuerzo en el control de malezas. Un mulch orgánico, como la paja de poroto, ha mostrado muy buenos resultados al inhibir el desarrollo de malezas.

Agua

El matico crece en suelos diversos prefiriendo los húmedos con buen drenaje. De allí que el riego es un factor esencial en la producción. El rendimiento de hojas, el área foliar y el largo de entrenudos disminuyen y las hojas son más angostas en condiciones de secano, mientras que en los contenidos de flavonoides y taninos no se observan tendencias claras (Cuadro 4.1). Plantas cultivadas con estrés hídrico presentan a menudo exudaciones negras en las hojas y los tallos. En ensayos de cultivo se ha mostrado que las plantas se desarrollan adecuadamente en suelos con una humedad de un 65% de capacidad de campo (CC) ^{14,16}.

Para evitar problemas de enfermedades fungosas como *Phytophthora* spp., es importante asegurar un buen drenaje. En caso de suelos pesados y riego por surcos se recomienda plantar sobre camellones altos.

Demanda nutricional

El contenido de diferentes nutrientes en la materia seca de hojas y tallos permite estimar la extracción de los mismos por parte del cultivo y según el rendimiento de materia fresca o seca (Cuadro 4.2).

El cultivo se puede abonar con fertilizantes minerales u orgánicos considerando las características particulares del suelo y reponiendo los nutrientes que se extraen con el material vegetal. Los contenidos de los nutrientes en los tejidos pueden variar según el material genético o el nivel de riego aplicado. Con un mayor estrés hídrico puede aumentar la demanda de fósforo, manganeso y cinc y bajar la de potasio, calcio, magnesio y cobre dentro de los rangos observados¹⁴.

Cosecha

Si la planta de matico no es podada, los brotes crecen hasta 5 m de altura, con pérdida de las hojas en la parte inferior y quedando solo algunas en el ápice. En un cultivo las plantas deben mantenerse bajas. En el momento de la cosecha de

Cuadro 4.2: Extracción de nutrientes en la cosecha¹⁴

	Contenido nutrientes en materia seca		Extracción nutrientes por hectárea ^{1,2}	Extracción por tonelada de materia fresca		Rango de variación (%) observado por diferente...	
	Hojas	Tallos		Total ²	Hojas	Riego	Material genético
N	1,83 %	0,64 %	55,38 kg	4,03 kg	5,75 kg	0 - 1,6	7,2 - 8,7
P	0,22 %	0,14 %	7,78 kg	0,57 kg	0,68 kg	2,2 - 6,4	11,9 - 13,0
K	1,23 %	1,06 %	49,68 kg	3,62 kg	3,86 kg	2,1 - 10,0	3,7 - 12,3
Ca	0,74 %	0,27 %	22,79 kg	1,66 kg	2,34 kg	4,1 - 11,5	4,4 - 7,8
Mg	0,28 %	0,11 %	8,68 kg	0,63 kg	0,88 kg	7,7 - 11,5	12,1 - 23,3
Mn	94,2 mg/kg	21,4 mg/kg	260 g	19 g	30 g	2,2 - 11,2	2,3 - 9,0
Zn	24,3 mg/kg	11,7 mg/kg	80 g	5,8 g	7,7 g	8,3 - 15,4	0 - 11,1
Cu	11,1 mg/kg	7,25 mg/kg	40 g	2,9 g	3,5 g	0 - 3,3	0 - 9,1

¹ Valores estimados en base a un rendimiento de materia fresca de 13.720 kg ha⁻¹ con 13.333 plantas ha⁻¹

² Relación hojas : tallos = 54 : 46

hojas se podan los brotes a unos 20 cm desde la base. Las hojas deben separarse de los tallos y llevarse inmediatamente a deshidratar. Un tiempo corto entre cosecha y secado y una manipulación muy cuidadosa del producto ayudan a evitar el pardeamiento característico de las hojas deshidratadas de matico. Durante el proceso de cosecha y procesamiento se libera la pilosidad de las plantas la cual puede originar reacciones alérgicas. Por ello, se recomienda una adecuada protección de ojos y vías respiratorias y evitar, en general, el contacto con la piel.

El matico puede cosecharse a partir de la primera temporada. Los rendimientos de hojas secas fluctúan, según la procedencia del material vegetal, entre 130 y 230 g y entre 100 y 330 g por planta al final de la primera y segunda temporada,

Comparación de poblaciones silvestres y descendencias cultivadas

Basado en un estudio de tres poblaciones silvestres de matico: Los Queñes (35°02' S; 809 msnm), Los Ruiles (35°49' S; 170 msnm) y Tolhuaca (38°13' S, 830 msnm) y su comportamiento en el cultivo (2^{do} año) ubicado en la Estación Experimental de la Universidad de Talca, Panguilemo (35°21' S; 110 msnm)¹⁵.

Características de la planta

La altura y el diámetro de la planta y de los tallos principales son menores en las plantas cultivadas que en las silvestres, debido a que se podan anualmente y que en el momento de la evaluación se encontraban sólo en su segundo año. Entre las poblaciones silvestres estudiadas, Los Queñes muestra la menor altura, pero, a la vez, el mayor diámetro de la planta. La mayor relación altura: diámetro se encuentra en Los Ruiles, tanto para plantas silvestres como cultivadas, lo que indica la disposición de este origen de crecer más alto que ancho. Dentro de cada población silvestre la altura y el diámetro de la planta son homogéneos pero difieren, significativamente, entre las poblaciones.

La presencia de un exudado negro en tallos y hojas se observa, principalmente, en plantas cultivadas con estrés hídrico, y en menor grado en plantas silvestres.

Características de la hoja

El menor largo de las hojas se observa en las poblaciones silvestres de Tolhuaca y, para las descendencias cultivadas, en el origen Los Queñes. El ancho de las hojas es muy homogéneo para todas las plantas silvestres, entre 4 y 5 cm, mientras que en las cultivadas las de origen Tolhuaca son más angostas. La menor relación largo: ancho se observa en la población silvestre de Tolhuaca. Entre las poblaciones silvestres, las plantas de Los Ruiles tienen la menor densidad de hojas y mayor largo de entrenudos pero su descendencia cultivada presenta valores similares a los demás orígenes. El ángulo de inserción de la hoja es mayor en las plantas silvestres de Tolhuaca y en las plantas cultivadas de Los Queñes.

La mayoría de las plantas del origen Los Queñes presentan estípulas, tanto en plantas silvestres como en las cultivadas.

Las hojas de todas las plantas presentan poca vellosoidad en ambas caras con excepción de plantas cultivadas de origen Tolhuaca y del envés de plantas silvestres de Los Ruiles, las cuales son más peludas. La cara superior de las hojas es, generalmente, de color verde. Sólo las plantas cultivadas del origen Los Queñes la tienen verde-amarillo. El envés es verde-grisáceo, más inclinado al gris en hojas con abundante vellosoidad. La nervadura generalmente es verde-amarillo y verde en plantas cultivadas con buen riego.

Características de la inflorescencia

Las inflorescencias sólo se evaluaron en las poblaciones silvestres debido a que en el cultivo sólo florecieron algunas plantas. El mayor número de flores por inflorescencia (cabezuela) se encuentra en plantas de Los Queñes, con aproximadamente 100, mientras que el número de inflorescencias por racimo es mayor en Los Ruiles, siendo las cabezuelas más pequeñas y los pedúnculos más largos.

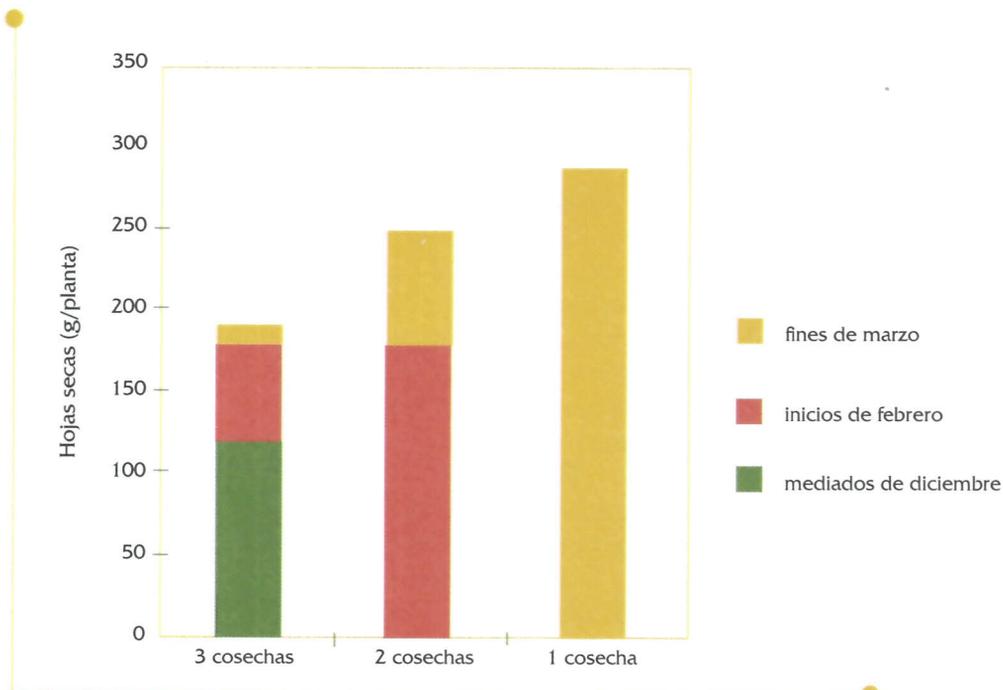
respectivamente. Para el segundo año se puede esperar un aumento aproximado 16 a 28 brotes y un rendimiento mayor de 50 g de hojas secas por planta, mientras que el porcentaje de hojas en la parte aérea disminuye levemente. Esto significa que en el primer año la proporción de tallos es menor. En un ensayo de cultivo se observó también un aumento significativo de las concentraciones de flavonoides y taninos (Cuadro 4.1). Sin embargo, no está claro si se debe a la mayor edad de las plantas o a las condiciones ambientales particulares de un determinado año.

En la zona central de Chile se observó que la planta de matico puede cosecharse una o dos veces por temporada con rendimientos de hojas similares. Sin embargo, la planta no logra recuperarse para una tercera cosecha (Figura 4.3). Por otra parte, dos y tres cosechas resultan en una proporción hojas: tallos más favorable que una sola. Un despunte del ápice durante el primer año¹⁷ o una primera cosecha en años siguientes estimula la formación de brotes, aumentando su número para las próximas cosechas. Sin embargo, estos brotes nuevos no aportan con un mayor rendimiento de hojas¹⁴.

La fecha de la cosecha puede influir en el contenido de los principios activos de las hojas. En verano, por ejemplo, concentraciones de flavonoides bajan un 17% del valor de primavera y otoño y las de taninos incluso disminuyen en un 60%. En otoño los contenidos tienden a recuperarse¹⁶.

Si las plantas se cosechan varias veces por temporada, se observa un fuerte aumento en la concentración de flavonoides desde la primera a la última cosecha, incluso mayor que con una cosecha única en otoño. Este fenómeno puede explicarse por la distribución de estos compuestos en la planta (Figura 4.4), siendo las hojas verdes adultas las que contienen más flavonoides que las senescentes¹⁶. El mejor momento de cosecha sería, entonces, cuando las hojas están desarrolladas y antes de que envejezcan.

Figura 4.3: Efecto de varias cosechas por temporada sobre el rendimiento de hojas por planta en matico cultivado en la VII Región

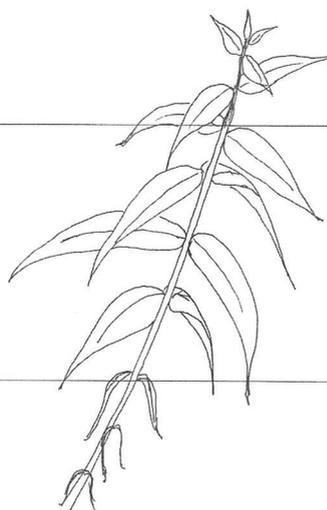


Secado

Las hojas de matico pierden su contenido de flavonoides al secarlas a temperaturas iguales o superiores a 45° C, mientras que el cambio de color parece no estar asociado a la temperatura de secado¹⁸.

Figura 4.4: Contenido de flavonoides y taninos en las hojas

	Contenido de flavonoides (%)	Contenido de taninos (%)
Hojas del ápice	0,37	0,77
Hojas verdes adultas	0,51	0,90
Hojas senescentes	0,16	0,84



Bibliografía

- 1 Rodríguez, R., Matthei, O. y Quezada, M. (1983): Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. 408 pp.
- 2 Navas, L. (1973 -1979): Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. I Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Andrés Bello 311 pp. II Dicotyledoneae, Archychlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp. III Dicotyledoneae, Metachlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp Santiago, Chile.

- 3 Donoso, C. y Ramírez, C. (1994): Arbustos nativos de Chile; Guía de Reconocimiento. Marisa Cúneo Ediciones. 119 pp.
- 4 Muñoz, M. (1980): Flora de parque Nacional Puyehue. Editorial Universitaria 557 pp.
- 5 Ojeda, P. (1997): Diferenciación ecomorfológica de asociaciones vegetales en suelos de ñadis del centro-sur de Chile. Tesis Magíster en Ciencias Mención Botánica. Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. 148 pp y anexos.
- 6 Hoffmann, A., Farga, C., Lastra, J. y Veghazi, E. (1992): Plantas medicinales de uso común en Chile. Fundación Claudio Gay, Santiago. 273 pp.
- 7 San Martín, J. (1983): Medicinal Plants in Central Chile. *Economic Botany* 37 (2): 216 – 227.
- 8 Muñoz, O., Montes, M. y Wilkomirsky, T. (1999): Plantas medicinales de uso en Chile. Química y Farmacología. Editorial Universitaria, Santiago. 330 pp.
- 9 Mellado, V., Medina, E. y San Martín, C. (1996): Herbolaria médica de Chile. Diagnóstico de su estado actual y perspectivas futuras para la medicina oficial chilena; Ministerio de Salud, Santiago de Chile.
- 10 Houghton, P.J. and Mensah, A.Y. (1999): Biologically-active compounds from *Buddleja* species; En: Romeo JT, ed. Human health protection, nutrition, and plant defense: Recent Advances in Phytochemistry: Phytochemicals. New York: Kluwer Academic/Plenum 33: 343-368.
- 12 Montes M. y Wilkomirsky T. (1987): Medicina tradicional chilena. Concepción: Editorial de la Universidad de Concepción. 168 pp.
- 13 Doll, U., Vogel, H., Jeldres, P. y Muñoz, M. (2003): Estudios de propagación vegetativa en matico (*Buddleja globosa* Hope). *Ciencia e Investigación Agraria* 30 (3): 211-216.

- 14 Vogel, H., Razmilic, I. y González, B. (2004): Matico (*Buddleja globosa* Hope): Evaluación de diferentes procedencias, número de cosechas, humedad del suelo y demanda nutricional. *Agricultura Técnica* 64 (4): 413-420.
- 15 Jeldres, P. (2002): Exploring diversity and the potential for domestication in *Buddleja globosa* Hope, a medicinal plant from Chile. Tesis M.Sc.Agr. Georg-August-Universität Göttingen, Alemania.
- 16 Vogel, H., Razmilic, I., Doll, U. and San Martín, J. (2002): Domestication studies of matico (*Buddleja globosa* Hope). *Acta Horticulturae* 576: 203-206.
- 17 Pincheira, C.A. (2001): Efecto del despunte y dos niveles de riego en la concentración de principios activos y rendimiento en matico (*Buddleja globosa* Hope). Memoria de Título Ing. Agr.; Escuela de Agronomía, Universidad de Talca.
- 18 Leiva, M. (2001): Estudio de deshidratado de hoja de matico (*Buddleja globosa* Hope). Tesis Ing. agr., Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.
- 19 Lopez J., Sierra J., Vegazo, M.E. and Cortes, M. (1979): Chemical constituents of *Buddleja globosa* Lam. *Fitoterapia* 50: 195-198.
- 20 Houghton, P.J. and Hikino, H. (1989): Anti-hepatotoxic activity of extracts and constituents of *Buddleja* species. *Planta Medica* 55 (2):123-126.
- 21 Houghton, P., Woldemariam, T., Candau, M., Barnardo, A., Khen-Alafun. and Shangxiao, L. (1996): Buddlejone, a diterpene from *Buddleja albiflora*. *Phytochemistry* 42 (2): 485-488.
- 22 Pardo, F., Perich, F., Villarroel, L. and Torres, R. (1993): Isolation of verbascoside, an antimicrobial constituent of *Buddleja globosa* leaves. *J. Ethnopharmacol.* 39: 221-222.

- 23 Pardo, F., Perich, F. and Torres, R. (1997): A new glycosid with bactericidal activity isolated from *Buddleja globosa*. Bol. Soc. Chil. Quím. 42 (1): 101-104.
- 24 Mensah, A.Y., Sampson, J., Houghton, P.J., Hylands, P.J., Westbrook, J., Dunn, M., Hughes, M.A. and Cherry, G.W. (2001): Effects of *Buddleja globosa* Hope and its constituents relevant to wound healing. J. Ethnopharmacol. 77 (2-3):219-226.
- 25 Mensah, A.Y., Houghton, P.J., Bloomfield, S., Vlietinck, A. and Vanden Berghe, D. (2000): Known and novel terpenes from *Buddleja globosa* displaying selective antifungal activity against dermatophytes. J. Nat. Prod. 63 (9):1210-1213.
- 26 Liao, Y.H., Houghton, P.J. and Hoult, J.R. (1999): Novel and known constituents from *Buddleja* species and their activity against leukocyte eicosanoid generation. J. Nat. Prod. 62 (9):1241-1245.
- 27 Debenedetti, S., Muschietti, L., van Baren, C., Clavin, M., Broussalis, A., Martino, V., Houghton, P.J., Warhurst, D. and Steele, J. (2002): *In vitro* antiplasmodial activity of extracts of Argentinian plants. Journal of Ethnopharmacology 80 (2-3): 163-166.

Otros

Wolf, P. (2001): Propagación vegetativa en matico (*Buddleja globosa* Hope), Tesis Ing. Agr., Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

CAPÍTULO 5

BAILAHUÉN



BAILAHUÉN

El nombre común de “bailahuén” denomina a un grupo de especies que comparten su aromaticidad y resinación de las hojas. La medicina tradicional les atribuye propiedades comunes y hasta hoy se comercializan para usos similares en el país.



Haplopappus baylahuen



Haplopappus multifolius

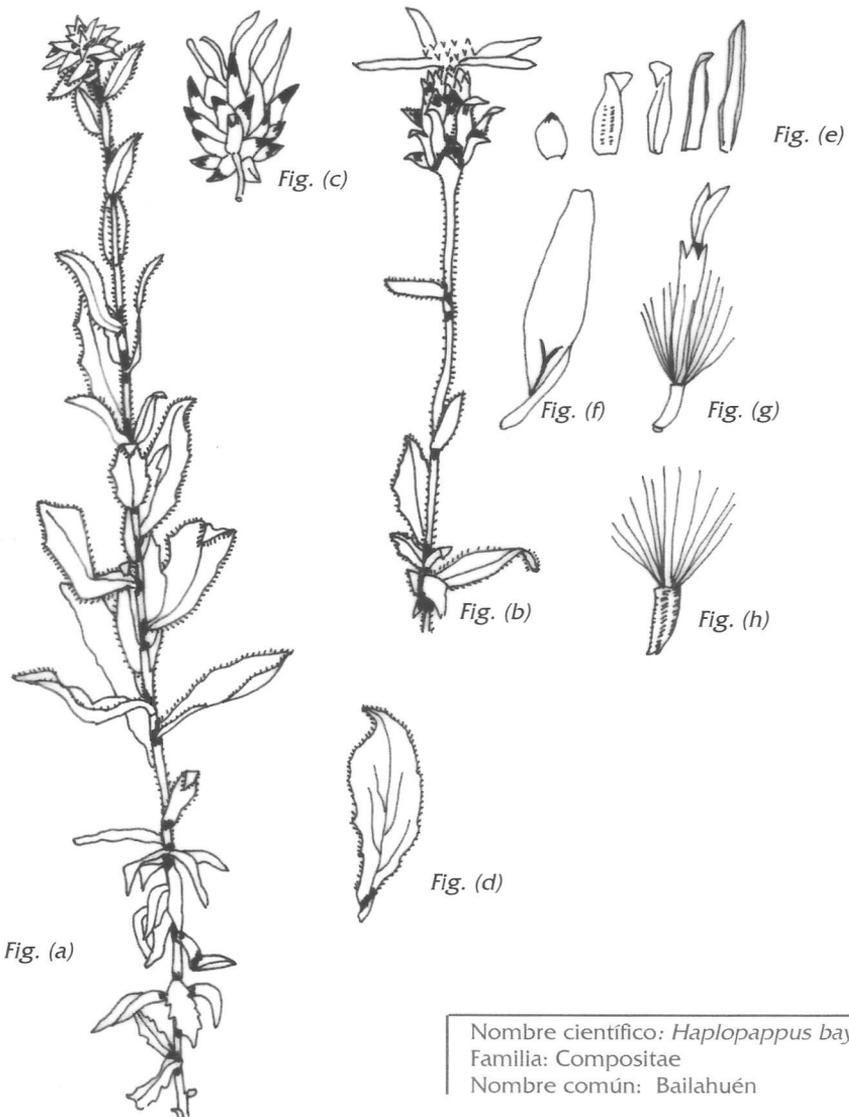


Haplopappus remyanus



Haplopappus taeda

Figura 5.1: *Haplopappus baylahuen*



Nombre científico: *Haplopappus baylahuen* Remy
Familia: Compositae
Nombre común: Bailahuén

Haplopappus baylahuen: (a) Tallo con hojas e inflorescencia; (b) Eje floral; (c) Capítulo; (d) Hoja de la parte media del tallo; (e) Brácteas; (f) Flor ligulada; (g) Flor tubulada. (h) Aquenio.

