

Variación de compuestos químicos en hojas de poblaciones de *Drimys* spp. (Magnoliophyta: Winteraceae) en Chile

Variation of chemical compounds in leaves of *Drimys* spp. (Magnoliophyta: Winteraceae) populations in Chile

DIEGO MUÑOZ-CONCHA¹, HERMINE VOGEL² & IVÁN RAZMILIC³

¹Departamento de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule, Casilla 7D, Curicó, Chile; e-mail: dmunoz@hualo.ucm.cl

²Departamento de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Talca, Chile

³Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca, Talca, Chile

RESUMEN

El canelo (*Drimys winteri*) es un árbol nativo de Chile con propiedades medicinales y sagrado para el pueblo mapuche. Se ha descrito en esta especie la presencia de compuestos químicos con actividad biológica como aceites esenciales, terpenos y flavonoides. Estos grupos de compuestos fueron cuantificados en hojas de cinco poblaciones de *D. winteri* y una de *D. andina* de Chile mediante hidrodestilación (aceites volátiles), extracción Soxhlet con hexano (terpenos) y espectrofotometría (flavonoides). El contenido promedio de aceites esenciales fue de 0,5 mL 100 g⁻¹, el de terpenos de 7,1 %, y el de flavonoides de 1,8 %, en base a peso seco. A pesar de las importantes variaciones observadas dentro y entre poblaciones, las diferencias de poblaciones fueron significativas para los tres grupos de compuestos estudiados. Las poblaciones de la Séptima Región de Chile presentaron los valores más altos de aceites esenciales (0,68 mL 100 g⁻¹ en la población de Huerta de Maule), terpenos y flavonoides (9,47 y 2,37 %, respectivamente, ambos en la población de Pangal). La población más austral estudiada, ubicada en Huillinco, Chiloé, presentó valores significativamente más bajos para los tres grupos de compuestos: 0,22 ml/100g de aceites esenciales, 3,36 % de terpenos y 1,21 % de flavonoides. Las poblaciones de *D. winteri* y *D. andina* de la IX Región, cercanas geográficamente, presentaron diferentes contenidos de aceites esenciales y flavonoides. Se concluye que efectivamente poblaciones distintas de especies de *Drimys* poseen cantidades significativamente diferentes de aceites esenciales, terpenos y flavonoides.

Palabras clave: *Drimys*, aceites esenciales, terpenos, flavonoides.

ABSTRACT

Canelo (*Drimys winteri*) is a Chilean native tree with medicinal properties and sacred to mapuche people. This species contains chemical compounds with biological activity such as: essential oils, terpenes and flavonoids, which were quantified in leaves of five *D. winteri* and one *D. andina* populations by hydrodistillation (essential oils), hexane Soxhlet extraction (terpenes), and spectrophotometry (flavonoids). Mean concentrations of 0.5 mL 100 g⁻¹ for essential oils, 7.1 % for terpenes and 1.8 % for flavonoids in leaves (dry mass) were determined. Despite the great variation found, significant differences among populations were detected in concentrations of all groups of chemical compounds studied. Populations from the central region of Chile presented the highest values of essential oils (0.68 mL 100 g⁻¹ in Huerta de Maule population), terpenes, and flavonoids (9.47 and 2.37 %, respectively, both in the Pangal population). The southernmost population, located in Chiloé Island, showed the lowest values for the three groups of compounds: 0.22 mL 100 g⁻¹ for essential oils, 3.36 % for terpenes and 1.21 % for flavonoids. *D. winteri* and *D. andina* populations from the IX region, geographically close to each other, had different concentrations of essential oils and flavonoids. It is concluded that different *Drimys* populations actually contain different quantities of essential oils, terpenes, and flavonoids.

Key words: *Drimys*, essential oils, terpenes, flavonoids.

INTRODUCCIÓN

El canelo (*Drimys winteri* J.R. et G. Forster, Winteraceae) es una planta medicinal nativa de Chile que ha sido utilizada tradicionalmente

por el pueblo mapuche. *Drimys winteri* corresponde a un árbol, mientras que la especie *Drimys andina* (Reiche) R.A. Rodr. et Quez, llamado canelo enano, crece en forma de arbusto (Rodríguez et al. 1983, Rodríguez & Quezada

1991). En este trabajo se estudiaron metabolitos secundarios de ambas especies de canelo.