Nombre científico: *Haplopappus baylahuen* Remy

Familia: Compositae

Nombre común: Bailahuén

El bailahuén es un arbusto siempreverde, ramificado muy resinoso y aromático de 20 a 50 cm de altura. Se caracteriza por presentar la base de los tallos cubiertos de hojas secas de color café claro, mientras que las hojas funcionales de color verde amarillentas y consistencia dura se agrupan en el tercio medio de los tallos, dando el conjunto una apariencia de planta seca. A fines de la primavera aparecen las flores que se disponen en capítulos solitarios de 2 cm de longitud en el extremo de pedúnculos terminales. Los capítulos están rodeados de 7 a 8 series de brácteas coriáceas y contienen flores amarillas de dos tipos: flores femeninas liguladas y flores hermafroditas tubuladas. Son polinizadas por insectos, desarrollándose posteriormente frutos (aquenios) dispersados por el viento gracias a la presencia de pelos que forman un vilano.

Distribución y descripción del hábitat

La planta es nativa de Chile con presencia también en Argentina^{2,3}. Por el lado chileno se distribuye por la alta cordillera andina desde el Norte Grande (II Región) al Norte Chico sector del Limarí, IV Región^{2,3,4,5}.

Se la encuentra por sobre los 1.500 m.s.n.m. en laderas asoleadas con matorrales de bajo desarrollo⁴. Las plantas son claramente identificables y perceptibles a distancia por la aromaticidad en el aire, especialmente, en las horas de calor. El sustrato es material mullido, granular, bajo nieve en el invierno y régimen climático de tendencia continental árido.

Uso tradicional

El origen del auténtico “bailahuén”, *Haplopappus baylahuen*, es el norte del país⁶. Las hojas disecadas se emplean como infusión como estomático y digestivo después de las comidas. También se emplea en dolencias hepáticas, afecciones de la vejiga, diarreas, disentería y como emenagogo y antiséptico^{2,7,8}.

Hábito y descripción botánica ***Haplopappus baylahuen***

Es un arbusto siempreverde muy resinoso y aromático¹⁹ con una alta densidad foliar de coloración verde amarillenta en la parte media de la planta. El crecimiento es ramificado de 20 a 50 cm de altura y los tallos, durante el período estival, se presentan cubiertos de hojas secas de color café claro sobrepuestas y dirigidas hacia el suelo, quedando un grupo superior de ellas en posición oblicua o dirigida hacia el ápice de la planta. Todo en conjunto da una apariencia de planta seca. La planta es aromática en estado fresco y disecado, con un característico aroma que también se presenta en otras especies de *Haplopappus*.

Las hojas sésiles presentan una lámina elíptica de 1 a 5 cm de longitud con margen entero a groseramente dentado, ápice ligeramente agudo y base cuneada. Son concolóreas de consistencia dura y superficie glandulosa cubierta de pequeños pelos capitados que también se extienden por el tallo. La filotaxis es alterna, entrenudos muy cortos y concentrados en el tercio medio de la planta. En la planta la lámina generalmente no es plana sino ondulada^{10,3}.



Las flores se disponen en capítulos solitarios de 2 cm de alto por 1,5 de ancho en el extremo de pedúnculos desnudos o con pequeñas brácteas distantes³. Las brácteas o filarias de los capítulos son coriáceas, dispuestas imbricadamente en varias series (7 a 8) siendo las exteriores de menor tamaño con forma aovada y las interiores oblongas hasta cuatro veces la longitud de las primeras. Las de tamaño intermedio hacia la base son anchamente obovadas angostándose hacia el extremo opuesto con ápice agudo y doblado a veces hacia el exterior con una coloración más oscura en su extremo. Las flores son de color amarillo con dos tipos diferentes: las periféricas femeninas de hasta 14 mm son liguladas y las centrales hermafroditas de 11 mm de longitud son tubuladas^{10,3,16}. La floración es al término de la primavera, octubre a noviembre, con polinización entomófila. Los frutos son aquenios con vilanos sin rostros, de color café rojizos y alcanzan una longitud 1 cm. El aquenio libre mide hasta 3 mm de longitud y es de superficie glabra y color pardo^{10,3}.

Nombre científico: *Haplopappus multifolius* Phil. ex Reiche
Familia: Compositae
Nombre común: Bailahuén



Distribución y hábitat

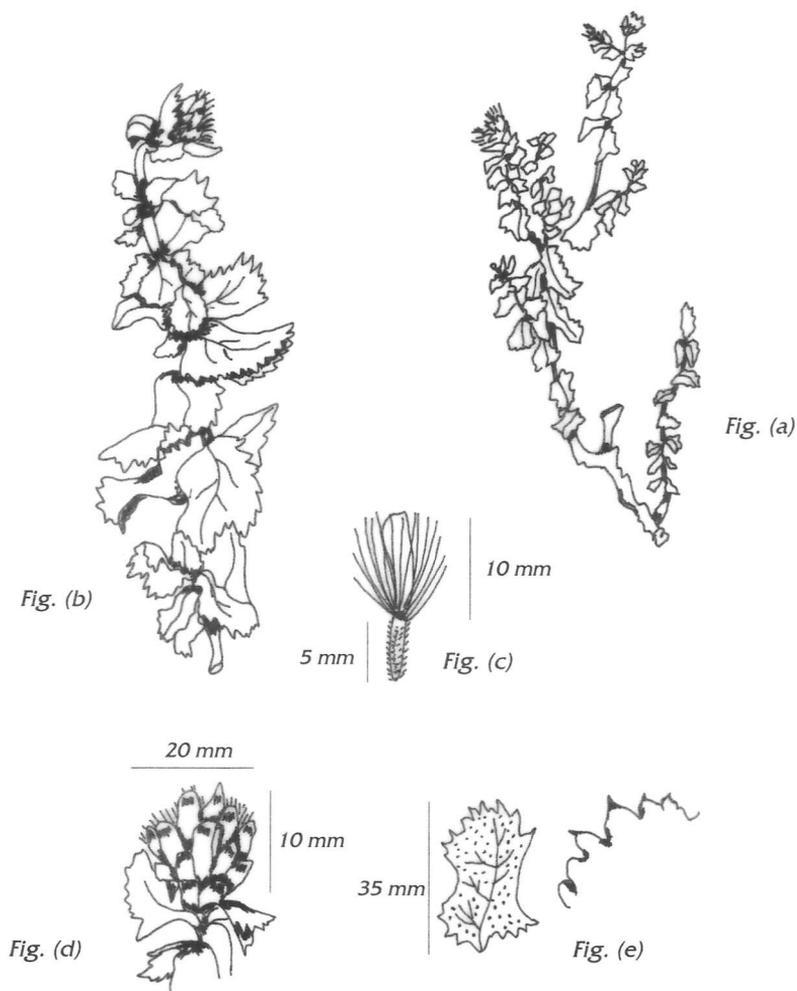
La planta es endémica de Chile y se distribuye entre Aconcagua, V Región, y el Área Metropolitana, Farellones^{2,9}.

El ambiente de la especie son colinas y sectores subandinos que superan los 1.000 m de altitud. En observaciones de terreno se encuentra formando parte de la estructura de matorrales bajos y abiertos con *Guindilla trinervis* y otros elementos arbóreos como *Quillaja saponaria*. En el sector de Farellones y en dirección a la mina La Disputada la planta crece a orillas de camino con fácil acceso para su extracción. Este hecho tal vez explique la escasez de individuos y su amplia dispersión por las laderas.

Uso tradicional

El uso de la planta es similar a *H. baylahuen* dado que es buscado como sustituto del bailahuén del Norte Chico^{2,9}.

Figura 5.2: *Haplopappus multifolius*



Haplopappus multifolius: (a) Forma de la ramilla; (b) Posición de las hojas en la ramilla; (c) Fruto (aquenio); (d) Inflorescencia (capítulo); (e) hoja.

Hábito y descripción botánica

Haplopappus multifolius

Es un arbusto de hojas resinosas y aromáticas usado en medicina popular y comercializado en locales establecidos en los mercados y puestos en la vía pública de la zona central⁶. Las muestras identificadas como “bailahuén” comprenden hojas y tallos secos de los dos últimos años de crecimiento.

El hábitat de la planta es el sector cordillerano andino de la Región Metropolitana en altitudes de 1.500 m.s.n.m. Las poblaciones se presentan empobrecidas con un número inferior a 10 individuos/ 100 m², espaciados, formando parte del matorral esclerófilo. Entre las especies acompañantes se encuentran *Quillaja saponaria* (quillay); *Guindilia trinervis* (guindilla); *Lithrea caustica* (litre); *Solanum pyrrhocarpum*, entre otros.

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

En su hábitat natural logra cumplir su ciclo con capítulos y aquenios que permanecen en la planta de una temporada a otra.

Las ramas están cubiertas de las hojas sésiles ovaladas, de margen espinoso dentado y glándula en la cara superior de la lámina⁹.





Compuestos químicos de *H. multifolius*

La investigación química de las partes aéreas de *Haplopappus multifolius* ha proporcionado ^{17,18,19,20}

• **Dihidroflavonas:**

3',5-dihidroxi-4'-dimetoxidihidroflavona y
3',4',5-trihidroxi-7-metoxidihidroflavona

• **Dihidroflavonoles:**

3',5-dihidroxi-4',7-dimetoxidihidroflavonol y
3',4',5-trihidroxi-3-acetil-7-metoxidihidroflavonol

• **Monoterpenoides:**

2,9-epoxi-p-ment-6-en-8-ol, haplopappol 9-cis-p-coumaroiloxi-alfa-terpineol y haplofolin

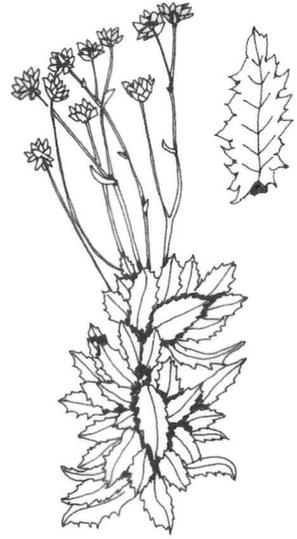
• **Diterpenos:**

ácido 18-hidroxiabda-7,13Z-dien-15-oico y ácido
18-hidroxiabda-7,13E-dien-15-oico

• **Cumarinas:**

6-hidroxi-7-(5'-hidroxi-3',7'-dimetil octa-2',6'-dien)-oxicoumarina, 6-hidroxi-7-(7'-hidroxi-3',7'-dimetil octa-2',5'-dien)-oxicoumarina, prenilletina, haplopinol y aesculetina. Las tres últimas presentan actividad antimicrobiana.

Nombre científico: *Haplopappus remyanus* Wedd.
Familia: Compositae
Nombre común: Bailahuén



Distribución y descripción del hábitat

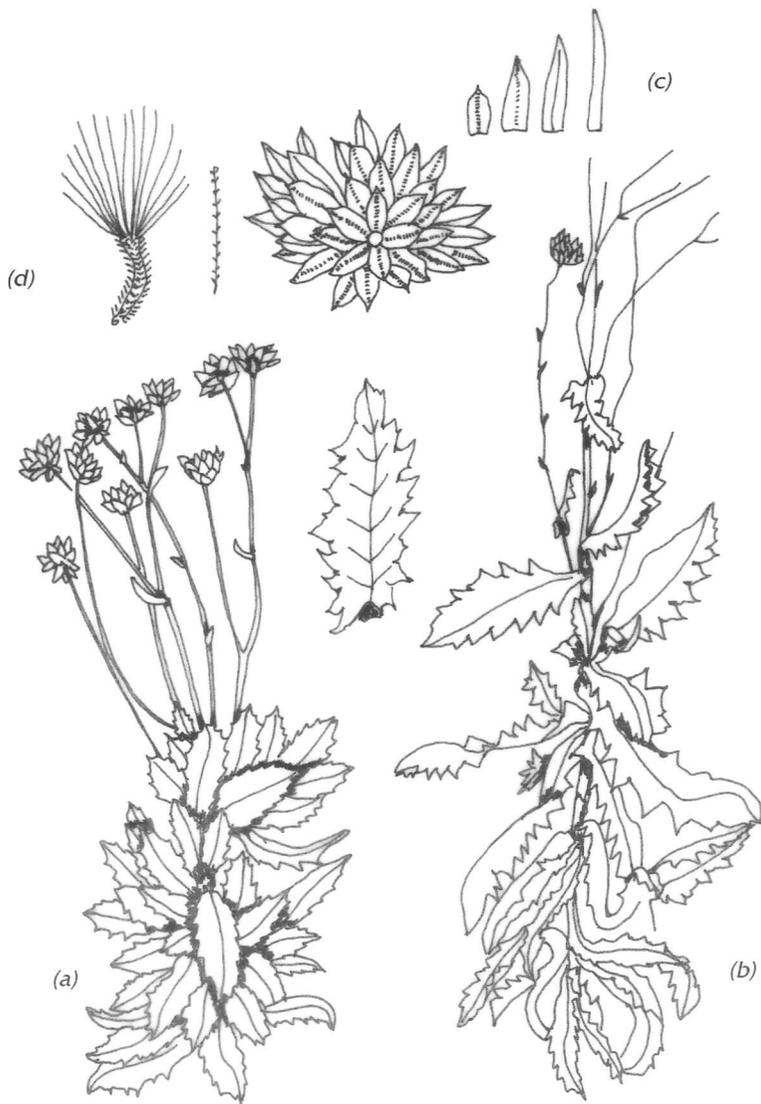
La planta es endémica de Chile y se distribuye desde la IV Región a la Metropolitana⁵. La literatura informa también de su presencia en la VI Región¹⁰, pero sin que hasta ahora se compruebe su existencia.

En observaciones se ha encontrado que las poblaciones de *H. remyanus* están bien representadas formando parte de matorrales bajos y abiertos lo que facilita percibir a distancia su aromaticidad y una fácil y directa visualización como ocurre en el Alto Las Cruces o límite comunal entre Vicuña y Río Hurtado en la IV Región.

Uso tradicional

La especie también es utilizada como sustituto de *H. baylahuen*. Ello se explicaría por la alta resinación foliar en el período de verano.

Figura 5.3: *Haplopappus remyanus*



Haplopappus remyanus: (a) Planta entera; (b) Posición de las hojas en la ramilla; (c) brácteas; (d) Aquenio y vilano.

Hábito y descripción botánica ***Haplopappus remyanus***

Corresponde a un arbusto resinoso y aromático de hasta un metro de altura. Su hábitat son las laderas cordilleranas preandinas de la IV Región a la Metropolitana, en altitudes inferiores a los 2000 m. s.n.m⁵.

Las hojas son ovaladas de aproximadamente 10 cm de largo en filotaxis alterna, sésiles y semiabrasadoras. Presentan un margen dentado y espinoso. Las espinas son cortas y agudopunzantes¹⁰.

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

Las flores son homomorfas del tipo tubulado dispuestas en capítulos cuya antesis ocurre 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 superior¹⁶.

Los aquenios son pilosos y el vilano amarillento, con dispersión en el mes de marzo¹⁰.



Compuestos químicos de *H. remyanus*

En la parte aérea de *Haplopappus remyanus* se han encontrado²¹ :

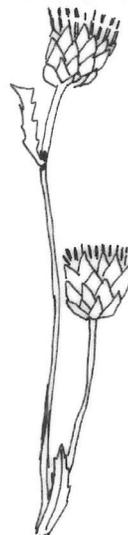
- **Labdanos:** ácido 18-hidroxiabda-7,13E-dien-15-oico y ácido 18-dihidroxicinnamoiloxi-labda-7,13E-dien-15-oico
- **Ésteres monoterpénicos:** 9-cinnamoiloxi-alfa-terpineol, 9-dihidrocinamoiloxi-alfa-terpineol, 8-hydroxi-9-acetoxi-beta-fellandreno, 8-hidroxi-9-acetoxi-p-cymeno, 8-hidroxi-9-dihidrocinamoiloxi-p-cymeno y 9-(p-cumaroiloxi)-mirceno
- **Flavononas:** eriodictiol, pinostrobina, 3-acetilalpinona



Nombre científico: *Haplopappus taeda* Reiche

Familia: Compositae

Nombre común: Bailahuén



Distribución y descripción del hábitat

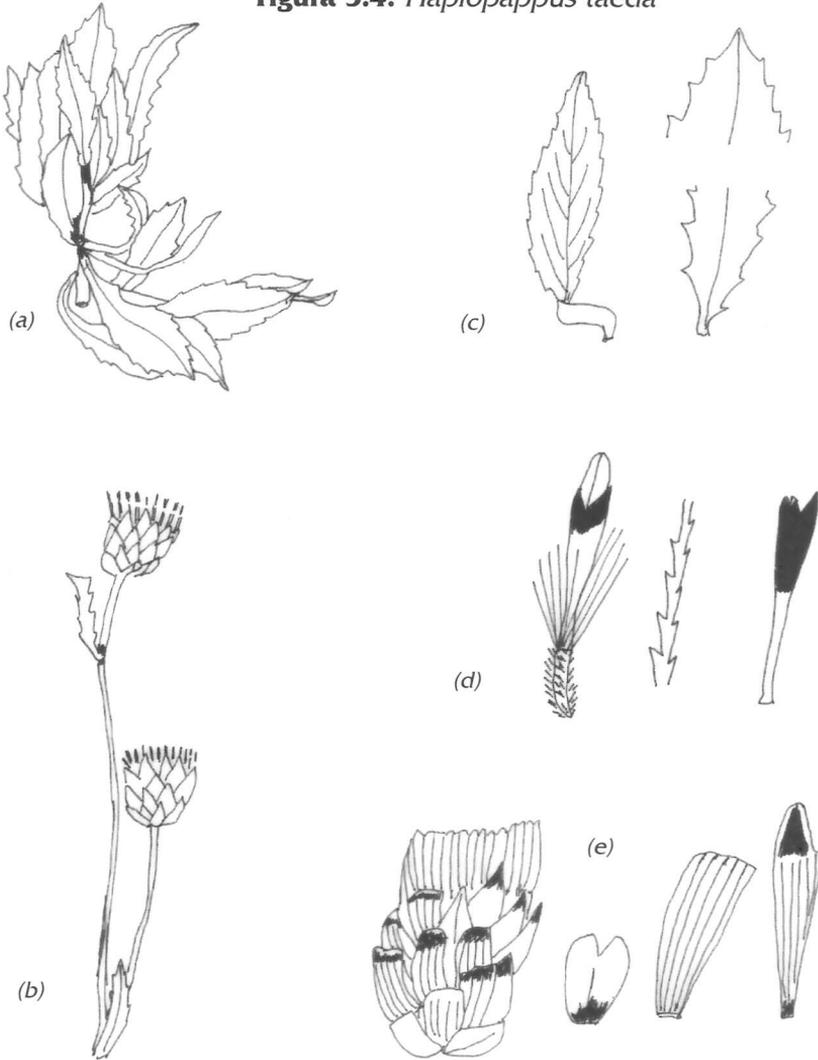
La planta es endémica de Chile¹¹ y se distribuye entre la VI y VII Regiones¹⁰.

Las abundantes poblaciones ocupan las laderas y asoleadas colinas del sector subandino. La especie forma parte de los matorrales bajos con otras especies arbóreas como *Kageneckia angustifolia* en el sector Los Maitenes, camino a Paso Vergara, provincia de Curicó.

Uso tradicional

La planta tiene un uso similar que *H. baylahuen*, lo que la posiciona como un buen sustituto.

Figura 5.4: *Haplopappus taeda*



Haplopappus taeda: (a) Hojas basales; (b) Vara floral; (c) Hoja con detalle ápice y base; (d) Flor, vilano y corola; (e) Capítulo, bráctea exterior, bráctea intermedia, bráctea interna.

Hábito y descripción botánica

Haplopappus taeda

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 menores a 0,5 cm. En el conjunto de ellas se presentan dos grupos. En la mitad superior de los tallos, las hojas, con un pecíolo ensanchado, se disponen verticalmente terminando las 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 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 pardo oscuro a diferencia de las restantes que conservan su color verde oscuro.

Las hojas aromáticas son obovadas a oblongas, de ápice acuminado a obtuso con 10 a 12 dientes por lado y 5 a 12 cm de longitud¹⁰. La superficie de la lámina por ambas caras es glabra y muy resinosa con aspecto aceitoso, y brillante. La base es cuneada con el extremo de inserción del pecíolo ancho.

Las flores se disponen en capítulos homógamos, es decir, con todas las flores de sexo similar (hermafroditas) y homomorfas siendo todas tubulosas. Los capítulos son terminales sobre ejes simples o ramificados con escasas hojas pequeñas oblongo a lanceoladas y de margen dentado. Las flores presentan pétalos en su extremo rosado, púrpura a marrón escasamente llamativos. El tubo de la corola alcanza 7 mm de longitud con su extremo pentalobulado-agudo y estambres amarillos, exertos, asomándose 2 mm rodeando al estilo que remata en un estigma bifido. El ovario es ínfero el que da origen a un aquenio hirsuto¹⁰, cilíndrico con el extremo de inserción subagudo y el opuesto truncado. El vilano es de pelos plumosos, siendo los externos de 5 mm y de 8 mm los más internos.

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

Compuestos químicos de *H. taeda*

Los estudios químicos de tallos de *Haplopappus taeda* han proporcionado²²:

- **Terpenoides:** taedol, ácido batudioico, (ácido 13Z)-lab-7,13-dien-18-hidroxi-15-oico
- **Flavonoides:** eriodictiol-7-metil éter, eriodictiol-3',7-dimetil éter, eriodictiol-3',4',7-trimetil éter, sakuretina, padmatina, 3-acetoxi-4',5-dihidroxi-7-metoxiflavanona, 3-acetoxi-4',5-dihidroxi-3',7-dimetoxiflavanona y quercitina-3,7-dimetil éter.



Compuestos químicos en *Haplopappus* sp.

Los compuestos más frecuentemente descritos desde el género *Haplopappus* son flavonas, flavononas, flavonoles, dihidroflavonoles, cumarinas, monoterpenos y diterpenos. Estudios antimicrobianos de los extractos resinosos de las hojas de nueve especies de *Haplopappus* (*H. diplopappus*; *H. anthylloides*; *H. schumannii*; *H. cuneifolius*, *H. velutinus*; *H. uncinatus*; *H. multifolius*, *H. illinitus* y *H. foliosus*) muestran ser activos a pesar de la diferencia química que éstos presentan^{12,13}.