La actividad biológica de una planta medicinal reside en uno o un conjunto de compuestos químicos que se encuentran en los tejidos de la planta. Entre ellos se pueden mencionar aceites esenciales, terpenos y flavonoides. Los aceites esenciales corresponden a una mezcla compleja de compuestos volátiles, algunos de ellos con actividad como atrayentes o repelentes de insectos (Asakawa et al. 1988, Bruneton 1995), actividad antimicrobiana y sobre procesos de percepción del dolor (Lunde & Kubo 2000, Malheiros et al. 2001). Pertenecen principalmente a dos clases de compuestos: terpenos o fenilpropanos. Los terpenos son isoprenos y comprenden una gama muy diversa de compuestos, mientras que los fenilpropanos o taninos, originados por la vía del ácido shikímico, poseen una diversidad de compuestos menor (Hay & Waterman 1993). Los flavonoides son otro grupo de metabolitos secundarios ampliamente presentes en las plantas y se les atribuyen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Entre ellos existen muchos pigmentos, estando además presentes en las epidermis de las plantas. Biosintéticamente poseen un origen mixto a partir del ácido shikímico y de acetilcoenzima A vía malonilcoenzima A (Bruneton 1995).

Estudios anteriores sobre la composición química y actividad biológica de *Drimys*, informan especialmente sobre la presencia de sesquiterpenos drimánicos como poligodial (Tratsk et al. 1997, Cechinel et al. 1998, El Sayah et al. 1998, Mendes et al. 1998, Muñoz et al. 2001). Sin embargo, se desconocen las cantidades y la variación entre plantas de distintas procedencias o poblaciones de *Drimys*.

El efecto de diferentes factores ambientales sobre el contenido de compuestos activos es muy conocido en plantas medicinales. La intensidad de la luz y el fotoperiodo afectan la composición del aceite esencial en *Mentha x piperita*, *Thymus vulgaris* (Yamaura et al. 1989) y *Ocimum basilicum* (Skrubis & Markakis 1976). El efecto de la altitud se ha demostrado por ejemplo en *Thymus vulgaris*, *Digitalis purpurea* y *Salvia officinalis* (Vogel & Berti 2003). En *Peumus boldus* se han encontrado diferencias en la cantidad de aceites esenciales y alcaloides en distintos lugares de la Séptima Región de Chile (Vogel et al. 1996b). Por el efecto de diversos factores ambientales sobre los metabolitos secundarios de las plantas, se espera también una variación de estos compuestos para poblaciones de canelo en diversas posiciones geográficas.

El interés de esta investigación yace en la potencial importancia comercial de compuestos químicos producidos por canelo, algunos de los cuales tienen actividad biológica y posibles usos medicinales. Conocer cómo cambian algunos compuestos en las plantas de canelo contribuirá al desarrollo futuro de adecuados métodos de recolección, de manejos agronómicos, o de mejoramiento genético para la obtención de sustancias de interés.

Los objetivos de este trabajo son determinar la cantidad de tres grupos de compuestos químicos: aceites esenciales, terpenos –equivalentes a la cantidad del extracto en hexano– y el contenido de flavonoides, en hojas de cinco poblaciones de *D. winteri* y una población de *D. andina* de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se recolectaron hojas, completamente expandidas y no senescentes, provenientes de seis poblaciones de *Drimys* spp de Chile (Fig. 1). Las localidades fueron seleccionadas según criterios de diferencias ambientales y taxonómicas. Las diferencias ambientales comprenden factores de relieve, latitud, altitud y precipitaciones entre otras (Tabla 1). Las poblaciones A, B y C, correspondientes a la especie *D. winteri* y cercanas geográficamente, ocupan posiciones del Valle Central, Cordillera de la Costa y precordillera andina, respectivamente. Las poblaciones D y E, cercanas geográficamente y ubicadas en situación de cordillera andina, pertenecen a especies distintas, respectivamente *D. winteri* y *D. andina*. La población F está geográficamente lejana al resto y posee clima marítimo, ubicándose en la isla de Chiloé. Se tomaron muestras de cerca de 30 árboles por cada población entre los días 5 de enero y 14 de febrero de 2002. Cada muestra, aproximadamente 200 g peso fresco de hojas de un árbol, se analizó en forma independiente en laboratorio.

Métodos generales

Luego de la colecta en terreno, cada muestra fue extendida y secada al aire bajo sombra. El material se maceró con un molinillo manual. Para 130 muestras se tomaron 3 a 5 g y se secaron en estufa con aire forzado a 105 °C por 1 h con el fin de determinar el porcentaje de humedad residual.