En un estudio comparativo se mostró que el infuso, el extracto metanólico y las resinas de *H. baylahuen* presentan menor actividad antioxidante que los extractos respectivos de las especies *H. multifolius*, *H. remyanus* y *H. taeda* (Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1: Efectos antioxidantes de diferentes especies de bailahuén ^{13,14}

Ensayo	Inhibición de la lipoperoxidación en eritrocitos (%) a 50 µg/ml		DPPH µM Trolox (TRE)		
	Infuso	Extracto metanólico	Infuso	Extracto metanólico	Resinas
<i>H. baylahuen</i>	24	27	661	1.985	682
<i>H. multifolius</i>	60	60	2.771	5.170	2.730
<i>H. remyanus</i>	59	57	3.784	3.536	3.971
<i>H. taeda</i>	56	63	3.433	2.957	2.481

Propagación

El bailahuén se propaga mediante semillas. En la naturaleza se encuentran frecuentemente frutos vanos. Pero la semilla viable de *H. baylahuen* muestra una excelente capacidad germinativa que fluctúa entre un 83 y 88% de germinación en nueve días, tanto en condiciones de luz como en oscuridad (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2: Germinación en cuatro especies de bailahuén: *Haplopappus baylahuen*, *H. multifolius*, *H. remyanus* y *H. taeda*

Especie	Germinación		Días hasta emergencia	Tratamientos pre-germinativos con efectos positivos
	Luz *	Oscuridad		
<i>H. baylahuen</i>	84 %	88 %	9	—
<i>H. multifolius</i>	97 %	68 %	22	—
<i>H. remyanus</i>	60 %	86 %	5	—
<i>H. taeda</i>	54 %	59 %	24	Escarificación con papel lija o con ácido sulfúrico (60 % por 1 min) ²³

* luz fluorescente permanente

En las otras especies se observan efectos diferenciales de los factores luz y oscuridad. Así, la luz permanente es positiva en la germinación de *H. multifolius*, mientras que la oscuridad en *H. remyanus*. En *H. taeda* se alcanzan porcentajes de germinación mayores al 90 % escarificando la semilla, por ejemplo con papel lija o en un medio ácido.

Ensayos de propagación vegetativa mostraron que el porcentaje de enraizamiento de estacas es muy bajo, tanto para *H. baylahuen* (< 5 %), como para *H. remyanus* (< 1%). Estacas de *H. multifolius* han enraizado en diferentes ensayos entre un 0 hasta un 30%, sin diferencias entre las estacas no tratadas y con tratamiento hormonal. El éxito de enraizamiento de uno de los ensayos se puede relacionar con la fecha de colecta. Así, en el caso de lograr el 30%, la colecta se realizó a principios de enero, mientras que en los otros casos fue a fines de febrero sin enraizamiento alguno.

Suelo

En sus respectivos hábitats naturales, las diferentes especies de *Haplopappus* se han encontrado en sitios ubicados sobre los 1.300 m.s.n.m., en suelos no salinos con buen drenaje y bajo nivel nutricional (Cuadro 5.3).

Cuadro 5.3: Ubicación geográfica, precipitaciones y características edáficas de zonas típicas de los distintos hábitats de *bailahuén* (*Haplopappus* sp.)

	<i>H. baylahuen</i>	<i>H. multifolius</i>	<i>H. remyanus</i>	<i>H. taeda</i>
Latitud Sur	26° - 29°	32° - 34°	29° - 32°	34° - 35°
Altitud (m sobre nivel del mar)	1.900 m	1.500 m	2.100 m	1.300 m
Clima	Semiárido de dominio anticiclónico	Semiárido	Semiárido	Mediterráneo; poca influencia anticiclónica
Precipitación anual	60 - 100 mm	600 mm	150 mm, variable;	> 1.000 mm
	Concentración de lluvias entre mayo y agosto	Concentración de lluvias en invierno	Concentración de lluvias en invierno	Lluvias durante periodo invernal más prolongado
Suelo				
Textura	Franco	Franco arcilloso arenoso	Franco	Franco arenoso
N	6 ppm	1 ppm	17 ppm	15 ppm
P	3 ppm	2 ppm	6 ppm	13 ppm
K	151 ppm	176 ppm	154 ppm	230 ppm
Materia orgánica	1,73 %	0,34 %	0,69 %	4,02 %
pH	7,7	7,0	8,7	6,2
Conductividad Eléctrica (CE)	0,09 dS/m	0,51 dS/m	0,23 dS/m	0,07 dS/m
Capacidad de Campo (CC)	21 %	18 %	24 %	18 %
Punto de Marchitez Permanente (PMP)	10 %	11 %	11 %	11 %

Cultivo

En un ensayo de cultivo de *H. baylahuen* y otras tres especies del género *Haplopappus*, se encontró que sólo *H. taeda* se establece bien a lo largo de los años para las condiciones dadas en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca, VII Región. Para asegurar un alto porcentaje de sobrevivencia de plantas de *Haplopappus sp.* es de suma importancia asegurar un buen drenaje durante los meses invernales y primaverales y con ello evitar la muerte de plantas por *Phytophthora spp.*

En las diferentes especies de bailahuén se han estudiado los contenidos de elementos nutritivos en hojas y tallos (Cuadro 5.4) para ser considerados en la fertilización del cultivo según la demanda.

Cuadro 5.4: Contenido de macro y microelementos en hojas y tallos de *Haplopappus baylahuen*, *H. multifolius* y *H. taeda*

	<i>H. baylahuen</i>		<i>H. multifolius</i>		<i>H. taeda</i>	
	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos
N	1,61 %	1,26 %	1,53 %	1,19 %	1,02 %	1,36 %
P	0,16 %	0,15 %	0,15 %	0,15 %	0,12 %	0,11 %
K	0,39 %	0,46 %	1,27 %	1,41 %	1,23 %	0,46 %
Ca	0,72 %	0,58 %	0,98 %	1,19 %	0,42 %	1,07 %
Mg	0,12 %	0,20 %	0,24 %	0,13 %	0,23 %	0,06 %
Mn	131 mg/kg	114 mg/kg	98 mg/kg	45 mg/kg	76 mg/kg	18 mg/kg
Zn	41 mg/kg	57 mg/kg	54 mg/kg	31 mg/kg	31 mg/kg	10 mg/kg
Cu	7 mg/kg	13 mg/kg	11 mg/kg	10 mg/kg	6 mg/kg	6 mg/kg
B	55 mg/kg	40 mg/kg	93 mg/kg	32 mg/kg	81 mg/kg	37 mg/kg

Al final de la primera temporada se ha observado un rendimiento medio de 78g de materia seca por planta de *H. baylahuen*, de los cuales el 65 % corresponde a hojas. Con un contenido total de resinas de un 18%, se espera un rendimiento de 9 g por planta. En el cultivo, esta especie ha mostrado los valores más bajos de rendimiento y de porcentaje de hojas respecto a las otras especies estudiadas (Cuadro 5.5).

Cuadro 5.5: Rendimiento de hojas y contenido de resina en diferentes especies de *Haplopappus* cultivadas en la VII Región, al final de la primera temporada¹³

	Materia seca (MS) por planta	Porcentaje de hojas	Contenido de resina en 100 g de MS	Resina por planta
<i>H. baylahuen</i>	78 g	65 %	18 g	9 g
<i>H. multifolius</i>	116 g	65 %	15 g	11 g
<i>H. remyanus</i>	107 g	78 %	13 g	11 g
<i>H. taeda</i>	236 g	78 %	21 g	38 g

La plantación se estableció en primavera, 6 meses antes de la evaluación, con plantas de un año de edad para *H. taeda* y *H. multifolius*. Las plantas de *H. baylahuen* y *H. remyanus* tenían en el momento de plantación sólo 3 meses de edad.

La composición química es distinta y muy característica para cada especie de *Haplopappus*, manteniéndose los mismos patrones para plantas silvestres y cultivadas, así como para plantas expuestas a pleno sol o bajo sombra (100 y 82 % de la radiación fotosintéticamente activa, respectivamente). También se ha mostrado que tanto el rendimiento de materia seca por planta como el contenido de resina se mantienen iguales para plantas bajo sol y a la sombra. Sin embargo, en *H. taeda* se ha mostrado que el contenido de resinas casi se duplica en plantas silvestres (37 g/ 100 g de hojas secas) comparado con las plantas cultivadas¹³, cosechadas durante la misma fecha y creciendo a casi la misma latitud. La diferencia consistía en la altitud y en el manejo de cultivo con un suelo preparado y provisto de riego.

Fluctuación anual en condiciones de cultivo

En condiciones de cultivo para la VII Región, las plantas de bailahuén (*H. baylahuen*) muestran un crecimiento vegetativo activo desde octubre hasta enero, momento en que se inicia la floración, la que se prolonga hasta mayo cuando la planta entra en receso por las bajas temperaturas (Figura 5.5). En verano, de diciembre a marzo, las plantas tienen la concentración de flavonoides más alta con valores de 0,8 a 1,0 %, mientras que en invierno, julio y agosto, disminuye a menos de un 0,4 % (Figura 5.9). Para obtener un material vegetal con alto contenido de flavonoides, la planta debe cosecharse entre diciembre y marzo.

Figura 5.5: Estados fenológicos de *H. baylahuen* en cultivo (VII Región)

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
												
Receso vegetativo		Crecimiento vegetativo			Floración y fructificación					Receso vegetativo		

La especie *H. remyanus* no ha logrado florecer en las condiciones de cultivo dadas en la VII Región. Sin embargo, la parte vegetativa de la planta también muestra mayores concentraciones de flavonoides en verano, desde noviembre, incluso hasta junio, con valores entre 1,0 y 1,3 %, para luego disminuir a 0,4 % (agosto - octubre).

Figura 5.6: Estados fenológicos de *H. remyanus* en cultivo (VII Región)

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
											
Receso vegetativo		Crecimiento vegetativo							Receso vegetativo		

H. multifolius ha iniciado su floración en condiciones de cultivo en marzo. Sus compuestos químicos más característicos, las cumarinas, muestran las concentraciones más altas (1,0 a 1,2 %) en verano, entre diciembre y febrero, mientras que en julio alcanzan un mínimo de sólo 0,15 % (Figura 5.10). La concentración de flavonoides varía entre 0,3 y 0,9 % y también con una disminución en julio y agosto.

Figura 5.7: Estados fenológicos de *H. multifolius* en cultivo (VII Región)

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
												
Receso vegetativo		Crecimiento vegetativo y desarrollo floral						Floración y fructificación		Receso		

Figura 5.8: Estados fenológicos de *H. taeda* en cultivo (VII Región)

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
											
Receso vegetativo	Crecimiento vegetativo	Desarrollo floral			Floración y fructificación		Receso vegetativo				

H. taeda es la especie cuyo hábitat es el más cercano al lugar de cultivo y la que ha mostrado una mejor adaptación. Su crecimiento vegetativo se prolonga desde octubre hasta enero, iniciando la floración en febrero y entrando a receso en mayo. La concentración de flavonoides supera durante largos periodos el 1,1%. Entre diciembre y marzo incluso se han registrado valores entre el 1,2 y 1,4%.

Figura 5.9: Contenido de flavonoides durante el año en diferentes especies de bailahuén (*Haplopappus* sp.) cultivadas en la VII Región

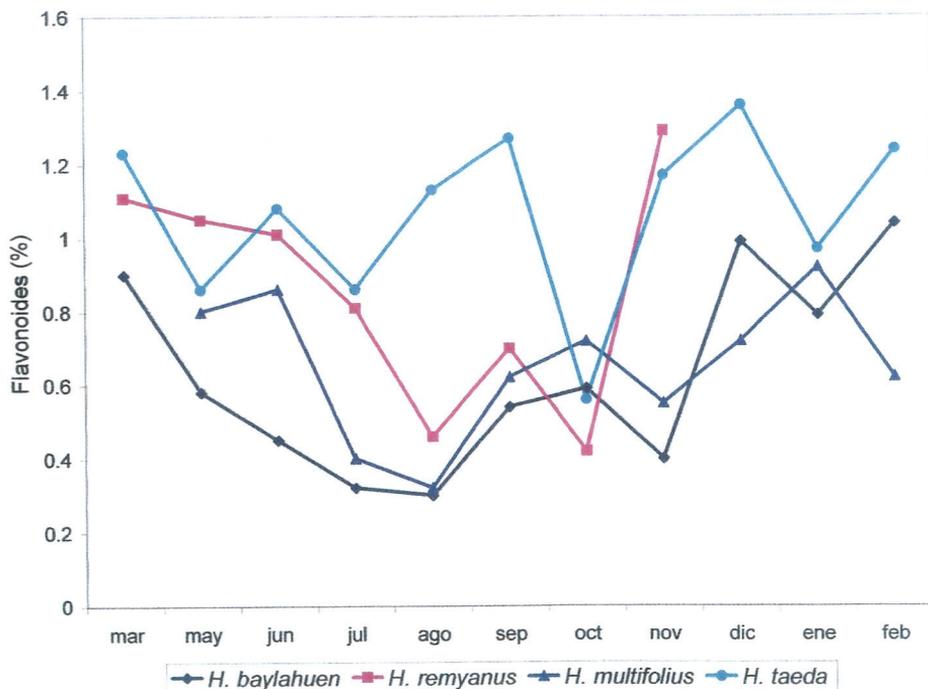
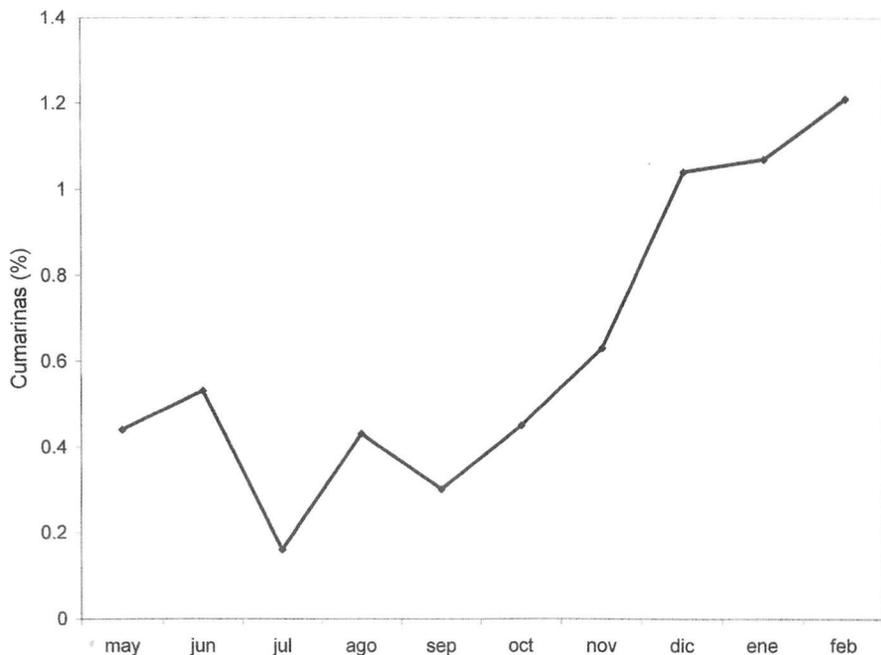


Figura 5.10: Contenido de cumarinas durante el año en *H. multifolius* cultivado en la VII Región



Bibliografía

- 1 Faini, F., Labbé, C., Polanco, M., Urbina, F. y Torres, R. (2001): Estudio químico biológico comparativo de *Haplopappus baylahuen* y *H. multifolius*. IV Congreso Internacional de Plantas Medicinales 4 – 6 de Octubre Universidad de Talca y Fundación Lawen. Resúmenes: 102.
- 2 Muñoz, M., Barrera, E. y Meza, I. (1981): El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago Publicación Ocasional 33: 1 – 91.

- 3 Tortosa, R. y Bartoli, A. (2002): Revisión de las especies argentinas del género *Haplopappus* (Asteraceae, Astereae). Bol. Soc. Argent. Bot. 37 (1-2): 115 – 133.
- 4 Kalin, M., Marticorena, C. y Villagrán, C. (1984): La flora de la Cordillera de los Andes en el Area de Laguna Grande y Laguna Chica III Región, Chile. Gayana Bot. 41 (1-2): 3- 46.
- 5 Marticorena, C., Squeo, F., Arancio, G. y Muñoz, M. (2001): Catálogo de la Flora Vascular de la IV Región de Coquimbo. En: Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación Región de Coquimbo. (F. Squeo, G. Arancio y J. R. Gutiérrez Editores.) Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 7: 105 – 142.
- 6 Faini, F. (2004): Precisión en torno al Bailahuén. Comunicaciones I Encuentro de Investigadores de especies medicinales nativas. Fundación para la Innovación Agraria, Santiago.
- 7 Montes, M. y Wilkomirsky, T. (1985): Medicina tradicional chilena. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 205 pp.
- 8 Muñoz, O., Montes, M. y Wilkomirsky, T. (1999): Plantas medicinales de uso en Chile, Química y Farmacología. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- 9 Navas, L. (1973 -1979): Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. I Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Andrés Bello 311 pp. II Dicotyledoneae, Archychlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp. III Dicotyledoneae, Metachlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp Santiago, Chile.
- 10 Reiche, C. (1902): Flora de Chile. Imprenta y Litografía y Encuadernación, Barcelona Santiago, Chile. T. III: 216 – 227.
- 11 Marticorena, C. (2003): Comunicación personal.

- 12 Urzua, A., Torres, R., Muñoz, M. and Palacios, Y. (1995): Comparative antimicrobial study of the resinous exudates of some Chilean *Haplopappus* (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology* 45 (1): 71-74.
- 13 González, M. (2003): Propiedades antioxidantes y caracterización química de cuatro especies de Bailahuén (*Haplopappus spp*). Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.
- 14 Vogel, H., González, M., Faini, F., Razmilic, I., Rodríguez, J., San Martín, J., Urbina, F. (2005): Antioxidant properties and TLC characterization of four *Haplopappus*-species known as Bailahuén. *Journal of Ethnopharmacology* 97 (1): 97-100.
- 15 Nuñez-Alarcon, J., Dolz, H., Quiñones, M.H. and Carmona, M.T. (1993): Epicuticular flavonoids from *Haplopappus baylahuen* and hepatoprotective effect of the isolated 7-methyl aromadendrin. *Boletín de la Sociedad Chilena de Química* 38: 15-22.
- 16 San Martín, J., Vogel, H., González, B. y Aedo, H. (2003): Presencia de *Haplopappus* en la medicina tradicional chilena. *Comunicaciones II Jornadas de Investigación y Asistencia Técnica, Universidad de Talca.*
- 17 Chiang, M.T., Bittner, M., Silva, M., Mondaca, A., Zemelman, R. and Sammes, P.G. (1982): A prenylated coumarin with antimicrobial activity from *Haplopappus multifolius*. *Phytochemistry* 21: 2753-2755.
- 18 Nuñez-Alarcon, J. and Quiñones, M.H. (1995): Flavonoids and coumarins of *Haplopappus multifolius*. *Biochem. syst. ecol.* 23: 453-4.
- 19 Maatooq, G.T., Gphar, A.A. and Hoffmann, J.J. (2002): New terpenoids from *Haplopappus multifolius*. *Pharmazie* 57: 282-285.
- 20 Torres, R., Faini, F., Monache, F. and Monache, G. (2004): Two new O-geranyl coumarins from the resinuos exudate of *Haplopappus multifolius*. *Fitoterapia* 75: 5-8.

- 21 Zdero, C., Bohlmann, F. and Niemeyer, H.M. (1991): Friedolabdanes and other constituents from Chilean *Haplopappus* species. *Phytochemistry* 30: 3669-3677.
- 22 Marambio, O. and Silva, M. (1989): New compounds isolated from *Haplopappus taeda* Reiche. *Boletín de la Sociedad Chilena de Química* 34: 105-113.
- 23 Norambuena, S. (2001): Propagación germinativa de *Haplopappus multifolius* y *Haplopappus taeda*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.

Otros

Aldunate, A., Castro, V. y Villagrán, C. (1981): Estudio etnobotánico en una comunidad precordillerana de Antofagasta: Toconce. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural* 38: 183- 223.

Marticorena, C. y Quezada M. (1985): Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Bot.* 42: 103.

Muñoz, M., Moreira, A., Villagrán, C. y Luebert, F. (2000): Caracterización florística y pisos de vegetación en los Andes de Santiago, Chile Central. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural* 49: 9 – 50.

CAPÍTULO 6

CANELO



CANELO



Nombre científico: *Drimys winteri* J.R. et G. Forster var. *chilensis* (DC) A. Gray

Familia: Winteraceae

Nombres comunes: Canelo, Boigue, Boighe, Voigue, Foique

El canelo es el árbol sagrado para la cultura mapuche. Esta especie, que alcanza hasta 30 m de altura en los bosques siempreverdes, se caracteriza por su copa piramidal y tronco recto de corteza lisa y gris. Las hojas, que se ubican algo agrupadas en los extremos de las ramas, son lisas, grandes (hasta 15 cm de largo) y de color verde claro por la cara superior y blanquecinas por la cara inferior. En primavera los extremos de las ramas se cubren de vistosos ramilletes de flores blancas que asemejan pequeñas estrellas. Los frutos, que maduran en verano, son bayas de color negro violáceo brillante con numerosas semillas pequeñas en su interior.

Figura 6.1 Canelo



Nombre científico: *Drimys winteri* J.R. et G. Forster var. *chilensis* (DC) A. Gray
Familia: Winteraceae
Nombres comunes: Canelo, Boigue, Boighe, Voigue, Foique



Hábito y descripción

Arbol siempreverde de hasta 30 m de altura con copa casi piramidal y tronco vistoso de hasta 2 m de diámetro². Las hojas se disponen en forma alterna y son oblongas a obovadas, glabras, de color verde claro por la cara superior y blanquecinas por la inferior. La longitud varía de 5 a 15 cm y el ancho de 2 a 6 cm, con margen entero a ligeramente ondulado^{1,2,9}.

Las flores hermafroditas son blancas grandes y vistosas dispuestas en el extremo de las ramas en forma solitaria o en inflorescencias del tipo cimmas o en cimmas umbeliformes. Como envolturas presentan dos sépalos y entre seis a catorce pétalos blancos llevando en su interior numerosos estambres que rodean exteriormente entre cuatro a diez carpelos libres¹. El fruto es una baya que en su madurez es de color negro-violáceo liso, brillante y tamaño menor a 1 cm^{1,2}.

Distribución y descripción del hábitat

Esta especie endémica de Chile, se distribuye desde la Región de Coquimbo hasta Aisén (30° a 56° latitud Sur), incluyendo la isla de Chiloé^{1,2}. Ocupa lugares de la cordillera de la costa, la depresión intermedia y las laderas occidentales de la cordillera andina en altitudes inferiores a los 1.500 m.s.n.m.³. El canelo integra la vegetación de bosques pantanosos o azonales siempreverdes, es decir, en depresiones con napa freática superficial y suelo mullido. En la X Región las poblaciones de *D. winteri* tienden a formar bosques puros. Dada la independencia del clima, pero no de la humedad edáfica, la distribución de los rodales con canelo es discontinua⁴.

Usos

El pueblo mapuche usa el canelo tradicionalmente en la medicina práctica y por su significación simbólica⁵. Es símbolo de benevolencia, paz y justicia⁶. Como hecho mitológico es plantado en todos los recintos araucanos afectos a reuniones sociales y religiosas y en el frontis de las casas campesinas como una defensa contra los ataques de brujos^{6,7}.

La corteza tiene propiedades tónicas, estimulantes y excitantes⁶ y, junto con las hojas, es usada tradicionalmente contra el ataque de sarna, para el lavado externo de heridas, contra el reumatismo y como febrífugo. La decocción cura cánceres, alivia el dolor de muelas, aplaca el dolor de úlceras y ayuda a su cicatrización⁸. Se ha encontrado actividades antibacteriana, insecticida, antiinflamatoria y antitumoral^{9,10,11,12}. La especie fue conocida en Europa como medicinal antiescorbútica.

La madera de canelo se usa en mueblería, donde es muy apreciado por su vetado, y en la confección de instrumentos musicales. Se ha mostrado que tiene una excelente aptitud para fabricar tableros de astillas, sólo siendo superado por coigüe¹³. Por el largo de su fibra es una especie especialmente apta para la industria de papel y celulosa¹³.

Por la belleza de su forma, el color de sus hojas grandes y abundante floración es apto como árbol ornamental para plazas, parques y jardines en forma solitaria^{13,14}.

Compuestos químicos

La corteza de canelo contiene una gran cantidad de terpenoides, entre ellos los compuestos poligodial y drimenol que se encuentran en concentraciones de 1 - 11 % y 0,25 - 1,0 %, respectivamente.

En las hojas se han encontrado contenidos de terpenoides de 1,3 a 16,6 %, presentando variaciones importantes entre individuos. La concentración del compuesto poligodial es similar a la de la corteza, con valores entre 0 y 8,1 % para diferentes árboles, mientras que el de drimenol es mucho menor en las hojas, variando desde 0 hasta sólo 0,011% ¹⁵.



Compuestos químicos

El canelo se caracteriza por tener en su corteza una alta concentración de terpenoides del tipo mono-, di- y sesquiterpenoides, muchos de los cuales también se encuentran en el aceite esencial de las hojas. Se han identificado 56 compuestos mediante cromatografía de gases con detector de masas.

Entre los principales compuestos aislados, principalmente desde la corteza, figuran los **terpenoides**: aromadendrano, α -cadineno, ciccolorenonadrimendiol, drimenol, canfeno, α -cubeneno (10,9%), citral, drimanial, fenchona, α -felandreno, isodrimeninol, limoneno, linalol, mukaadial, α -pineno (14,9%), piperitona, piperonal, poligodial, terpineno, terpineol^{24,25,26,27}.

Desde las hojas se han aislado varios **flavonoides**^{28,29}.

En las hojas de diferentes individuos se ha encontrado un contenido de aceite esencial desde cantidades no detectables hasta 1,7 ml/ 100 g de materia seca, mientras que para los flavonoides los valores entre plantas fluctúan entre 0,33 y 3,68 %¹⁶.

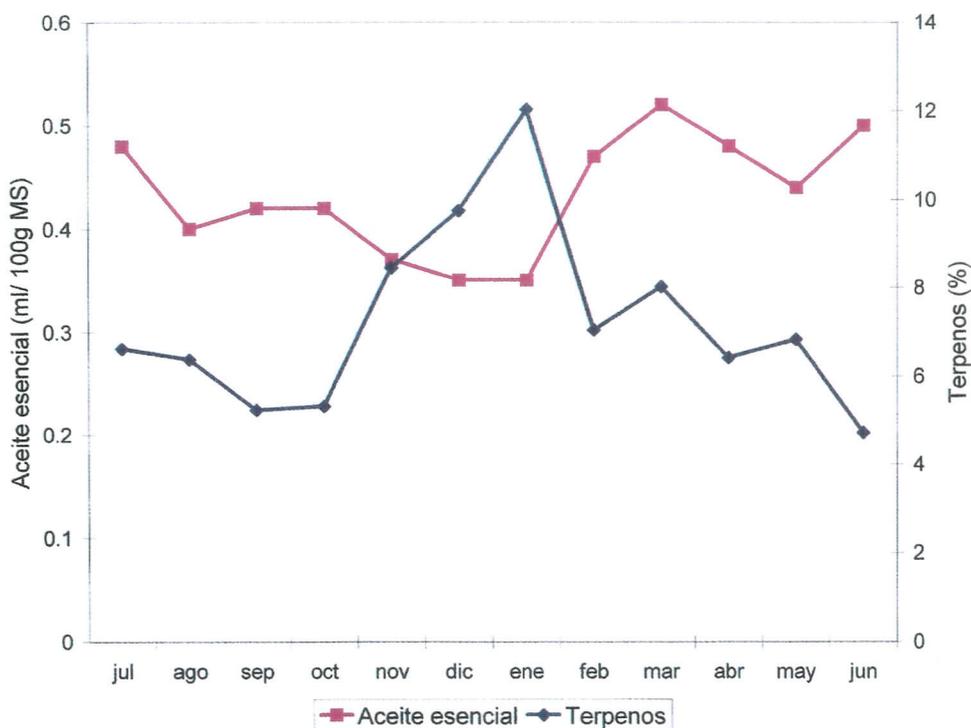


Actividad biológica

En trabajos pre-clínicos de extractos hidroalcohólicos de esta planta se han encontrado actividades antialérgica, antiinflamatoria y antinociceptivo. Se logró determinar que el poligodial y β -(*p*-metoxicinnamil) poligodial exhiben una marcada acción antinociceptiva vía rutas intraperitoneal y oral en ratas. Ambos compuestos son más potentes que las dos drogas usadas comúnmente como comparación: aspirina y acetaminofeno^{30,31}.

En el curso del año se ha observado que la concentración de aceite esencial en las hojas de canelo fluctúa entre 0,35 y 0,52 ml/ 100g de materia seca, siendo mayor en otoño que en pleno verano. Por el contrario, la mayor concentración de terpenoides se encuentra en diciembre y enero (10 - 12 %), mientras que baja entre abril y octubre a 5 - 6 % (Figura 6.2).

Figura 6.2: Fluctuación anual del contenido de aceite esencial y terpenos en las hojas de poblaciones de canelo ubicadas en la VII Región



Poblaciones naturales

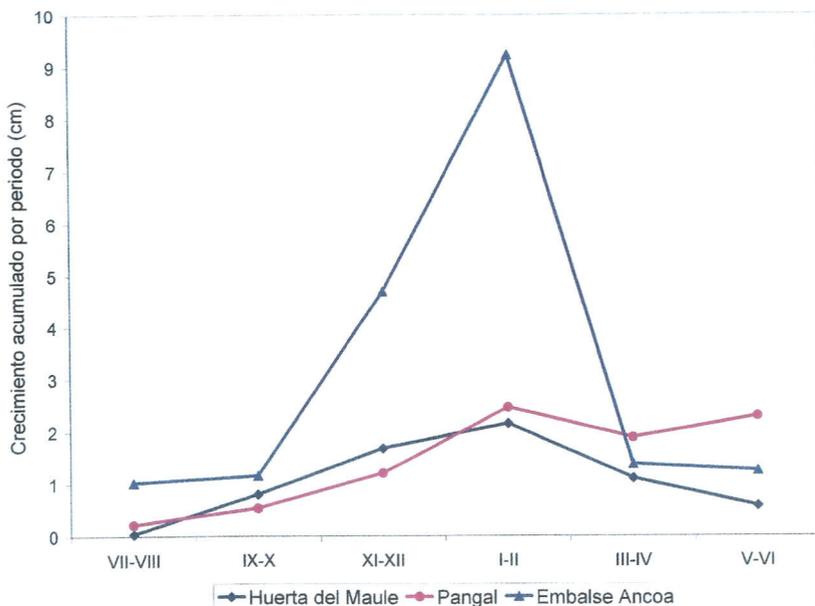
Crecimiento en el hábitat natural

En los bosques naturales del sur de Chile el mayor crecimiento de canelo en altura y diámetro se encuentra en la Isla de Chiloé¹⁷. A los 35 años de edad las plantas presentan una altura de 7 a 22 m y un crecimiento anual de 0,21 a 0,63 cm como promedio, variando según la calidad del sitio. El drenaje y la profundidad del suelo juegan un rol clave en el desarrollo de las plantas¹⁸.

El diámetro del tronco fluctúa entre 20 y 40 cm, encontrándose rara vez valores mayores a 80 cm. Las plantas jóvenes, de seis a doce años aproximadamente, muestran las mayores tasas de crecimiento anual, con valores que fluctúan entre 0,5 y 1,0 cm según el sitio, observándose incluso crecimientos anuales de hasta 1,7 cm en Chiloé. Posteriormente, declina el incremento anual en diámetro alcanzando valores de 0,5 y 0,18 cm a los 30 y 58 años, respectivamente^{17,18}.

En un estudio de poblaciones naturales ubicadas la VII Región se ha encontrado que el mayor crecimiento de los brotes se produce en pleno verano, entre noviembre y febrero con el máximo en enero. Se han observado crecimientos de brotes laterales entre 7 y 20 cm por año, dependiendo del sitio. La población natural de la pre-cordillera muestra un crecimiento mucho mayor que las del valle central y cordillera de la costa, posiblemente por condiciones de suelo y mayores precipitaciones que se registran en esta localidad. Aquí también se encuentran los árboles con las hojas más grandes.

Figura 6.3: Crecimiento de brotes laterales en canelo en tres poblaciones naturales de la VII Región durante distintas épocas del año



En la VII Región, las hojas nuevas se desarrollan entre octubre y noviembre de cada año, alcanzando en noviembre su máximo en número, área foliar y rendimiento. En los bosques del sur, se observa un aumento en número y superficie foliar a partir de septiembre con valores máximos entre febrero y abril.

La relación entre el peso fresco de las hojas y del brote total es muy similar durante todo el año, con valores entre 0,69 a 0,76 en poblaciones naturales de la zona.

Fenología

En la VII Región, el canelo comienza a crecer a fines de septiembre y florece entre octubre y noviembre, en algunos casos incluso hasta principios de

dicembre. Los frutos se pueden encontrar desde inicios de enero hasta abril. Durante el invierno, de mayo hasta septiembre, el canelo está en receso vegetativo.

Figura 6.4: Estados fenológicos en poblaciones naturales de canelo, VII Región

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
											
Yema floral		Crecimiento vegetativo		Floración		Fructificación			Diferenciación		Receso vegetativo

Durante el mes de abril se pueden diferenciar dos tipos de brotes: los vegetativos de forma aguda, que comienzan a crecer vigorosamente en primavera, y los reproductivos de forma redondeada que dan origen a las flores y que presentan un crecimiento menos visible que el anterior. Durante el mes de julio se observa que los brotes reproductivos ya tienen sus estructuras formadas, diferenciándose claramente las hojas, yemas y flores. Durante la diferenciación la yema se hincha y cambia de color verde a rojizo.

Variación en el contenido de principios activos

Las tres poblaciones ubicadas más al norte tienen los mayores contenidos tanto de aceite esencial, flavonoides y terpenos totales como también del compuesto poligodial^{15,16} (Cuadro 6.1). El mayor contenido del terpeno drimenol se observa en la población Tolhuaca, mientras que en la Isla de Chiloé los contenidos de aceite esencial, flavonoides y terpenos son los más bajos. Incluso se pudo comprobar en terreno que las hojas en esta última población no tienen el sabor picante característico para las hojas de canelo que se relaciona con la presencia del terpeno poligodial¹⁵.

Cuadro 6.1: Contenido de principios activos (promedio \pm desviación estándar) en hojas de canelo tomadas de diferentes poblaciones naturales de *Drimys winteri* ^{15,16}

Localidad	Latitud	Altitud	Precipitación (mm/año)	Aceite esencial (ml/ 100g MS)	Flavonoides (%)	Terpenos (%)		
	Sur	m.s.n.m.				Total	Polligodial	Drimenol
Pangal	35°	120	800	0,67 \pm 0,34	2,37 \pm 0,69	9,5 \pm 2,2	2,76	0,0062
Huerta de Maule	35°	300	600	0,68 \pm 0,35	1,78 \pm 0,71	8,5 \pm 2,7	0,86	0,0109
Camino Ancoa	36°	400	1.600	0,54 \pm 0,27	1,89 \pm 0,68	8,4 \pm 2,7	1,86	0,0095
Tolhuaca	38°	900	2.500	0,30 \pm 0,12	1,26 \pm 0,66	5,7 \pm 1,7	0,43	0,0338
Huillilnco	42°	2	1.900	0,22 \pm 0,26	1,21 \pm 0,52	3,4 \pm 1,3	0,01	0,0033
Rango de valores encontrados para diferentes individuos				de 0 a 1,7	de 0,3 a 3,7	de 1,3 a 16,6	de 0 a 8,1	de 0 a 0,1

A pesar de que las diferencias indicadas arriba son significativas, se observan variaciones grandes entre individuos de cada población, lo que se refleja en la desviación estándar.

Propagación

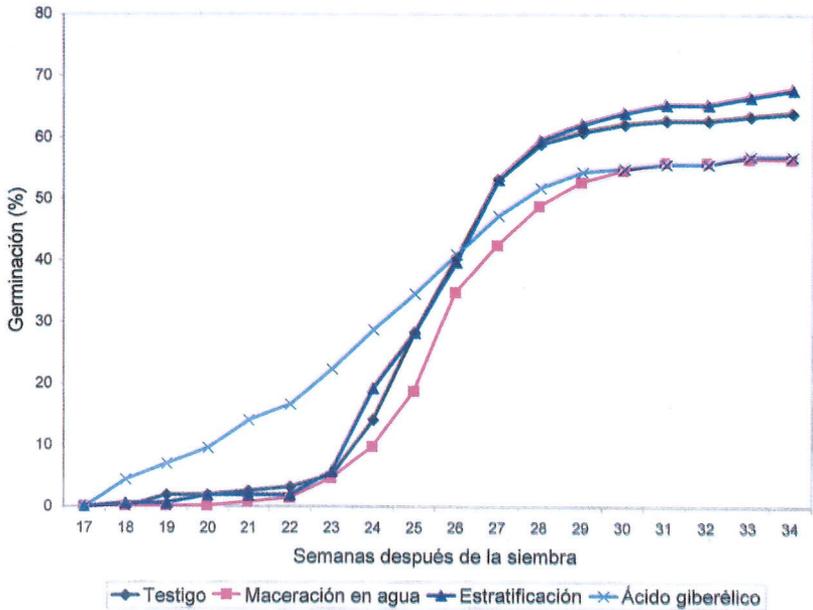
El canelo se puede propagar tanto por semilla como vegetativamente por estacas.

Cada fruto contiene entre cuatro a cinco semillas, fluctuando el número por kilogramo entre 180 y 360 mil. La viabilidad de las semillas varía entre 80 a 90%, aproximadamente^{19,20}.

La germinación de la semilla es lenta, presentándose una latencia interna posiblemente a causa de la inmadurez del embrión. Su inicio es aproximadamente cuatro meses después de la siembra, siendo más rápida la germinación de las semillas tratadas con ácido giberélico (Figura 6.5). Sin embargo, a los seis meses el porcentaje de semillas germinadas ya es similar para todos los tratamientos (\pm 40%), llegando a porcentajes finales entre un 57 y 67 % al cabo de siete meses desde la fecha de siembra. Los mayores

porcentajes corresponden a semilla estratificada y a semilla que no ha recibido ningún tipo de tratamiento pre-germinativo. Bajo sistema de riego tipo niebla intermitente (“mist”) el porcentaje de germinación es similar en sustratos de arena, tierra y una mezcla de ambos.

Figura 6.5: Proceso de germinación de la semilla de canelo (*Drimys winteri*) con diferentes tratamiento pre-germinativos



Al año, las plantas alcanzan una altura que fluctúa entre 5 y 14 cm con 9 a 15 hojas por planta¹⁹.

Para la propagación vegetativa se recomienda tomar estacas apicales, ya que enraízan mejor que las estacas provenientes de la parte media de las ramillas, alcanzando porcentajes de enraizamiento de un 45 y 10 %, respectivamente. El éxito de propagación no es afectado por la aplicación de diferentes concentraciones de hormona enraizante (AIB de 0 a 2.000 ppm; como talco o en solución hidroalcohólica), ni por el tipo de la herida efectuada en la base de la estaca (recto, bisel, laterales). En condiciones favorables, como por ejemplo en cama caliente con mist, el 68% de las estacas ha enraizado en siete meses.

Suelo y requerimiento nutricional e hídrico

El canelo se distribuye en Chile desde el Río Limarí en el Norte hasta el Cabo de Hornos, ubicándose en diferentes altitudes y una gran variedad de suelos, generalmente ácidos^{17,21}, siempre en terrenos húmedos o en zonas con abundantes precipitaciones distribuidas uniformemente durante el año (500 - 3.500 mm).

En las poblaciones naturales de la VII Región los suelos son pobres en nutrientes (5-11 ppm N; 2-8 ppm P, 41-180 ppm K) y no salinos (conductividad eléctrica entre 0,04 y 0,09 dS/m), con un amplio rango de materia orgánica (2,3 a 28,8%) y un pH que fluctúa entre 5,7 y 6,4. La capacidad de campo en estos suelos es de 11 a 16 % y el punto de marchitez permanente se ubica entre 4 y 7 %.

En el cuadro 6.2 se describe el contenido de los diferentes elementos nutritivos en canelo. Los valores se mantienen muy similares e independientes de la edad de la planta, pero se observa variación en los contenidos de K y Mn entre las diferentes zonas de recolección de muestras¹⁷. También difieren los contenidos de las hojas y de los tallos, por lo que es importante considerar la proporción de estos órganos en la cosecha para estimar la demanda de los diferentes nutrientes.

Cuadro 6.2: Contenido de nutrientes de hojas y tallos de canelo

	Plantas jóvenes cultivadas		Árbol adulto	Renovales	Árboles adultos y renovales
	Hojas	Tallos	(Chillán)	(Cauquenes)	(Chiloé y Puerto Montt)
N (%)	1, 6	0,78	1,5	1,0	0,9 - 1,1
P (%)	0,16	0,11	0,12	0,08	0,06 - 0,07
K (%)	0,76	1,28	0,85	0,72	0,36 - 0,49
Ca (%)	0,30	0,66	0,58	0,45	0,42 - 0,53
Mg (%)	0,28	0,17	0,23	0,3	0,2 - 0,34
Mn (mg/kg)	202	220	129	1.670	388 - 562
Zn (mg/kg)	44	27	38	50	29 - 40
Cu (mg/kg)	6,7	14	6	4	4 - 9
B (mg/kg)	47	18			
Fuente	Estudios de cultivo en Estación Experimental Panguilemo, VII Región		González et al. ²²		

En su hábitat natural el canelo crece en sitios húmedos y pantanosos¹⁴, sobre todo en la zona norte de su distribución, donde predomina un clima mediterráneo con prolongados periodos secos y calurosos, con precipitaciones anuales entre 600 y 1.400 mm y temperaturas máximas en verano de 34° C. Sin embargo, el canelo se desarrolla mejor en la zona sur, donde las precipitaciones se distribuyen por todo el año alcanzando 2.000 a 3.000 mm y donde las temperaturas máximas no superan los 20° C.

En el bosque siempreverde del sur de Chile se ha observado un consumo anual de agua por transpiración de 107 litros por metro cuadrado de superficie foliar, existiendo una relación directa entre la intensidad de la transpiración diaria y los factores radiación solar, temperatura y humedad relativa del aire. De esta manera, el mayor consumo de agua por transpiración se observa durante los meses estivales, alcanzando un máximo de 20 litros por metro cuadrado de área foliar durante el mes de enero, lo que corresponde a unos 38 litros por árbol^{17,23}.

Para favorecer el desarrollo de canelo en una plantación se recomienda asegurar condiciones de humedad permanente en el suelo, implementando un sistema de riego en zonas donde esta condición es limitada.

Cultivo como planta medicinal

Diferente al manejo forestal¹⁷, en el cultivo de canelo como planta medicinal se busca la producción de hojas o corteza mediante cosechas periódicas.

Sin embargo, un ensayo de cultivo en la VII Región (Estación Experimental Panguilemo), provisto de un sistema de riego por goteo, no ha mostrado resultados satisfactorios. La alta mortalidad de plantas causada por *Phytophthora* spp. probablemente se deba a las condiciones de estrés que sufre esta especie durante los veranos calurosos y secos de la zona central de Chile.

Para evitar pérdidas provocadas por este hongo fitopatógeno y para asegurar un buen desarrollo de las plantas, se debe evitar el contacto del agua con el cuello, instalándolas sobre camellones. Junto con un eficiente sistema de riego,

se recomienda aplicar un mulch orgánico que prevenga las fluctuaciones excesivas de la temperatura del suelo y retrase el desarrollo de malezas. Finalmente, se puede mejorar la sanidad del suelo mediante aplicaciones con productos de *Trichoderma* spp.