Los aceites esenciales se obtuvieron por hidrodestilación: se colocaron 50 a 70 g de muestra en balón hidrodestilando por 45 min y mi-

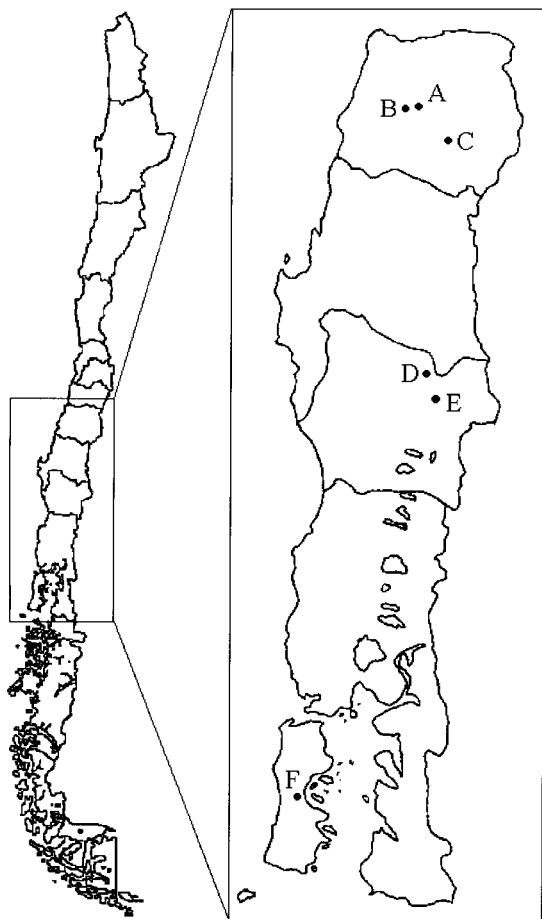


Fig. 1: Localización de colectas de *Drimys* spp. en Chile.

Localization of *Drimys* spp. collections in Chile.

diendo el volumen de aceites obtenidos en microbureta, conforme a la metodología descrita por World Health Organization (1998). El resultado se expresó en mL de aceites obtenidos por 100 g de hoja seca ($\text{mL } 100 \text{ g}^{-1}$), descontando la humedad residual.

La cuantificación de terpenos se realizó mediante la técnica de extracción Soxhlet con hexano. Si bien esta técnica es ampliamente usada en la cuantificación de lípidos, término muy amplio que considera a todos los compuestos liposolubles, y considerando que en estudios preliminares tanto en corteza como en hojas de canelo se obtuvieron mayoritariamente monoterpenos y sesquiterpenos (Cruz et al. 1973, Brown 1994, Muñoz et al. 2001), se considera en el presente trabajo como equivalente. Se colocaron 6 g de muestra en dedal de extracción; el dedal se introdujo en el extractor Soxhlet; se montó el equipo con balón previamente pesado sobre manto eléctrico, agregando hexano; la extracción se realizó por 3 h y luego se eliminó el solvente en rotavapor, enfriando después en campana de secado; se pesó el balón y mediante la diferencia con su peso inicial se calculó el porcentaje de extracto en hexano, correspondiente al contenido de terpenos en hojas secas, descontando la humedad residual.

Los flavonoides se cuantificaron de acuerdo con la farmacopea alemana DAB9 (Franz & Koehler 1992), mediante espectrofotometría: 0,6 g de sometió a reflujó dos veces en 20 mL de acetona con HCl 25 % y metenamina 5 % por 5 min en baño de agua caliente; la solución filtrada se aforó a 100 mL con acetona; se tomaron 20 mL en embudo de extracción, se

TABLA 1

Localidades de colecta de *Drimys* spp.

Collection localities of *Drimys* spp.

Población	Especie	Localidad y región de Chile	Coordenadas geográficas ¹	Altitud (m) ¹	Precipitación anual (mm) ²
A	<i>D. winteri</i>	Pangal, Séptima	35°37' S, 71°42' O	120	800
B	<i>D. winteri</i>	Huerta de Maule, Séptima	35°39' S, 71°57' O	300	600
C	<i>D. winteri</i>	Camino Ancoa, Séptima	35°55' S, 71°28' O	400	1.600
D	<i>D. winteri</i>	Tolhuaca, Novena	38°14' S, 71°45' O	900	2.500
E	<i>D. andina</i>	Conguillío, Novena	39°39' S, 71°43' O	1.200	3.500
F	<i>D. winteri</i>	Huillinco, Décima	42°39' S, 73°53' O	2	1.900

¹ Fuente: Instituto Geográfico Militar (1970)

² Fuente: Novoa & Villaseca (1989); Santibáñez & Uribe (1993)

agregaron 15 mL de acetato de etilo y 20 ml de agua destilada, realizando dos separaciones mediante agitación; se recuperó la fracción de acetato de etilo después de cada separación y se aforó a 50 mL; se tomaron 10 mL, se agregó 1 mL de solución de cloruro de aluminio hexahidratado (2 % en ácido acético metanólico) y se aforó a 25 mL con solución de ácido acético metanólico (5 % de ácido acético en metanol); paralelamente se tomó otra fracción de 10 mL y se aforó a 25 mL sin agregar cloruro de aluminio; luego de 20 min se midió la absorbancia de ambas soluciones en espectrofotómetro Unicam Helios α a una longitud de onda de 425 nm; el contenido de flavonoides se calculó usando la fórmula $A*1,25/P$, donde A es la diferencia de absorbancia de las soluciones y P el peso en g del material vegetal analizado, descontando la humedad residual; el contenido de flavonoides quedó expresado como porcentaje de hiperósido (Franz & Koehler 1992).