Si para una plantación forestal se recomienda establecer los árboles a una densidad de cinco a seis mil plantas por hectárea durante los primeros años, en un cultivo intensivo con fines de producir las hojas o la corteza el número de plantas por hectárea puede ser mayor.

Intensidad de luz

En una plantación de canelo de dos años de edad ubicada en la VII Región se estudió el efecto de la exposición a pleno sol y a sombra sobre el crecimiento y el contenido de principios activos instalando alrededor de las plantas una malla que reduce la intensidad de la luz en un 18%.

Las plantas expuestas al sol no muestran diferencias significativas comparado con las de sombra para ninguna de las siguientes características: crecimiento en altura, desarrollo de brotes nuevos, peso de hojas por planta, área foliar, concentraciones de aceite esencial y terpenos en las hojas. Esto indica que, desde el punto de vista del requerimiento de luz, el canelo es una especie apta para una plantación intercalada o de alta densidad.

Poda

El canelo presenta una regeneración natural abundante, especialmente en sitios donde el bosque ha sido cortado o quemado^{17,24}, lo que indica que se puede esperar una respuesta positiva a la poda.

Un ensayo de poda del ápice realizado en el segundo año de un cultivo muestra que este tratamiento no afecta el crecimiento en altura, el desarrollo de brotes, el área foliar, rendimiento de hojas, ni el contenido de aceite esencial o terpenos.

Bibliografía

- 1 Muñoz, M. (1980): Flora de parque Nacional Puyehue. Editorial Universitaria. 557 pp.
- 2 Rodríguez, R., Matthei, O. y Quezada, M. (1983): Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. 408 pp.
- 3 Donoso, C. (1981): Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. CONAF/PNUD/FAO. Documento de Trabajo N° 38 Programa de Investigación y Desarrollo Forestal, Santiago. 82 pp y anexos.
- 4 Ramírez, C., San Martín, C. y San Martín, J. (1995): Estructura florística de los bosques pantanosos de Chile Sur-Central. En: J. Armesto, C. Villagrán & M. Kalin (editores.): Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. Capítulo 11: 215 - 234.
- 5 Farga, C. y Lastra, J. (1988): Plantas medicinales de uso común en Chile. Editorial Paesmi; Santiago de Chile.
- 6 De Mösbach, E.W. (1992): Botánica Indígena de Chile. Museo Chileno de Arte Precolombino, Fundación Andes, Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile, 78-79.
- 7 San Martín, J. (1983): Medicinal Plants in Central Chile. Economic Botany 37 (2): 216 – 227.
- 8 Muñoz, M., Barrera, E. y Meza, I. (1981): El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago Publicación Ocasional 33: 1 – 91.
- 9 Navas, L. (1973 -1979): Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. I Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Andrés Bello 311 pp. II Dicotyledoneae, Archychlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria

- 559 pp. III Dicotyledoneae, Metachlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp Santiago, Chile.
- 10 Montes, M. y Wilkomirsky, T. (1978): Medicina Tradicional Chilena. Editorial de la Universidad de Concepción 184-186.
 - 11 Silva, M., Alarcón, J., Bittner, M., Becerra, J., Sanhueza, L. y Marticorena, C. (1995): *Drimys winteri* J.R. et G. Forster. En: 270 Plantas Medicinales Iberoamericanas. CYTED-SECAB. Editor Gupta, M., Editorial Presencia Ltda. Santafé de Bogotá, Colombia. 574-576.
 - 12 Muñoz, O., Montes, M. y Wilkomirsky, T. (1999): Plantas medicinales de uso en Chile, Química y Farmacología. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
 - 13 Corporación Nacional Forestal (1998): Experiencias silviculturales del bosque nativo de Chile. GTZ y CONAF. Publicaciones Lo Castillo S.A. 420 pp.
 - 14 Rodríguez, G., Rodríguez, R. y Barrales, A. (1995): Plantas ornamentales chilenas. Editorial Anibal Pinto S.A. 130 pp.
 - 15 Muñoz, D. (2003): Variación de compuestos químicos en hojas de poblaciones de canelo (*Drimys* J.R. et G. Forster) en Chile. Tesis de Magister, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.
 - 16 Muñoz-Concha, D., Vogel, H. y Razmilic, I. (2004): Variación de compuestos químicos en hojas de poblaciones de *Drimys spp* (Magnoliophyta: Winteraceae) en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 77 (1): 43- 50.
 - 17 INFOR-CONAF (1998): Monografía del canelo *Drimys winteri*. Editorial Neuenschwander & Cruz, Santiago de Chile, p.13.
 - 18 Navarro C., Donoso, C. y Sandoval, V. (1999): Los renovales de canelo. En: C. Donoso y A. Lara: Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, p. 341-379.

- 19 Fernández, J.A. (1985): Propagación germinativa y vegetativa de *Drimys winteri* J.R. et G. Forster. Tesis. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.
- 20 Donoso, C., Hernández, M. y Navarro, C. (1993): Valores de producción de semillas y hojarasca de diferentes especies del tipo forestal siempreverde de la cordillera de la costa de Valdivia obtenidos durante un periodo de 10 años. *Revista Bosque* 14 (2).
- 21 Donoso, C. (1998): Árboles nativos de Chile; Guía de reconocimiento. Ediciones Marisa Cúneo, Valdivia, Chile; p.56-57.
- 22 González, C., Baez, M. y Lachica, M. (1990): Nutrición mineral del canelo (*Drimys winteri* Forst). *Revista Agroquímica* 34 (3): 267-271.
- 23 Huber A., Oyarzún, C. y Oñate, M. (1986): Factores reguladores de la transpiración potencial de algunas especies arbóreas del bosque siempreverde del sur de Chile. *Turrialba* 36 (3): 329-336.
- 24 Loewe, V. (1987): Evaluación de la regeneración natural del canelo (*Drimys winteri* Forst) en la X Región. Tesis Ing. Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- 25 Sierra, J.R., Lopez, J.T. and Cortes, M.J. (1986): (-)- 3-beta-Acetoxydrimenin from the leaves of *Drimys winterii*. *Phytochemistry* 25 (1): 253-254.
- 26 Brown, G.D. (1994): Drimendiol, a sesquiterpene from *Drimys winterii*. *Phytochemistry* 35 (4): 975-977.
- 27 Brown, G.D. (1995): A new sesquiterpene from *Drimys winterii*. *Journal of essential oil research* 7 (6): 705-707.
- 28 Cruz, A., Silva, M. and Sammes, P. (1973): Further terpenoids and phenolics of *Drimys winteri*. *Phytochemistry* 12: 2549-2550.

- 29 Ruiz, E., Fuentes, G., Becerra, J., Gonzalez, F. and Silva, M. (2002): Flavonoids as chemosystematic markers in chilean species of *Drimys* J.R. Forst. (Winteraceae). *Boletín de la Sociedad Chilena de Química* 47 (3): 273-278.
- 30 Cechinel, V., Schlemper, V., Santos, A.R.S., Pinheiro, T.R., Yunes, R.A., Mendes, G.L., Calixto, J.B. and Delle Monache, F. (1998): Isolation and identification of active compounds from *Drimys winteri* barks. *Journal of Ethnopharmacology* 62 (3): 223-227.
- 31 Malheiros, A., Cechinel, V., Schmitt, C.B., Santos, A.R.S., Scheidt, C., Calixto, J.B., Delle Monache, F. and Yunes, R.A. (2001): A sesquiterpene drimane with antinociceptive activity from *Drimys winteri* bark. *Phytochemistry* 57 (1): 103-107.

Otros

Barrero, A.F., Herrador, M.M., Arteaga, P., Lara, A. y Cortes, M. (2000): Chemical composition of the essential oil from *Drimys winteri* Forst. *Journal of Essential Oil Research*. 12 (6): 685-688.

Cortés, M.J., Urrejola, R. y Oyarzún, M.L. (1982): Metabolitos secundarios de la corteza de *Drimys winteri* Forst. *Boletín de la Sociedad Chilena de Química* 27: 307-309.

Moya, P. (2002): Crecimiento de brotes y concentración de principios activos en poblaciones naturales de canelo (*Drimys winteri* J.R. et Forster) en la VII Región. Memoria, Escuela de Agronomía, Universidad de Talca.

CAPÍTULO 7

PEUMO





PEUMO

Nombre científico: *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser

Familia: Lauraceae

Nombre común: Peumo

El peumo es un imponente árbol siempreverde que alcanza hasta 20 m de altura y 1 m de diámetro del tronco, aunque en muchas situaciones aparenta un hábito más arbustivo debido a su gran capacidad de rebrotar después de ser cortado. Se caracteriza por su follaje aromático reunido en una copa globosa muy frondosa. Las hojas lisas y de margen ondulado, son de color verde brillante en la cara superior y blanquecinas en su cara inferior. Esta coloración le otorga al árbol una apariencia verde opaca a grisácea, sobre la que destacan los brotes nuevos de color rojizo que aparecen en primavera. La floración ocurre entre noviembre a diciembre y pasa inadvertida por tratarse de pequeñas flores color crema escondidas en las axilas de las hojas. Las flores son polinizadas por insectos y desarrollan un fruto carnoso (drupe) que madura en otoño. Los frutos de color rojo a rosado, muy vistosos, se diseminan por gravedad y son consumidos por mamíferos, como el zorro, que contribuyen a su dispersión a grandes distancias.

Figura 7.1: Peumo



Nombre científico: *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser
Familia: Lauraceae
Nombre común: Peumo

Distribución y descripción del hábitat

Esta especie es endémica de Chile, distribuyéndose desde la Región de Coquimbo (IV Región) hasta la Región de la Araucanía (IX Región)¹. Como parte de la estructura de la vegetación nativa del centro-sur del país integra los matorrales y bosques esclerófilos en laderas y quebradas húmedas desde la ladera occidental de la cordillera de la costa, el valle ventral y, por el sector andino, a altitudes inferiores a los 1.200 m.s.n.m.². La especie también se integra en los bosques caducifolios de especies del género *Nothofagus* ocupando el estrato medio superior^{2,3,4,5}.

Hábito y descripción botánica

Es un árbol siempreverde, frondoso, de copa globosa formada por un denso follaje verde opaco. Alcanza hasta 20 m de altura, presentando un tronco corto de hasta 1 m de diámetro¹.

Las hojas de consistencia coriácea, son glabras y aromáticas. La lámina es entera, aovada-elíptica de 1 a 5 cm de longitud y 1 a 5 cm de ancho, con el margen ondulado. El ápice es obtuso a emarginado y la base ligeramente redondeada, con pecíolo corto y glabro. La filotaxis es alterna^{1, 11, 20}.

Las flores hermafroditas, que aparecen en la primavera desde noviembre a diciembre, son muy pequeñas e inconspicuas, de color amarillo-verdoso. Están dispuestas en inflorescencias del tipo panoja o racimo axilar en la periferia de ramas terminales¹¹. Su polinización es entomófila²⁰. El fruto es una drupa ovalada a elíptica, rojiza a rosada de 1 a 1,8 cm de largo, que madura entre marzo y abril²⁰. Se dispersa por gravedad o mediante mamíferos como el zorro^{21, 22}.



Compuestos químicos

Las hojas contienen **aceite esencial** en concentraciones bajas de aproximadamente 0,3%, siendo los principales componentes: borneol, cineol, linanol, limoneno, α y β -pineno, 1-terpinen-4-ol²³.

De las hojas y tallos también se han aislado:

- **flavonoides** (isorhamnnetina, kaempferol, quercetina)
- **glicósidos**: isoharmnetin-3-O-rhamnósido, isoharmnetina-3-O-galactósido, isoharmnetina-3-O-glucósido, kaempferol-3-O-galactósido, quercetina-3-O-rhamnósido (quercetrina), quercetina-3-O-galactósido (hiperósido), quercetina-3-O-glucósido (isoquercetrina).
- **ácido clorogénico**²⁴.

La corteza contiene

- **taninos**
- **alcaloides** del tipo bencilisoquimolínico: (+)-reticulina.

Desde los frutos de *Cryptocarya alba* se ha aislado

- cryptofolione y su derivado 6-(4,6-dimetoxi-8-fenil-octa-1,7-dienil)-4-hidroxitetrahidropiran-2-ona^{9,25}. Cryptofolione ha mostrado actividad en contra de *Trypanosoma cruzi* *trypomastigotes*, reduciendo su número en un 77 % a 250 $\mu\text{g/ml}$.

Uso tradicional

La madera del peumo se usa como leña. Se emplea también para confección de hormas y tacos para calzado y en artesanía⁶. La corteza es rica en taninos, usándose en curtidurías y para teñir el cuero de color anaranjado⁷.

Los frutos maduros son muy aromáticos. Antiguamente eran consumidos por los campesinos previo cocimiento en agua para quitarles el sabor amargo⁸. También se utiliza como forraje para el ganado⁷. Los frutos presentan actividad antioxidante. Su pulpa contiene un 70 % de carbohidratos, 16 % de lípidos crudos, 5,6 % de fibra y un 6 % de proteínas⁹.

Con las hojas¹⁰ y la corteza en estado fresco, ricas en taninos, se prepara una infusión para dolencias estomacales, hepáticas, dolencias de reumatismo y también para lavados exteriores en hemorragias vaginales^{8,11}.

Concentración de aceite esencial

Las hojas de peumo son muy aromáticas debido a la presencia de aceite esencial que se encuentra en concentraciones de 0,10 a 0,35 ml por 100 g de materia seca.

Aunque no se ha encontrado diferencia significativa entre las poblaciones naturales de Tregualemu, El Picazo y El Colorado, sí se han observado, dentro de estas poblaciones, individuos con concentraciones más altas (hasta 0,35 ml/ 100 g MS) y más bajas (0,10 ml/ 100 g MS).

En general, las hojas colectadas de árboles adultos contienen menos aceite esencial que los individuos rebrotados.

Por otra parte, el contenido de aceite esencial no sufre cambios por la edad de las hojas, su posición en el árbol, la intensidad de luz, ni por la humedad del suelo.

Propagación

En forma natural el peumo se disemina mediante semillas de fácil germinación¹². El mayor éxito de germinación y establecimiento de plantas jóvenes se ha observado cuando el fruto cae directamente y no es consumido por aves frugívoras, cuando la dispersión ocurre en época de lluvia y la planta crece protegida bajo otros árboles¹³.

La semilla almacenada pierde rápidamente su alta capacidad germinativa, por lo que la siembra debe realizarse con semilla recién cosechada, lo que corresponde a la época de otoño e invierno. Si fuese necesario, la semilla se almacena sin pericarpio y sin sustrato a 5° C por no más de cuatro a cinco meses¹⁴. Por el efecto perjudicial que ejerce el pericarpio del fruto sobre la capacidad germinativa^{13,14,15}, se recomienda macerar los frutos por 48 horas en agua para separar la pulpa de la semilla, estimándose obtener unas 900 semillas por kilogramo⁶. Las de mayor tamaño presentan una mayor tasa de establecimiento y dan origen a plántulas con mayor desarrollo aéreo¹⁶. Las semillas seleccionadas y viables según el test de flotación, se siembran a una profundidad de 1 a 2 cm, con una densidad de 15 a 20 semillas por metro⁶. Como sustratos se pueden usar arena, tierra de hojas o una mezcla, por ejemplo compost, tierra y arena en una relación de 2:2:1¹⁷. La emergencia es bastante heterogénea, pudiendo prolongarse desde 15 a 70 días o más⁶, con porcentajes de germinación mayores al 90%. Las plantas deben repicarse cuando presentan el primer par de hojas verdaderas.

El peumo también se puede propagar vegetativamente mediante el enraizamiento de estacas. Para ello, se corta el segmento apical con al menos dos pares de hojas, preferentemente de rebrotes del tocón o de individuos jóvenes. La aplicación de un producto con hormona enraizante (AIB) mejora el éxito de propagación, logrando al cabo de cinco meses hasta un 50% de estacas con raíces formadas.

Las plantas se mantienen por 1,5 a 2 años en vivero con abundante riego. La fertilización foliar con fertilizante completo al 0,1% estimula el crecimiento en altura y la aparición de nuevos brotes y hojas.

Cultivo

El peumo se desarrolla bien en suelos medianamente húmedos¹⁸ con algo de materia orgánica¹⁷. Tolerancia desde suelos francos a pedregoso - arcillosos y de pH neutro hasta ácido¹⁷, prefiriendo terrenos sueltos y profundos¹². Es un árbol que resiste bien las heladas^{12,18}.

Para plantaciones forestales puros de *Cryptocarya alba* se recomienda establecer

entre 625 y 1.600 árboles por hectárea, dependiendo de las condiciones climáticas, la calidad del terreno y los objetivos de la producción¹⁹. Para la explotación de las hojas, la plantación se establece en otoño o a fines de invierno con una distancia de 0,5 a 1,0 m sobre la hilera y de 1,5 a 2 m entre hileras para facilitar las labores de manejo y cosecha.

Demanda nutricional

La aplicación de fertilizante NPK favorece el desarrollo de las plantas¹⁹. Sin embargo, la recomendación de 50 g de N por planta en forma de úrea, 10 g de P en forma de superfosfato triple y 25 g de K en forma de sulfato de potasio¹⁹ es bastante mayor a la cantidad de nutrientes que la planta demanda durante los primeros años (Cuadro 7.1).

A partir de los contenidos de macro- y microelementos en hojas y tallos (Cuadro 7.1), se puede estimar la demanda nutricional de la plantación.

Cuadro 7.1: Extracción de macro- y micronutrientes en peumo

	Contenido de nutrientes en materia seca		Extracción por tonelada de materia fresca		Extracción por tonelada de materia seca		Demanda anual hasta 3 ^{er} año
	Hojas	Tallos	Total	Hojas	Total	Hojas	
N	0,97 %	0,55 %	4,5 kg	5,3 kg	8,0 kg	9,7 kg	1,83 g/ planta
P	0,13 %	0,09 %	650 g	720 g	1,2 kg	1,3 kg	0,26 g/ planta
K	0,90 %	0,60 %	4,4 kg	4,9 kg	7,8 kg	9,0 kg	1,77 g/ planta
Ca	0,79 %	0,97 %	4,5 kg	4,3 kg	8,7 kg	7,9 kg	1,94 g/ planta
Mg	0,12 %	0,09 %	590 g	630 g	1,1 kg	1,2 kg	0,25 g/ planta
Mn	463 ppm	182 ppm	190 g	250 g	350 g	46 g	80,4 mg/ planta
Zn	18,3 ppm	19,3 ppm	10 g	9,7 g	19 g	18 g	4,22 mg/ planta
Cu	4,67 ppm	7,0 ppm	3,2 g	2,5 g	5,6 g	4,7 g	1,25 mg/ planta
B	12,7 ppm	19,7 ppm	9,0 g	7,0 g	16 g	13 g	3,47 mg/ planta

Valores calculados sobre la base de un contenido de humedad de un 54% y 60% para hojas y tallos, respectivamente
Relación hojas: tallos = 59: 41

Riego

En su hábitat natural el peumo prefiere lugares húmedos como quebradas o laderas con suficiente disponibilidad de agua^{12,17}. Se desarrolla bien en terrenos con una precipitación anual de 500 a 1.500 mm¹⁸. En cultivo requiere de riego mediano prefiriendo los suelos húmedos¹⁷. Condiciones más secas no interfieren en la concentración de aceite esencial en las hojas ni en el número de brotes formados por las plantas (Cuadro 7.2). Sin embargo, el tamaño de la hoja y su rendimiento aumentan con la humedad en el suelo. El riego después de la cosecha favorece una rápida recuperación de las plantas.

Luz

En su hábitat natural se ha observado que plantas jóvenes de peumo se establecen difícilmente en lugares abiertos, mientras que en terrenos con alta densidad vegetal la sobrevivencia es mucho mayor¹³.

En plantaciones, la intensidad de la luz aparentemente no afecta ni el rendimiento de hojas, ni su concentración de aceite esencial, por lo que esta especie estaría apta para ser producida tanto con exposición total al sol como intercalada en bosques. Sin embargo, bajo sombra puede desarrollar brotes más largos que a pleno sol (Cuadro 7.2).

Como árbol ornamental se recomienda plantar el peumo a pleno sol o semisombra^{17,18}.

Cosecha

Aunque el peumo naturalmente presenta hábito de árbol, resiste muy bien las podas, regenerándose incluso sin problemas si se corta desde la base¹².

Para la producción de hojas en cultivo la planta debe mantenerse pequeña, podándola a los 20 cm sobre el nivel del suelo. El primer corte no debe efectuarse antes de los tres años desde la plantación. Las plantas más jóvenes no logran recuperar su biomasa dentro del año siguiente, pierden altura y rendimiento, aunque el porcentaje de hojas en la cosecha y su contenido de aceites esenciales no son afectados (Cuadro 7.2).

Una poda en invierno estimula el crecimiento de las plantas durante la primavera siguiente (Figura 7.2).

Figura 7.2: Altura de plantas de peumo podadas y no podadas

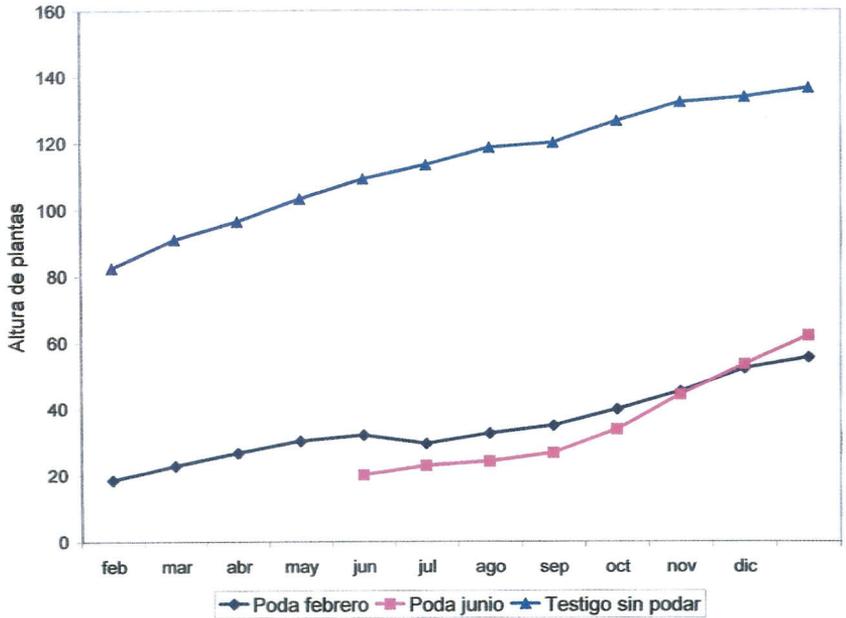


Figura 7.3: Estados fenológicos del peumo

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Receso	Crecimiento vegetativo	Floración	Crecimiento vegetativo	Fructificación	Receso vegetativo						

Cuadro 7.2: Efecto del momento de la primera cosecha, intensidad de luz y humedad del suelo sobre caracteres de rendimiento y calidad en una plantación de peumo ubicada en Talca, VII Región

Factores que lo afectan				Valores medios observados	Tendencias
Rendimiento de hojas g MS/ planta	Momento 1ª cosecha	2 años 3 años	110 - 210 420	Una planta cosechada a los dos años no logra recuperarse para el año siguiente. No se observa diferencia significativa entre plantas a pleno sol y bajo sombra. Las plantas más regadas logran un mayor rendimiento.	
	Intensidad de luz	100 % 78 %	330 400		
	Humedad del suelo	20 % CC 65 % CC	300 420		
Porcentaje de hojas en la cosecha (%)	Momento 1ª cosecha	2 años 3 años	56 - 59 62	Las plantas cosechadas a 2 años de edad muestran en el año siguiente mayores porcentajes de hojas que aquellas cosechadas a los 3 años. No se observa diferencia significativa entre plantas a pleno sol y bajo sombra. Las diferencia observada no es significativa y no se repite al año siguiente.	
	Intensidad de luz	100 % 78 %	59 59		
	Humedad del suelo	20 % CC 65 % CC	62 56		
Altura de la planta (cm)	Momento 1ª cosecha	2 años 3 años	86 - 95 133	El aumento de altura del 2º al 3º año indica el crecimiento de las plantas; plantas cosechadas a los dos años a 20 cm muestran un crecimiento en altura similar a plantas no cosechadas. Las plantas bajo sombra son más altas que aquellas expuestas a pleno sol. A pesar de ello, la cantidad y el porcentaje de hojas en la cosecha se mantienen iguales, lo que indicaría que los entrenudos son más largos y los brotes más delgados. Las plantas con mayor disponibilidad de agua son más altas y crecen mejor después de una cosecha.	
	Intensidad de luz	100 % 78 %	95 114		
	Humedad del suelo	20 % CC 65 % CC	96 113		
Número de brotes	Momento 1ª cosecha	2 años 3 años	6,0 - 6,8 6,5	Ninguno de los factores estudiados afecta el número de brotes por planta. Además, la cosecha a los dos años no estimula el desarrollo de nuevos brotes.	
	Intensidad de luz	100 % 78 %	8,1 6,7		
	Humedad del suelo	20 % CC 65 % CC	7,3 7,5		

Concentración de taninos (%)	Hábito de crecimiento	Árbol adulto Individuo rebrotado	4,62 3,74	Hojas de árboles adultos contienen más taninos que de individuos rebrotados. A pesar de no existir diferencias significativas entre las poblaciones estudiadas, se encontraron individuos en Tregualemu con contenidos especialmente altos, hasta 5,2 %.
	Población	Tregualemu El Picazo El Colorado	4,15 3,99 4,35	
Concentración de aceite esencial ml/ 100 g MS	Momento 1ª cosecha	2 años 3 años	0,15 - 0,20 0,19	Ninguno de los factores estudiados afecta la concentración de aceite esencial en las hojas. Las hojas de los individuos rebrotados tienen mayor concentración de aceite esencial que árboles adultos. Las diferencias entre las poblaciones estudiadas no son significativas. Sin embargo, en Tregualemu existe diferencia significativa entre individuos.
	Intensidad de luz	100 % 78 %	0,17 0,20	
	Humedad del suelo	20 % CC 65 % CC	0,20 0,16	
	Posición de hojas	Copa alta Copa baja	0,16 0,17	
	Edad de las hojas	Viejas Nuevas	0,19 0,17	
	Hábito de crecimiento	Árbol adulto Individuo rebrotado	0,16 0,22	
	Población	Tregualemu El Picazo El Colorado	0,16 0,18 0,20	

Bibliografía

- 1 Rodríguez, R., Matthei, O. y Quezada, M. (1983): Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. 408 pp.
- 2 Donoso, C. (1981): Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. CONAF/PNUD/FAO. Documento de trabajo N° 38 Programa de Investigación y Desarrollo Forestal, Santiago. 82 pp y anexos.
- 3 Donoso, C. (1982): Revisión ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. Bosque 4 (2): 117 - 142.

- 4 San Martín, J., Figueroa, H. y Ramírez, C. (1984): Fitosociología de los bosques de ruil (*Nothofagus alessandrii* Espinosa) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 171 – 200.
- 5 Amigo, J., San Martín, J. y García, L. (2000): Estudio fitosociológico de los bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser del Centro-Sur de Chile. Phytocoenologia 30 (2): 193 – 221.
- 6 López, J., Jiménez, G. y Reyes, B. (1986): Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas. Chile Forestal, Parte I y II, Documentos Técnicos 14 y 15.
- 7 Martín, F. (1989): Investigación y desarrollo de áreas silvestres, zonas áridas y semiáridas de Chile; extraíbles químicos de especies nativas en zonas áridas y semiáridas. Documento de trabajo N° 24. CONAF. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Santiago de Chile, 43 p.
- 8 Muñoz, M., Barrera, E. y Meza, I. (1981): El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago. Publicación Ocasional 33: 1 – 91.
- 9 Schmeda-Hirschmann, G., Razmilic, I., Gutierrez, M.I. and Loyola, J.I. (1999): Proximate composition and biological activity of food plants gathered by Chilean Amerindians. Economic Botany 53 (2): 177-187.
- 10 San Martín, J. (1983): Medicinal plants in central Chile. Economic Botany 37 (2): 216 – 227.
- 11 Navas, L. (1973 -1979): Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. I Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Andrés Bello 311 pp. II Dicotyledoneae, Archychlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp. III Dicotyledoneae, Metachlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp. Santiago, Chile.
- 12 Hoffmann, A. (1983): El árbol urbano en Chile. Fundación Claudio Gay,

Santiago de Chile, p.20.

- 13 Bustamante, R., Walkowiak, A., Henríquez, C. and Serey, I. (1996): Bird frugivory and the fate of seeds of *Cryptocarya alba* (Lauraceae) in Chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural* 69 (3): 357-363.
- 14 Ramírez, B. (1997): Factores que afectan la germinación y la producción de plantas de *Cryptocarya alba* (Mol) Looser. Tesis Universidad de Chile, 74 p.
- 15 Chacón, P., Bustamante, R. and Henríquez, C. (1998): The effect of the size on germination and seedling growth of *Cryptocarya alba* (Lauraceae) in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71(2): 189-197.
- 16 Chacón, P. and Bustamante, R. (2001): The effect of seed size and pericarp on seedling recruitment and biomass in *Cryptocarya alba* (Lauraceae) under two contrasting moisture regimes. *Plant Ecology* 152 (2): 137-144.
- 17 Riedemann, P. y Aldunate, G. (2001): Flora nativa de valor ornamental Chile zona Centro; Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile.
- 18 Rodríguez, G., Rodríguez, R. y Barrales, H.L. (1995): Plantas Ornamentales Chilenas. Editorial Lamas y Cía., Concepción.
- 19 Valdebenito, G., Benedetti, S., Andrade, F. y Salinas, A. (1997): Sistemas agroforestales: Análisis y diseño de propuestas orientadas al secano de las comunas de Navidad y La Estrella. Programa Prodecop-Secano; disponible en www.gestionforestal.cl/pt_02/plantaciones/txt/Estableci/ESPEU.htm
- 20 Riveros, F., Hoffmann, A., Avila, G., Aljaro, M., Araya, S., Hoffmann, A.E. and Montenegro, G. (1976): Comparative Morphological and Ecophysiological Aspects of two Sclerophyllous Chilean Shrubs. *Flora* 165: 223 - 234.
- 21 Jaksic, F., Schlatter, R. and Yañez, J. (1980): Feeding ecology of central

Chilean Foxes *Dusicyon culpaeus* and *Dusicyon griseus*. *Journal of Mammology* 61: 254 – 260.

- 22 Donoso, C. (1993): *Bosques templados de Chile y Argentina*. Editorial Universitaria, Santiago. 485 pp.
- 23 Montes, M., Valenzuela, L., Wilkomirsky, T., Sanguinetti, A. and Von Baer, D. (1989): Chemical composition of the essential oil of *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser (Lauraceae) in Chile. *Annales Pharmaceutiques Francaises* 46 (1): 41-7.
- 24 Timmermann, B.N., Valcicm S., Lium Y.L. and Montenegro, G. (1995): Flavonols from *Cryptocarya alba*. *Zeitschrift für Naturforschung C-A Journal of Biosciences* 50 (11-12): 898-899.
- 25 Schmeda-Hirschmann, G., Astudillo, L., Bastida, J., Codina, C., De Arias, A.R., Ferreira, M.E., Inchausti, A. and Yaluff, G. (2001): Cryptofolione derivatives from *Cryptocarya alba* fruits. *J. of Pharmacy and Pharmacology* 53 (4): 563-567.

Otros

Serra, V. (1991): *Cryptocarya alba* (Mol) Looser (Lauraceae): Organización morfológica de la semilla, plántula y estados juveniles. *Ciencias Forestales* 7 (1-2): 21-27.

CAPÍTULO 8

MAQUI





MAQUI

Nombre científico: *Aristotelia chilensis* (Mol.)Stuntz

Familia: Elaeocarpaceae

Nombre común: Maqui

El maqui es un árbol parcialmente caducifolio que puede alcanzar hasta 6 m de altura. Presenta numerosas ramificaciones delgadas y flexibles desde la base, sobre las que se insertan hojas péndulas grandes y dispuestas en forma de cruz muy característica¹. Su textura es coriácea y presentan una coloración verde brillante en su cara superior y más clara en la cara inferior. Muy llamativa es la coloración rojiza de sus ramas jóvenes y de los pecíolos de las hojas. Florece entre octubre y diciembre con pequeñas flores de color amarillo pálido poco vistosas, reunidas en corimbos en las axilas de las hojas. El fruto, que es una pequeña baya esférica de color negro violáceo brillante, madura en verano y es muy apetecida por aves nativas que contribuyen a su dispersión^{2,3,4}.

Figura 8.1: Maqui



Nombre científico: *Aristotelia chilensis* (Mol.)Stuntz
Familia. Elaeocarpaceae
Nombre común: Maqui

Distribución y descripción del hábitat

Árbol endémico de los bosques subantárticos que se distribuye desde la provincia de Coquimbo, IV Región, hasta Chiloé, X Región y en Argentina^{3,4}. También se encuentra en las Islas Juan Fernández donde ha sido introducido antes del siglo XX formando densos matorrales^{4,5}.

La planta, distribuida ampliamente, ocupa los climas mediterráneos semiáridos y templados subhúmedos y húmedos. Participa en la estructura de los matorrales esclerófilos y bosques caducifolios de *Nothofagus*^{6,7,8,9}. Se la encuentra en ambas cordilleras y en el valle central, desde el nivel del mar y hasta los 2.500 m.s.n.m.^{4,10}

Usos

El maqui ha sido tradicionalmente muy usado por la etnia mapuche para la cura de múltiples dolencias^{11,13,14,15}.

Las hojas secas pulverizadas se utilizan para curar heridas y como cicatrizante^{12,13,15,16}. En infusión es utilizado para enfermedades de la garganta, úlceras bucales y tumores intestinales^{11,13,14,15,16}. Cataplasmas de hojas machacadas son usados en caso de tumores y como analgésico y febrífugo^{12,13,15}.

Los frutos comestibles presentan propiedades antidiarreicas y astringentes^{12,13,14,15}. Con ellos se prepara una bebida alcohólica, la chicha de maqui^{4,12,15}. También son usados para adulterar vino tinto, por su alto contenido de colorantes^{4,12,14}.

La madera blanda y sonora de esta especie es utilizada en artesanía popular⁴ y para la confección de instrumentos musicales². Con la corteza se confeccionan cordeles^{2,4}.

Compuestos químicos

La capacidad colorante de los frutos de esta especie ha motivado numerosos estudios fitoquímicos, detectándose pigmentos del tipo los flavonoides^{12,16}. Por otro lado, se determinó que toda la planta es rica en flavonoides, taninos y

alcaloides, que aparentan ser los responsables de sus propiedades terapéuticas¹⁵. Los mayores contenidos de estos compuestos se encontraron en las hojas, siendo muy inferiores las concentraciones de alcaloides y flavonoides cuantificadas en tallos y frutos (cuadro 8.1). Aunque se encontró una gran variación entre plantas, otros factores como edad de la hoja o procedencia de la misma (árbol adulto o rebrote de tocón), no afectaron su composición. Tampoco se observó una variación asociada a la estacionalidad.

Compuestos químicos

De esta planta se han estudiado principalmente sus frutos de donde se han aislado:

- **antocianidinas**
- **flavonoides** (quercetina)
- **cumarinas**
- **esteroides** (α -sisterol)
- **alcaloides** del tipo indólicos y quinolínico (makonina, aristotelinona, aristotelina, 2-epi-aristotelona, aristotelona, aristotelinina, aristona, 8-oxo-9-dehidrohobartina, 8-oxo-9dehidromakomakina, makomakine, hobartine, serratolina y scopoletina^{19,20,21,22,23}). El rendimiento de estos alcaloides es muy bajo, 0,0003%²².

El jugo del maqui es una fuente rica en fenoles con una alta capacidad antioxidante²⁴ y se sugiere que puede tener propiedades antiaterogénicas²².



Cuadro 8.1: Variación de las concentraciones de taninos, alcaloides y flavonoides en distintos órganos y en diferentes épocas del año en plantas de maqui silvestres de la VII Región (El Picazo).

	% taninos	% alcaloides*	% flavonoides*
Concentración de compuestos químicos en distintos órganos (primavera-verano):			
tallo	4,32	0,06 a	0,15 a
hoja joven	6,64	0,28 b	0,70 b
hoja adulta	6,38	0,25 b	0,64 b
fruto	3,48	0,04 a	0,04 a
Contenido en hojas de distintos tipos de planta (primavera):			
árbol	5,33	0,14	1,10
rebrote de tocón	5,17	0,14	1,23
Contenido en hojas jóvenes cosechadas durante:			
primavera	6,37	0,21	0,92
verano	6,03	0,16	0,79
otoño	6,73	0,22	0,69

* letras distintas en la columna indican diferencia estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Propagación por semillas

El fruto es una pequeña baya esférica de color negro violáceo brillante, que en su interior contiene 2 a 4 semillas duras y angulosas¹¹. Madura entre diciembre y enero al norte de su distribución geográfica y a fines del verano en el sur. Por el dulzor de su pulpa es muy apetecida por los niños de localidades rurales, como asimismo por las aves nativas que, de esta forma, contribuyen a su propagación a grandes distancias^{12,13}. Por este mecanismo prolifera, profusamente, en ambientes quemados o talados visitados frecuentemente por las aves, comportándose como pionera en las áreas perturbadas¹⁷.

Esto indica que es una especie que se propaga fácilmente por medio de semillas. Para ello se requiere cosechar de la planta los frutos una vez maduros (fines del verano) y remojarlos para lograr separar la pulpa de las semillas. Posteriormente se secan las semillas a la sombra.

La época más favorable para la siembra en cama caliente es otoño a invierno. Debe sembrarse superficialmente (0,5 cm) en sustrato arena, lográndose porcentajes de germinación entre 34 y 63 % (Cuadro 8.2). Macerando previamente las semillas por 3 días en agua fría puede aumentarse el porcentaje de germinación. El tratamiento de las semillas con agua caliente o ácido giberélico reduce marcadamente el porcentaje de germinación.

A los 28 a 30 días después de la siembra se produce la emergencia. A los 45 días las plántulas alcanzan los 3 a 4 cm de altura y ya pueden ser repicadas a maceta u otro contenedor, en un sustrato que contenga tierra de hoja, arena y tierra del lugar en partes iguales.

Cuadro 8.2: *Porcentaje de germinación de maqui con distintos tratamientos pre-germinativos de la semilla*

Tratamiento pre-germinativo	Porcentaje de germinación
Sin tratamiento	34 – 63 %
Maceración en agua fría por 48 h + estratificación fría por 48 h	45 – 61 %
Maceración en agua caliente (80°C) por 24 h + estratificación fría por 48 h	8 – 19 %
Maceración en ácido giberélico (200 mg/kg) por 24 h	0,7 – 1,3 %
Maceración en agua fría por 72 h	58 – 77 %

Propagación por estacas

El maqui es una especie dioica, lo que significa que presenta individuos masculinos y femeninos y depende de la fecundación cruzada para su propagación. Al ser además una especie que en la naturaleza se propaga fácilmente vía semilla, se mantiene una gran variabilidad genética en sus poblaciones naturales. Pero para fines comerciales muchas veces interesa propagar material seleccionado y asegurar un porcentaje definido de individuos de distinto sexo. Para ello debe realizarse una propagación asexual de esta planta.

La forma más simple y efectiva es vía la propagación por estacas. La mejor época para recolectar las estacas es otoño y primavera. Como plantas madres deben elegirse individuos sanos con las propiedades adecuadas respecto de su fructificación, concentración de principios activos en sus hojas o calidad ornamental, dependiendo del destino de la futura producción comercial: para la producción de hojas, conviene elegir plantas jóvenes o rebrotes con un activo crecimiento vegetativo. Si el destino es la producción de frutos, se deben elegir plantas madres maduras y en una mayor proporción de sexo femenino, en etapa de reproducción. En todos los casos se asegurará un buen porcentaje de enraizamiento al cosechar segmentos apicales de las ramas (20 cm) con cuatro a cinco hojas.

Las estacas deben mantenerse húmedas en su base dentro de bolsas de polietileno para evitar la deshidratación de las mismas. Conviene transportarlas en contenedores aislantes, para evitar su exposición a temperaturas extremas. Previo a la instalación en el medio de enraizamiento, debe realizarse un nuevo corte recto en la base de la estaca, preferentemente debajo de un nudo, dejándola de 15 cm de largo. También es conveniente reducir el área foliar conservando sólo dos a tres hojas del ápice, que se cortan por la mitad para evitar su superposición y excesiva deshidratación de las estacas. Posteriormente se lavan con abundante agua y se desinfectan sumergiéndolas durante unos 15 minutos en una solución de fungicida (por ejemplo Captan 1g/l).

Para lograr un alto porcentaje de enraizamiento conviene aplicar hormona enraizante a la estaca (cuadro 8.3). Esta se puede aplicar como producto

comercial en forma de polvo a la base de la estaca o sumergir la base por 15 segundos en una solución hidroalcohólica al 0,1 % de ácido indolbutírico (AIB). Inmediatamente después se instalan las estacas en el medio de enraizamiento.

Si se cuenta con un riego tipo niebla intermitente que asegure un alto porcentaje de humedad ambiental (superior al 50% de humedad relativa), conviene utilizar arena como sustrato de enraizamiento (Cuadro 8.3). En caso contrario debe utilizarse un sustrato que asegure una mejor retención del agua, por ejemplo una mezcla de perlita y vermiculita. Por las condiciones de humedad y temperatura favorables en una cama caliente es muy frecuente observar ataques de distintos hongos patógenos, por lo que conviene realizar cada 15 días pulverizaciones preventivas con funguicidas. Alternando las aplicaciones con distintos productos se evita la aparición de patógenos resistentes.

Aproximadamente a las 6 a 8 semanas se puede lograr enraizamiento hasta en un 100 % de las estacas dependiendo de las condiciones (Cuadro 8.3). En este momento se pueden repicar los esquejes a maceteros u otros contenedores.

Cuadro 8.3: *Porcentaje de enraizamiento de estacas de maqui en distintas condiciones*¹⁸

Tratamiento de estacas	Aplicación de hormona (AIB)	Porcentaje de estacas enraizadas
Estacas con hojas	Sí	80 – 100 %
Estacas sin hojas	Sí	30 – 60 %
Estacas masculinas con hojas	No	48 – 67 %
Estacas femeninas con hojas	No	38 – 66 %
Estacas con hojas en sustrato arena	No	67 %
Estacas con hojas en sustrato mezcla (perlita+vermiculita 1:1)	No	43 %

Figura 8.2: Estados fenológicos del maqui

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
											
Receso vegetativo		Crecimiento vegetativo		Floración		Fructificación		Crecimiento vegetativo		Receso	

Vivero

La etapa de viverización se inicia una vez que las plántulas germinadas o las estacas enraizadas hayan sido repicadas a macetas u otros contenedores que contengan una mezcla compuesta por arena gruesa, tierra de hoja y tierra del lugar en proporción 1:1:1. Este trasplante debe realizarse bajo semi-sombra y regando abundantemente. Conviene mantener las plantas repicadas durante una a dos semanas bajo semi-sombra antes de trasladarlas a un sitio descubierto¹⁸. Esto es especialmente importante cuando, dependiendo del momento de propagación, el repique se realiza en primavera o inicios de verano, momento en que las altas temperaturas promueven el crecimiento vegetativo haciendo las plantas más propensas a sufrir un estrés hídrico. En otoño o invierno las bajas temperaturas inducen la dormancia de las yemas, iniciándose la etapa de receso vegetativo. En ese momento las plantas están menos expuestas a sufrir un estrés hídrico.

Debe regarse frecuentemente y a diario durante el verano, para evitar el desecamiento del sustrato. Al cabo de un año puede lograrse una planta de alrededor de 30 a 40 cm de altura. Aplicaciones de fertilizante favorecen el crecimiento del brote aéreo. Pero si el destino de las plantas es una plantación comercial, debe evitarse la formación de una planta desbalanceada respecto de su raíz, lo que redundaría en una mayor mortandad al momento de trasplante.

Cultivo

El momento más favorable para instalar una plantación de maqui es durante el período de receso del crecimiento vegetativo (otoño – invierno), permitiendo que las plantas desarrollen su sistema radical antes de iniciar el crecimiento aéreo en primavera.

Para la explotación de hojas conviene establecer el cultivo a una distancia de 0,5 m sobre la hilera y de 1,5 m entre hileras, para facilitar las labores de manejo y cosecha. Debe asegurarse un buen aprovisionamiento hídrico durante la época estival para asegurar una continua producción de hojas.

Cosecha

Para la producción de hojas debe manejarse el cultivo con plantas pequeñas, estimulando la producción de rebrotes mediante podas efectuadas durante otoño o invierno. A partir del año de establecido el cultivo pueden iniciarse las cortas para cosecha de hojas a una altura de aproximadamente 30 cm sobre el suelo.

El maqui resiste recortes intensos que afecten gran parte de su biomasa aérea. En una plantación de un año de edad, se realizaron podas de distinta intensidad, recuperándose las plantas podadas en el lapso de un año e incluso superando su producción total de hojas a la de las plantas no podadas, debido a una menor incidencia de los tallos (cuadro 8.4).

Cuadro 8.4: Efecto sobre la intensidad de poda en plantas de maqui cultivadas en la VII Región (Linares) en una plantación a 0,5 x 1,5 m.

Poda realizada al final del 1° año de la plantación*	Peso seco (g) por planta al final del 2° año de plantación**	Peso seco acumulado de hojas (g/planta)	Peso seco acumulado de tallos (g/planta)
Plantas no podadas	137,5	58,89	78,61
Plantas podadas un 30% de su altura total	133,3	70,05	79,54
Plantas podadas un 60% de su altura total	102,7	79,79	57,10

* altura promedio de las plantas al momento de la poda: 70 – 90 cm

** plantas cosechadas a 30 cm sobre el nivel del suelo

Bibliografía

- 1 Donoso, C. y Ramírez, C. (1994): Arbustos nativos de Chile. Guía de reconocimiento. Ediciones Marisa Cúneo. Valdivia, Chile. 119 pp.
- 2 Navas, L. (1973 -1979): Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. I Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Andrés Bello 311 pp. II Dicotyledoneae, Archychlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp. III Dicotyledoneae, Metachlamydeae. Ediciones Universidad de Chile - Editorial Universitaria 559 pp. Santiago, Chile.
- 3 Muñoz, M. (1980): Flora del parque Nacional Puyehue. Editorial Universitaria 557 pp.
- 4 Rodríguez, R., Matthei, O. y Quezada, M. (1983): Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Santiago de Chile. 408 pp.
- 5 Hoffmann, A. y Marticorena, C. (1987): La vegetación de las islas Oceánicas chilenas. En: Islas Oceánicas chilenas. Conocimiento Científico y Novedades de Investigaciones. Editor J. C. Castilla - Editorial Universidad Católica de Chile: 127 - 165.
- 6 Donoso, C. (1982): Revisión ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. Bosque 4(2): 117 - 142.
- 7 Gajardo, R. (1994): La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.
- 8 San Martín J., Figueroa, H. y Ramírez, C. (1984): Fitosociología de los bosques de ruil (*Nothofagus alessandrii* Espinosa) en Chile Central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 171 – 200.
- 9 Amigo J., San Martín, J. y García, L. (2000): Estudio fitosociológico de los bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser del Centro-Sur de Chile. Phytocoenologia 30 (2): 193 – 221.

- 10 Donoso, C. y Ramírez, C. (1994): Arbustos nativos de Chile Guía de Reconocimiento. Ediciones Marisa Cúneo. 119 pp.
- 11 Montenegro, G. (2002): Chile nuestra flora útil. Guía de plantas de uso apícola, en medicina folklórica, artesanal y ornamental. Editorial Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 267 pp.
- 12 Montes, M. y Wilkomirsky, T. (1987): Medicina tradicional chilena. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 205 pp.
- 13 Hoffmann, A., Farga, C., Lastra, J. y Veghazi, E. (1992): Plantas medicinales de uso común en Chile. Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile. 134 pp.
- 14 Muñoz O., Montes, M. y Wilkomirsky, T. (2001): Plantas medicinales de uso en Chile. Química y Farmacología. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 330 pp.
- 15 Schrickel, S. y Bittner, M. (2001): La salud en nuestras manos. Plantas medicinales en Chile, riqueza natural y científica. Editora y Gráfica Lamas. Concepción, Chile. 217 pp.
- 16 Correa, J. y Yesid, H. (1992): Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello. Tomo VII. SECAB. Colombia 684 pp.
- 17 Donoso, C. (1992): Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 369 pp.
- 18 Saenz, M. (1999): Algunos factores que afectan el enraizamiento de estacas de *Aristolelia chilensis* (Mol.) Stunz y su acondicionamiento para plantación. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Talca.
- 19 Watson, W.H., Nagl, A., Silva, M., Cespedes, C. and Jakupovic, J. (1989): A new indole alkaloid from *Aristoleliachilensis*. Acta Crystallographica Section C-Crystal Structure Communications 45 (9): 1322-1324.

- 20 Cespedes, C., Jakupovic, J., Silva, M. and Watson, W. (1990): Indole Alkaloids from *Aristotelia chilensis*. *Phytochemistry* 29 (4): 1354-1356.
- 21 Cespedes, C., Jakupovic, J., Silva, M. and Tschritzis, F. (1993): A quinoline alkaloid from *Aristotelia chilensis*. *Phytochemistry* 34 (3): 881-882.
- 22 Silva, M., Bittner, M., Cespedes, C. and Jakupovic, J. (1997): The alkaloids of the genus *Aristotelia*. *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz. *Boletín de la Sociedad Chilena de Química* 42 (1): 39-47.
- 23 Stuntz, He.K., Valcic, S., Timmermann, B.N. and Montenegro, G. (1997): Indole alkaloids from *Aristotelia chilensis* (Mol.). *International Journal of Pharmacognosy* 35 (3): 215-217.
- 24 Miranda, S., Aspillaga, A., Perez, D., Vasquez, L., Martinez, A. and Leighton F. (2002): Polyphenol rich fractions of the berry *Aristotelia chilensis* inhibit LDL oxidation in vitro and protect human endothelial cells against oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine* 33: 515.
- 25 Miranda-Rottmann, S., Aspillaga, A.A., Perez, D.D., Vasquez, L., Martinez, A.L.F. and Leighton, F. (2002): Juice and phenolic fractions of the berry *Aristotelia chilensis* inhibit LDL oxidation in vitro and protect human endothelial cells against oxidative stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (26): 7542-7547.

Otros

Corporación Nacional Forestal (1998): Experiencias Silviculturales del bosque nativo de Chile. GTZ y CONAF. Publicaciones Lo Castillo S.A. 420 pp.

INTA (1988): Flora Patagónica. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (República Argentina) Dir. M. N. Correa Tomo VIII Parte V. Colección Científica de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Argentina.

Maldonado, E. (1926): Tratado de arboricultura forestal y de adorno. Imprenta y Librería Artes y Letras T. II. 581 pp.

ANEXOS



METABOLITOS SECUNDARIOS

Los compuestos químicos de las plantas han sido divididos históricamente en dos grupos: metabolitos primarios y metabolitos secundarios. A los primeros se les considera como metabolitos esenciales y se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza en forma de aminoácidos, azúcares, lípidos. Los metabolitos secundarios, muchos de los cuales también pueden ser biosintetizados desde los metabolitos primarios, son compuestos químicos mucho más restringidos a una o algunas especies y poseen una gran diversidad estructural. Ejemplos de ellos son los alcaloides, terpenos y flavonoides. En la mayoría de los casos se desconoce el papel que desempeñan, pudiendo cumplir muy variadas funciones, dependiendo del organismo que los sintetiza.

Terpenoides

Los terpenoides forman un grupo de compuestos que mayoritariamente se encuentran en el reino vegetal. Solo unos pocos terpenoides han sido obtenidos desde otras fuentes. Todos los terpenos naturales están constituidos por múltiplos de una unidad básica compuesta por cinco átomos de carbono y ocho hidrógenos (C_5H_8) conocida como "isopreno".

Cuadro A.1: Clasificación de los terpenoides

Número unidades de isopreno	Fórmula	Nombre	Ejemplos
1	C_5H_8	Hemiterpenoides	
2	$C_{10}H_{16}$	Monoterpenoides	α -Pinoeno, Linalool
3	$C_{15}H_{24}$	Sesquiterpenoides	Drimenol
4	$C_{20}H_{32}$	Diterpenoides	Ácido abiótico
5	$C_{25}H_{40}$	Sesterterpenoides	Ácido gascárdico
6	$C_{30}H_{48}$	Triterpenoides	Escualeno, lanosterol, lupeol
8	$C_{40}H_{64}$	Tetraterpenoides	Licopeno, β -caroteno
N	$C_{5n}H_{8n}$	Politerpenoides	Caucho, gutapercha.

El nombre genérico de «terpenoides» es el recomendado, ya que han sido aislados algunos compuestos que presentan oxígeno en su estructura, mientras que el término «terpeno» solamente se refiere a compuestos que sólo contienen carbono e hidrógeno con algunas insaturaciones (dobles enlaces) en su estructura. En general, todos los compuestos terpenoides naturales se forman por la ruta de la acetilcoenzima a través de un intermedio común que es el ácido mevalónico.

Los **monoterpenoides** son los compuestos principales de los denominados aceites esenciales, los cuales normalmente se obtienen desde distintas partes de las plantas por arrastre con vapor de agua. Varios monoterpenos muestran actividad antiséptica, como por ejemplo la mentona, el citronelal, mentol, linalool, citral y geraniol. Se conocen muchas otras aplicaciones medicinales de los monoterpenos. Por ejemplo, el cineol se usa como expectorante y el terpinen-

4-ol como diurético. El ascaridol es uno de los helmínticos más potentes, pero su alta toxicidad ha limitado su uso.

Los **sesquiterpenoides** presentan una enorme variedad estructural por lo que se subdividen según su tipo de esqueleto. Muchos de los hidrocarburos sesquiterpénicos son constituyentes de los aceites esenciales, al igual que los monoterpenoides. También existen los sesquiterpenoides oxigenados, como alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y lactonas. Muchos sesquiterpenos presentan actividad biológica. Se han reportado actividades antitumorales, antimicrobianas, fitotóxicas, alergénicas y toxinas. Pueden tener también funciones como hormonas o feromonas de insectos. Las lactonas sesquiterpénicas, muy abundantes en la familia de las Compuestas, tienen las mayores y más diferenciadas acciones fisiológicas y farmacológicas informadas dentro de los terpenoides.

Los **diterpenoides** presentan gran cantidad y diversidad de estructuras, por lo que se clasifican en familias según el número de ciclos que poseen. Así por ejemplo, entre los bicíclicos existen compuestos del tipo labdano y clerodano. Entre los diterpenos cabe destacar el glicósido steviósido aislado desde *Stevia rebaudiana* que es 200 veces más dulce que el azúcar. Las gibberelinas, aisladas del hongo *Gibberella fujikuroi*, son ampliamente usadas como promotoras del crecimiento en plantas. En el exudado resinoso de plantas superiores se han encontrado numerosos ácidos diterpénicos, entre los cuales el ácido abiótico es el mayor constituyente aislado desde las oleorresinas de coníferas.

Los **triterpenoides** son compuestos formados por la unión de seis unidades de isopreno y se clasifican en acíclicos, tetracíclicos y pentacíclicos. Estos compuestos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, ya sea en forma libre, como ésteres o glicósidos. Ejemplos de este tipo de terpenoides son el escualeno, el lanosterol y el lupeol. De la degradación del lanosterol se obtienen esteroides, de gran importancia farmacológica.

Los esteroides son moléculas policíclicas de 18 a 31 átomos de carbono. La gran diversidad de estos compuestos se debe a la variación de las cadenas laterales y al grado de sustitución e insaturación de los anillos. Se encuentran

en todos los órganos de las plantas en forma libre o como glicósidos. Este grupo comprende sustancias vitales como: hormonas sexuales, vitamina D, hormonas corticoides, cardiotónicos, hormonas de muda de insectos.

Las *saponinas* son compuestos naturales caracterizados desde el punto de vista estructural por enlaces glicósidos y/o ésteres entre una genina poco polar llamada genéricamente sapogenina y restos glucídicos. El nombre saponina deriva del latín «sapo» = jabón y se aplica a aquellas sustancias que se disuelven en agua, disminuyendo la tensión superficial de ésta, formando abundante espuma cuando la solución es agitada. Son sustancias muy polares por lo que se las puede extraer con agua y alcoholes de bajo peso molecular. Estos compuestos capaces de hemolizar los glóbulos rojos, se aíslan de diferentes fuentes vegetales. En las Liliáceas, Dioscoreáceas y Solanáceas son comunes las saponinas esteroidales, mientras que en las Umbelíferas, Leguminosas, Cariofiláceas, Araliáceas y Ramnáceas se encuentran saponinas son triterpenoidales.

Los **tetraterpenoides** corresponden a estructuras de ocho unidades de isopreno, donde los carotenoides son los más importantes. Debido a los numerosos dobles enlaces conjugados que presentan, son los responsables de los colores de muchos vegetales. El β -caroteno es considerado como pro vitamina A, ya que los animales son capaces de transformarlo en vitamina A, la cual es importante en las etapas de crecimiento y para la visión.

Los **politerpenoides** son terpenoides caracterizados por estar formados por un número muy grande de unidades de isoprenos. En el caso del caucho natural pueden existir más de 5000 unidades de isopreno unidas en forma lineal.

Compuestos Fenólicos

La expresión “compuestos fenólicos” abarca un amplio rango de compuestos orgánicos aromáticos con sustituyentes hidroxílicos. La estructura base es la del fenol, pero muchos son polifenoles. La gran mayoría de los compuestos fenólicos son de origen vegetal. Adicionalmente a las estructuras monoméricas

y diméricas existen otros grupos importantes de polímeros fenólicos: las ligninas en las paredes celulares de los vegetales, la melanina como un pigmento negro de las plantas y los taninos en la madera.

Los compuestos fenólicos son económicamente importantes, ya que estos contribuyen al sabor, gusto y color de los alimentos y bebidas. En el té, por ejemplo, el sabor y gusto se debe a que contiene aproximadamente un 30 % de polifenoles. El color rojo del vino se debe a la presencia de antocianinas. En la naturaleza, los compuestos fenólicos tienen un importante rol en la protección de las plantas contra insectos y animales herbívoros. También actúan como señales químicas en la floración y la polinización de las plantas y en el proceso de simbiosis entre plantas y bacterias (fijación de nitrógeno).

La mayoría de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular se presentan en las células vivas en forma combinada, generalmente como glicósidos. Entre las agliconas, el grupo de los flavonoides son los más glicosidados. La glicosidación es menos frecuente en cumarinas, chalconas, y es escasa en isoflavonoides.

Los **compuestos fenólicos sencillos** pueden considerarse derivados de fenoles simples (C6), del ácido benzoico (C6C1), de la acetofenona (C6C2) y del ácido cinámico (fenilpropano) (C6C3).

Las **cumarinas** constituyen un grupo importante de compuestos naturales, encontrándose mayoritariamente en forma libre. Se encuentran en distintas partes de la planta como raíces, flores y frutos.

Los **flavonoides**, que se encuentran tanto en estado libre como glicosidado, constituyen el grupo más amplio de los fenoles naturales. Son sustancias de origen vegetal, siendo los responsables del color de las flores (rojo, azul, amarillo) y de la coloración otoñal de las hojas (del latín *flavus*, amarillo). Son abundantes en las Polygonaceas, Rutáceas, Leguminosas, Umbelíferas y Compuestas.

Los flavonoides se encuentran localizados en tejidos superficiales sobre todo en los órganos aéreos amarillos (hojas y botones florales). La intensidad del

Cuadro A.2: Clasificación de los compuestos fenólicos

Número de átomos de carbono	Esqueleto básico	Tipo	Ejemplos
6	C6	Fenoles simples	Catecol
7	C6-C1	Benzoquinonas	2,6-Dimetoxibenzoquinona
8	C6-C2	Ácidos fenólicos	Ácido salicílico
		Acetofenonas	3-Acetil-6-metoxibenzaldehído
9	C6-C3	Ácidos fenilacéticos	Ácido hidroxifenilacético
		Ácidos hidroxicinánicos	Ácido caféico
		Fenilpropanos	Eugenol
		Cumarinas	Aesculetina
		Isocumarinas	Bergenia
		Cromonas	Eugenina
10	C6-C4	Naftoquinonas	Juglona
13	C6-C1-C6	Xantonas	Mangiferina
14	C6-C2-C6	Estilbenos	Ácido Lunulárico
		Antraquinonas	Emodin
15	C6-C3-C6	Flavonoides	Quercetina
		Isoflavonoides	Genisteina
18	(C6-C3)2	Lignanós	Podofilotóxina
30	(C6-C3-C6)2	Biflavonoides	Amentoflavona
n	(C6)n	Melaninas catecol	
	(C6-C3)n	Ligninas	
	(C6-C3-C6)n	Taninos Condensados	

color amarillo aumenta con el aumento de pH, es decir, de ser incoloros o blancos a pH ácido, pasan a ser fuertemente amarillos a pH básicos.

Son conocidos por sus efectos antiinflamatorios y antialérgicos, por sus propiedades antitrombóticas y vasoprotectoras, por la inhibición de la promoción de tumores y como protectores de la mucosa gástrica. Los flavonoides también poseen actividad antioxidante, aplicaciones como colorantes naturales y presentan propiedades antibacterianas y antifúngicas. En los vegetales intervienen en las actividades de oxidación-reducción, protegen a otros pigmentos fotosintéticos de la luz y de la radiación UV, presentan actividad fungicida y contra parásitos agresores. Junto con los aceites esenciales cumplen una importante función de atracción de insectos que ayudan en la polinización.

Las *flavonas* y los *flavonoles* son los flavonoides naturales más abundantes. Se han aislado tanto libres como en forma de glicósidos. Los compuestos más frecuentes son la apigenina, la quercitina (de mayor abundancia) y el kaempferol.

Las *antocianinas* constituyen los pigmentos principales de las flores y de las hojas de otoño, sus colores comprenden tonos desde el rojo hasta el azul. Debido a las restricciones sanitarias hacia el uso de colorantes sintéticos, las antocianinas tienen interés comercial para la industria alimentaria. La coloración de las antocianinas varía con el cambio de pH, de rojo en medio ácido, pasando por amarillo, a violeta y azul en medio alcalino.

Las *catequinas* o *flavan-3-oles* son las unidades monoméricas de los flavonoides condensados, los *taninos*. Son conocidas como potentes antioxidantes naturales, encontrándose las abundantemente en las infusiones de té. Los flavan-3,4-dioles se conocen también como leucoantonianidinas.

Las *chalconas* presentan importante actividad antimalárica y antileishmania. Se encuentran solamente en algunas familias vegetales.

Los *isoflavonoides* sólo están distribuidos en unas pocas familias, principalmente en las Leguminosas.

Los **lignan**os son dímeros oxigenados del fenilpropano. Muchos de ellos han sido aislados como glicósidos, obteniéndose los desde distintas partes de las plantas. Su actividad farmacológica es muy amplia abarcando desde compuestos tóxicos hasta inocuos. Por ejemplo el ácido nordihidroguaiarético (NDGA) aislado de *Larrea divericata* es un potente antioxidante usado en alimentos.

Alcaloides

Los alcaloides constituyen un grupo muy heterogéneo de compuestos nitrogenados con acción fisiológica en los animales. En general son bases orgánicas que contienen, con escasas excepciones, un nitrógeno en un heterociclo. Usualmente son sólidos cristalinos e incoloros. La mayoría de los alcaloides se encuentran en los vegetales en forma de sales de ácidos orgánicos. Se los suele clasificar de acuerdo a su estructura.

A los alcaloides se les asocian actividades de protección de las plantas frente a predadores y se les considera como producto terminal del metabolismo del nitrógeno. Su distribución en las plantas es aleatoria, pudiendo estar restringida a toda su estructura o parte de ella. Además pueden aparecer en determinadas etapas de crecimiento o estaciones del año.

Aceites esenciales

Los componentes volátiles provenientes de plantas han atraído la atención del hombre desde la antigüedad como principios aromáticos. Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas. Estas sustancias revisten especial importancia para las industrias cosmética (perfumes y aromatizantes), alimenticia (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes).

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos o fenilpropanos. En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable, como por ejemplo los componentes que forman parte de la fracción aromática del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados.

De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, por ejemplo el Bálsamo del Perú. Las oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (gutapercha).

De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores. Debido a su rendimiento

tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencia de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales, la mayoría de las veces, se obtienen por síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, frutilla).

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en plantas que incluyen familias como las Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Mirtáceas, Pináceas, Rosáceas, Rutáceas, Umbelíferas. Se les puede encontrar en diferentes partes de la planta:

- hojas (ajenjo, albahaca, eucalipto, hierbabuena, mejorana, menta, pachulí, romero, salvia)
- raíces (angélica, cúrcuma, jengibre, sándalo, sazafrán, valeriana, vetiver)
- pericarpio del fruto (cítricos como limón, mandarina, naranja),
- semillas (anís, cardamomo, hinojo, comino),
- tallo (canela),
- flores (lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, rosa)
- frutos (nuez moscada, perejil, pimienta).

Bibliografía

Dewick, P. (1997): *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach*. John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, England. 466 pp.

Domínguez, X.A. (1979): *Métodos de Investigación Fitoquímica*. Editorial Limusa, México. 281 pp.

Gros, E.G., Pomilio, A.B., Seldes, A.M. y Burton, G. (1985): *Introducción al estudio de los productos naturales*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, DC. EEUU. 146 pp.

Harbone, J.B. (1988): The Flavonoids: Advances in research Since 1980. Chapman and Hall. Great Britain. 621 pp.

Marcano, D. y Hasegawa, M. (1991): Fitoquímica Orgánica. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 451 pp.

Muñoz, O. (1992): Química de la Flora de Chile. Departamento Técnico de Investigación. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Muñoz, O., Montes, M. y Wilkomirsky, T. (2001): Plantas medicinales de uso en Chile: Química y farmacología. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Wagner, H., Bladt, S. and Zgainski, E.M. (1984): Plant Drug Analysis. Springer-Verlag Berlin, Germany. 320 pp.



GLOSARIO

A

Acete esencial: mezcla de sustancias volátiles, responsable del aroma característico de las diversas plantas aromáticas. Se obtiene de la destilación por arrastre de vapor de una parte de una planta o extracto vegetal.

Acetal: grupo funcional consistente en dos átomos de oxígeno, unidos al mismo carbono, $R_2C(OR')_2$.

Ácido giberélico (GA_3): hormona vegetal del grupo de las giberelinas, utilizada para eliminar la dormición que presentan yemas y semillas de muchas especies vegetales.

Ácido indolbutírico (AIB): hormona vegetal del grupo de las auxinas, utilizada para estimular el enraizamiento de estacas de muchas especies vegetales.

Actinomorfa: cuando existen varios ejes de simetría.



Acuminado: que se angosta hacia el ápice terminando en punta.

Aglicona: compuesto químico que se encuentra unido a otra estructura orgánica, de la cual se puede separar mediante hidrólisis.

Alcaloides: compuestos nitrogenados sintetizados por las plantas, que se caracterizan por su fuerte actividad fisiológica.

Alvéolo: sección de lámina rodeada por nervaduras.

Anemocora: diseminación por viento.

Antera: parte abultada del estambre, formada por las dos tecas que contienen el polen.

Antiaterogénico: sustancia que impide la formación de ateromas o plaquetas al interior de las arterias.

Antifúngico: compuesto químico que se utiliza para combatir las infecciones por hongos.

Antimicrobiano: sustancia que mata microbios.

Antinociceptivo: bloqueo del sistema nociceptivo (transmisión del dolor).

Antioxidante: compuesto químico capaz de neutralizar a las sustancias oxidantes.

Aovado: con forma de huevo, con el extremo más ancho hacia la base de la hoja.

Apical: del ápice.

Aquenio: fruto seco indehisciente (que no se abre espontáneamente en la madurez), con una sola semilla no soldada al pericarpio.

Área foliar: sumatoria de las superficies de las hojas.

Azonal: que crece sobre un suelo poco desarrollado.

B

Basal: que se encuentra en la base, opuesto al ápice.

Baya: fruto jugoso o carnoso, de piel delgada y colores generalmente llamativos.

Bulbo: órgano de almacenamiento subterráneo. Corresponde a una yema rodeada de catáfilas (hojas modificadas, carnosas) que forman la mayor parte de su volumen.

Bulbillo: bulbo de pequeñas dimensiones y que nace en la axila de una catáfila (hoja modificada, carnosa) del bulbo madre.

Brácteas: hojas transformadas situadas cerca de la flor y morfológicamente distintas a las hojas normales y a las hojas que forman el cáliz (sépalos) o la corola (pétalos).

Brote lateral: tallo con hojas desarrollado a partir de una yema axilar.

Brote reproductivo: brote que contiene flores.

Brote vegetativo: brote que contiene sólo hojas.

C

Caducifolio: especie leñosa que pierde sus hojas durante la época invernal.

Calidad de sitio: conjunto de factores ambientales y edáficos que determinan el potencial de crecimiento de los árboles en un área determinada.

Camellones: preparación del suelo para una plantación, acumulando tierra en forma paralela a la aradura. En ambientes secos se planta en el surco entre camellones y en ambientes muy húmedos sobre el camellón, para evitar desecamiento o anegamiento, respectivamente.

Cardiotónico: sustancia que estimula y refuerza la actividad cardíaca.

Capacidad de campo: cantidad de agua que retiene un suelo luego que el agua gravitacional drenó. Esta situación se da aproximadamente a los 2 a 3 días después de que un suelo ha sido saturado de agua. En este momento los macroporos contienen aire y los microporos retienen agua.

Capitado: en forma de cabeza.





Capítulo: inflorescencia compuesta por flores sésiles que se insertan sobre un eje corto y abultado denominado receptáculo.

Cápsula: fruto seco y dehiscente (se abre espontáneamente en la madurez).

Carpelo: cada una de las hojas transformadas, reproductoras que componen el gineceo de la flor.

Centro estereogénico o asimétrico: átomo (usualmente de carbono) que está unido a cuatro grupos distintos y por tanto es quiral.

Centro quiral: véase Centro estereogénico.

Cima umbeliforme: inflorescencia compuesta por numerosas flores cuyos pedicelos (ejes de las flores de una inflorescencia) de igual longitud, se insertan en un mismo punto al final del eje de la inflorescencia (pedúnculo), formando una sombrilla. Florece en forma centrífuga, es decir las flores centrales florecen primero.

Compost: tierra orgánica formada a partir de restos vegetales descompuestos.

Clonar: reproducir una planta en forma asexual. Todos los descendientes tendrán la misma información genética que la planta madre.

Concolorea: hoja que presenta el mismo color en ambas caras.

Conductividad eléctrica: medida de la salinidad de un suelo expresada en decisiemens por metro (dS/m). A mayor conductividad eléctrica, mayor contenido de sales.

Coriáceo: de consistencia dura pero flexible, similar al cuero.

Corimbo: inflorescencia en la cual, aunque los pedicelos (ejes de las flores de una inflorescencia) nacen a distinta altura, todas las flores alcanzan un mismo nivel.

Cromatografía: técnica para separar una mezcla de compuestos en sus componentes puros. La cromatografía opera conforme a un principio de absorción diferencial, donde los distintos compuestos se adsorben en una fase estacionaria y son transportados a diferentes velocidades por una fase móvil.

Cromatografía de gases: ver cromatografía. Técnica cromatográfica donde la fase móvil es un gas (nitrógeno, argón).

Cuello: zona de transición entre el tallo y la raíz.

Cumarinas: compuestos fenólicos sintetizados por algunas plantas, tóxicos para los herbívoros.

Cuneada: bordes inferiores de la hoja, rectos y convergentes.

Cutícula: película que recubre la epidermis de las plantas, constituida por cutina.



D

Densidad de plantación: cantidad de individuos por unidad de superficie, se expresa en números por hectárea (n°/ha).

Derivado metilado: alcohol o amina que por una reacción química ha sufrido la incorporación de un grupo metilo ($-\text{CH}_3$). En el caso de los alcoholes se forma un éter y en las aminas una N-metil derivado.

Descepadura: arrancar de raíz.

Desviación estándar: es una medida de la dispersión de los valores, es decir una medida de cuánto se apartan los valores individuales del valor promedio.

Detector de masas: sistema acoplado a un cromatógrafo (ver Cromatografía) que permite determinar la masa de un compuesto químico, así como también su estructura a través de un patrón de ruptura del compuesto.

Diámetro altura del pecho (DAP): diámetro de un tronco medido a 1,3 cm del suelo.

Diclino: del griego: dos lechos. Ambos sexos se encuentran en flores distintas, existen flores femeninas y flores masculinas.

Dimérico: compuesto químico formado por dos unidades de la misma o distinta estructura química.

Dioco: del griego: dos casas. Ambos sexos se encuentran en individuos distintos, existen plantas femeninas y plantas masculinas.



Discolorea: hoja que presenta distinto color en cada cara.

Dormancia: estado en el cual una semilla viable no germina, aunque se la coloque en condiciones adecuadas para su germinación.

Drenaje: movimiento descendente del agua en el suelo a través de sus macroporos. El drenaje de un suelo está asociado a sus condiciones de aireación.

Drupa: fruto carnoso con un hueso en el interior.

E

Elementos nutritivos: sustancias minerales, esenciales para el normal desarrollo de las plantas (nutrientes).

Elución: extracción de una sustancia a partir de una columna de cromatografía.

Emarginado: con una pequeña muesca o escotadura en el ápice.

Embrión: primordio de planta.

Emergencia: momento en que las plántulas emergen del sustrato de germinación.

Endémico: planta autóctona exclusiva de un país.

Endocarpio: capa interna del pericarpio. Corresponde a la epidermis superior del carpelo.



Entomófila: polinización efectuada por insectos.

Entrenudo: porción del tallo comprendida entre dos nudos consecutivos (nudo: punto del tallo donde se insertan las hojas).

Envés: cara inferior de la hoja.

Epicorolinos: estambres insertos sobre la corola de pétalos soldados.

Epidermis: tejido que recubre todo el cuerpo vegetal protegiéndolo de la deshidratación.

Escamas petaloideas: hojas escamosas parecidas a pétalos.

Escarificación: tratamiento pregerminativo de la semilla, cuya finalidad es romper o debilitar la testa dura para permitir la absorción de agua.

Esclerofilia: referente al carácter de esclerófilo. El peso específico de las hojas (peso de la hoja en función del área de la misma), aumenta con el grado de esclerofilia.

Esclerófilo: vegetales con hojas duras, coriáceas.

Espectroscopía de infrarrojo: tipo de espectroscopía óptica en la que se emplea radiación infrarroja. La espectroscopía de IR es particularmente útil en química orgánica para la determinación de grupos funcionales presentes en las moléculas.

Espectroscopía de ultravioleta (UV): espectroscopia óptica en la que se emplea radiación ultravioleta. Proporciona información estructural acerca del grado de conjugación de electrones π en moléculas orgánicas.

Estaca: trozo de tallo con hojas y yemas, que se utiliza para propagar un vegetal.

Estado juvenil: parte juvenil del ciclo de vida de una planta.

Estambre: órgano masculino de la flor.

Estaminodio: estambre que perdió su función y permanece estéril.

Éster: compuesto orgánico que se obtiene de la reacción de un ácido carboxílico con un alcohol. La fórmula general es $RC(O)OR'$.

Estigma: parte apical del carpelo encargada de retener el polen.

Estilo: parte superior del ovario, alargada en forma de estilete que remata en uno o varios estigmas.

Estípulas: apéndices en forma de pequeñas hojas, insertas a cada lado de la base del pecíolo de la hoja.

Estoma: pequeño orificio en la epidermis de los órganos verdes de las plantas superiores, rodeado de dos células capaces de regular su apertura. A través del estoma se produce el intercambio gaseoso entre la planta y el aire.





Estratificación: tratamiento pregerminativo de la semilla mediante bajas temperaturas y en condiciones de humedad, con la finalidad de romper la latencia de las mismas.

Exerto: estambres que sobresalen de la corola.

Extracto hidroalcohólico: extracción de una planta o parte de ella mediante una mezcla alcohol-agua y posterior concentración al vacío.

Extracto lipofílico: extracción de una planta o parte de ella mediante un disolvente apolar como el hexano o éter de petróleo y posterior concentración al vacío.

F

Fecundación cruzada: fecundación entre flores de distintos individuos.

Fertilizante NPK: fertilizante que contiene nitrógeno, fósforo y potasio.

Filarias: brácteas que rodean la base de inflorescencias de tipo capítulo.

Filotaxis: disposición de las hojas sobre el tallo.

Filotaxis alterna: las hojas se disponen sobre el tallo alternándose a cada lado del mismo.

Filotaxis decusada: disposición de las hojas sobre el tallo, de tal manera que un par de hojas opuestas se disponen en forma de cruz respecto del par de hojas opuestas siguiente.

Filotaxis opuesta: las hojas se disponen de a pares, una de cada lado del tallo opuestas entre sí.

Flavonoides: diversos compuestos fenólicos sintetizados por las plantas, que cumplen muy variadas funciones, como pigmentación de las mismas y protección.

Flotación: al dejar semillas unas horas en remojo, se pueden separar las vanas (vacías) que flotan a diferencia de las completas que se hunden.

Fungicida: producto que mata hongos.

G

Genina: ver Aglicona.

Gineceo: conjunto de los órganos femeninos de la flor, los carpelos.

Glabro: que no presenta pelos.

Glándula: célula o conjunto de células que acumulan o expelen una secreción.

Glaucos: de color verde claro azulado.

Glicósido: acetal cíclico formado por la reacción de un azúcar con un alcohol.

H

Hábitat natural: medio ambiente en que naturalmente se desarrolla una especie.

Helmíntico: sustancia química ocupada contra los gusanos intestinales.

Hemolizar: ruptura de los glóbulos rojos.

Hermafrodita: que presenta ambos sexos en la misma flor.

Hetero-diploclamidea: que presenta cáliz (sépalos) y corola (pétalos) diferenciados, de aspecto distinto.

Hidrólisis: proceso químico con el cual se produce la ruptura de determinados enlaces, liberándose determinados compuestos.

Hirsuto: cubierto de pelo rígido y áspero al tacto.

Hormona: sustancia orgánica que, en muy bajas concentraciones, ejerce funciones de regulación.

I

Imbricada: hojas o brácteas muy cercanas que se cubren por los bordes, como las escamas de los peces.

In vitro: en condiciones controladas en laboratorio.



Inclusos: estambres que no sobresalen de los pétalos.

Inconspicuas: muy pequeñas, poco aparentes.

Inflorescencia: sistema de ramificación que remata en flores.

Intraperitoneal: sustancia introducida al interior del peritoneo.

Iridoide: compuesto químico formado por la fusión de dos anillos, uno de cinco carbonos y otro de seis, uno de los eslabones de este ciclo es un oxígeno.



L

Labdano: compuesto químico del tipo diterpenoides, constituido por cuatro unidades de isoprenoides.

Lactona: éster cíclico (Ver Éster).

Lámina: parte ensanchada, laminar de la hoja sostenida por el pecíolo.

Lanceolada: con forma de lanza, angostamente elíptica y terminando en punta en ambos extremos.

Latencia: dormancia.

Lignificar: cuando se deposita lignina en la membrana celular, la que aumenta de tamaño y se vuelve rígida consolidando el tejido vegetal.

Ligulada: flor componente de las inflorescencias del tipo capítulo cuya corola presenta la forma de una lengüeta.

Limbo: lámina de la hoja.

Lipófilo, liposoluble: que tiene afinidad por las grasas. Las cadenas hidrocarbonadas largas, no polares, tienden a mantenerse juntas en solventes polares, a causa de sus propiedades lipófilas.

Lobulado: dividido en pequeños gajos poco profundos.



M

Macroelementos: elementos nutritivos que se acumulan en mayores cantidades en las plantas: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y azufre.

Manejo fitosanitario: manejo preventivo o curativo del cultivo para evitar o contrarrestar el efecto de los agentes fitopatógenos.

Materia fresca: corresponde al peso fresco del vegetal sin deshidratar, inmediatamente posterior a la cosecha.

Materia seca: corresponde al peso del vegetal previamente secado hasta peso constante, es decir que su peso ya no varía aumentando el tiempo de secado.

Matorral: formación vegetal constituida por arbustos o árboles bajos.

Metilderivado: ver Derivado metilado.

Microelementos: elementos nutritivos que se acumulan en menores cantidades en las plantas: hierro, cobre, cinc, molibdeno, manganeso, boro y cloro.

Monoclino: del griego: un lecho. Ambos sexos se encuentran en la misma flor.

Monomérico: unidades simples a partir de las cuales se forman los polímeros.

Monoico: del griego: una casa. Ambos sexos se encuentran en el mismo individuo.

Monolocular: con un solo lóculo o cavidad.

Monte bajo: sistema de manejo forestal basado en el aprovechamiento de la capacidad de rebrote de algunas especies forestales. Su destino es generalmente la producción de leña, ya que se obtienen fustes de pequeñas dimensiones.

Morfológico: que se refiere a la forma del vegetal.

Mulch: cubierta que se coloca sobre el suelo (generalmente de origen orgánico, paja, aserrín, corteza, restos de cosecha) para disminuir la pérdida de humedad, controlar las malezas y disminuir la oscilación de la temperatura.

N

Napa freática: agua subterránea que se acumula sobre algún estrato impermeable.

Nervios: nervadura de la hoja. Estructuras que recorren toda la hoja y corresponden a los haces de conducción por donde circula el agua y sustancias disueltas.

Nutrientes: elementos nutritivos.

O

Oblonga: de forma varias veces más larga que ancha.

Obovada: de forma obovada, con el extremo más ancho hacia el ápice.

Ovario: recipiente formado por la base de una o más hojas carpelares soldadas y que contiene los rudimentos seminales (óvulos).

Ovario ínfero: el receptáculo (cuerpo sobre el que se asientan las piezas florales) rodea al ovario, estando ambas piezas soldadas.

P

Pardeamiento: coloración pardo-café que adquiere al material vegetal por un procesamiento de secado defectuoso.

Peciolada: hoja con pecíolo (eje que une la lámina de la hoja con el tallo).

Pedúnculo: eje que sostiene una flor o una inflorescencia.



Perennifolio: especie leñosa que mantiene sus hojas durante todo el año.

Pericarpio: parte del fruto que recubre la semilla. Es el carpelo transformado en fruto.

Perigonio: no existe diferenciación entre el cáliz formado por los sépalos y la corola formada por los pétalos.

pH: es una escala que se elabora mediante la ecuación logarítmica de la concentración molar de iones H^+ de una disolución. La escala más usual va de 0 a 14, siendo el 0 la solución más ácida, el 7 neutra y el 14 básica.

Phylum: clasificación taxonómica, entre clase y reino.

Pilosidad: que tiene pelos.

Planta madre: se refiere al individuo del que se obtuvo descendencia por vía asexual.

Plántula: plantita recién germinada.

Población: conjunto de individuos de la misma especie que habitan un área determinada.

Polímero: molécula grande constituida por la repetición de unidades pequeñas.

Poliploide: organismo con más de dos series completas de cromosomas.

Pregerminativo: antes de la germinación.



Principios activos: nombre genérico que agrupa a los distintos compuestos sintetizados por las plantas y que presentan alguna actividad fisiológica.

Procedencia: progenie de una determinada población.

Producción extensiva: sistema de manejo que involucra un uso extensivo de la tierra. La producción se basa en la cosecha de grandes extensiones.

Producción intensiva: sistema de manejo que involucra un uso intensivo de la tierra. La producción se basa en prácticas de cultivo que maximizan el aprovechamiento del factor tierra.

Propagación: multiplicación del material vegetal.

Pubescente: cubierto de pelo fino y suave.

Punto de marchitez permanente: contenido de agua de un suelo en el momento en el cual una planta ya es incapaz de extraer el agua y se marchita irreversiblemente.

R

Radiación fotosintéticamente activa (PAR): luz visible, radiación cuya longitud de onda está comprendida entre 400 y 700 nm (nanómetros).

Rebrote de tocón: renuevo. Vástago nuevo formado a partir de la base del tronco que queda en el suelo después de la tala.



Receso vegetativo: período sin nuevo crecimiento. Generalmente corresponde a la época invernal y al momento en el que las especies caducifolias pierden sus hojas.

Regeneración vegetativa: producción de renuevos en forma asexual.

Resinas: sustancias secretadas por las plantas de aspecto y propiedades resinosas.

Resonancia magnética nuclear, RMN: técnica espectroscópica que proporciona información acerca del esqueleto carbono-hidrógeno de una molécula. La RMN funciona detectando la absorción de energía que acompaña a la transición entre los estados de espín nuclear, que ocurre cuando una molécula se somete a un campo magnético intenso y es irradiada con ondas de radiofrecuencia. Los diferentes núcleos dentro de una molécula son sometidos a ambientes magnéticos ligeramente distintos y por tanto presentan absorciones a frecuencias ligeramente distintas.

Revoluto: margen de la hoja encorvado hacia el envés (cara inferior) de la misma.

Riego por mist: niebla, riego mediante aspersores que forman gotas muy pequeñas.

Rodal: mínima superficie de bosque, continua y uniforme.

S

Secano: cultivos realizados sin aporte adicional de agua.

Segregar: aparecer en la progenie todas las combinaciones posibles de la información genética que aportan los padres.

Senescencia: etapa de envejecimiento durante el ciclo de desarrollo del vegetal.

Sépalo: hoja modificada que conforma el ciclo más externo de la flor. En su conjunto componen el cáliz.

Sésil: hoja sin pecíolo. Que carece de pie o soporte.

Siempreverde: perennifolio.

Sotobosque: vegetación herbácea o arbustiva que crece debajo del bosque.

Subagudo: casi agudo.

Subentera: casi entera.

Subopuesto: casi opuesto

Subredondo: casi redondo.

Suelo pesado: suelo arcilloso, por lo tanto difícil de trabajar.

Sustrato: medio de soporte (tierra, arena, perlita, tierra de hoja).

T

Taninos: compuestos fenólicos polímeros de sabor amargo que cumplen funciones de protección en las plantas, actuando principalmente como repelentes de herbívoros.

Tasa de transpiración: ritmo de pérdida de agua en forma de vapor de agua a través de los estomas ($\text{g/cm}^2\text{s}$ – gramos por centímetros cuadrados por segundo).

Tejido en empalizada: tejido compuesto por células alargadas ricas en clorofila y dispuestas en forma de empalizada por debajo de la epidermis superior de las hojas.

Tejido esponjoso: tejido compuesto por células de forma muy irregular, con grandes espacios entre ellas, de ahí el nombre de esponjoso. Se ubica por debajo del tejido en empalizada de las hojas.

Testa: cubierta externa de la semilla.

Tomentoso: cubierto de pelos cortos, densos y generalmente ramificados.

Trichoderma: género de hongo utilizado como biocontrolador, es decir para controlar el ataque de hongos patógenos.

Truncado: extremo que termina en un plano transversal, como si hubiera sido cortado.

Tubuladas: con forma de tubo.

V

Valva: cada una de las secciones o divisiones que se separan en los frutos dehiscentes (que se abren espontáneamente en la madurez).

Vano: vacío. Fruto sin semilla o semilla sin embrión por falta de fecundación.

Velloso: que tiene vello o pelo.

Viable: fruto o semilla que están vivos.

Vilano: lámina de los sépalos transformados en pelos simples o plumosos en el fruto. Sirven para la dispersión anemocora.

Y

Yemas laterales: rudimentos de vástagos (tallos con hojas) que nacen de las axilas de las hojas.



Este libro se terminó de imprimir
en la impresora Gutenberg@Talca
en una tirada de 500 ejemplares en Enero de 2005.





**PLANTAS
MEDICINALES CHILENAS**

Experiencias de
Domesticación y Cultivo de
Boldo, Matico, Bailahuén,
Canelo, Peumo y Maqui

**Hermine Vogel,
Iván Razmilic,
José San Martín,
Ursula Doll,
Benita González**



ISBN 956-7059-62-4



9 789567 059621