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a la prueba de Kruskal-Wallis, utilizando el programa estadístico Minitab para Windows 32 Bit Release 10.51 Xtra, Copyright 1995. Se utilizó un análisis no paramétrico debido a que los datos no cumplían el supuesto de homogeneidad de las varianzas. La prueba usada se ajusta a un diseño completamente aleatorizado con más de dos tratamientos. Cada población fue considerada, para efectos del análisis estadístico, como un tratamiento distinto. Se realizaron comparaciones entre las medias de los tratamientos siguiendo la metodología descrita por Siegel & Castellan (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de aceites esenciales, terpenos y flavonoides es distinta para las poblaciones de *Drimys* estudiadas. El contenido promedio de aceites esenciales para todas las muestras analizadas ($n = 184$) fue de 0,50 mL 100 g⁻¹, con un mínimo de 0,00 y un máximo de 1,72 mL 100 g⁻¹. Los menores promedios se encontraron en las poblaciones de Huillinco (F) y Tolhuaca (D) (Tabla 2). El promedio de terpenos fue de 7,11 %, variando su cantidad entre 1,25 y 16,59 %, con el menor promedio para Huillinco (F) y el mayor para Pangal (A) (Tabla 3). Los análisis de flavonoides arrojaron un promedio de 1,81 %, con un valor mínimo de 0,33 y máximo de 3,63 %, con el promedio menor en la población de Huillinco (F) y Tolhuaca (D) (Tabla 4).

Las diferencias de contenidos entre poblaciones, estadísticamente significativas, llegan a ser notorias: el contenido promedio de aceites esenciales fue tres veces mayor entre dos poblaciones. Una situación similar se observa para el caso de terpenos y flavonoides (Tablas 2, 3 y 4). Sin embargo, la variación intrapoblacional es también importante (Fig. 2), pudiendo explicarse por variabilidad genética entre los individuos de la población natural y por imprecisiones inherentes a la metodología, pese a lo cual se encontraron diferencias significativas debido al alto número de repeticiones consideradas.

El contenido de aceites esenciales en *Drimys winteri* es notablemente bajo en las poblaciones de Tolhuaca (D) y Huillinco (F) (Tabla 2), las más australes entre las poblaciones estudiadas (Fig. 1), por lo que puede haber un efecto del ambiente sobre esta característica por

TABLA 2

Concentración promedio de aceites esenciales en hojas de poblaciones de *Drimys* spp.

Mean concentration of essential oils in leaves of *Drimys* spp. populations

Población	Especie	Localidad	Aceites esenciales promedio \pm DE (mL 100 g ⁻¹)	*	n
A	<i>D. winteri</i>	Pangal	0,67 \pm 0,34	a	32
B	<i>D. winteri</i>	Huerta de Maule	0,68 \pm 0,35	a	31
C	<i>D. winteri</i>	Camino Ancoa	0,54 \pm 0,27	a	30
D	<i>D. winteri</i>	Tolhuaca	0,30 \pm 0,12	b	30
E	<i>D. andina</i>	Conguillío	0,62 \pm 0,29	a	30
F	<i>D. winteri</i>	Huillinco	0,22 \pm 0,26	b	31

*Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Kruskal-Wallis, $H_5 = 63,31$; $P < 0,0001$

TABLA 3

Concentración promedio de terpenos en hojas de poblaciones de *Drimys* spp.
Mean concentration of terpenes in leaves of *Drimys* spp. populations

Población	Especie	Localidad	Terpenos promedio \pm DE (%)	*	n
A	<i>D. winteri</i>	Pangal	9,47 \pm 2,21	a	32
B	<i>D. winteri</i>	Huerta de Maule	8,48 \pm 2,72	a,b	30
C	<i>D. winteri</i>	Camino Ancoa	8,44 \pm 2,73	a,b	30
D	<i>D. winteri</i>	Tolhuaca	5,66 \pm 1,71	c	30
E	<i>D. andina</i>	Conguillío	7,23 \pm 2,11	b,c	30
F	<i>D. winteri</i>	Huillinco	3,36 \pm 1,29	d	31

*Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Kruskal-Wallis, $H_5 = 95,18$; $P < 0,0001$

TABLA 4

Concentración promedio de flavonoides en hojas de poblaciones de *Drimys* spp.
Mean concentration of flavonoids in leaves of *Drimys* spp. populations

Población	Especie	Localidad	Flavonoides promedio \pm DE (%)	*	n
A	<i>D. winteri</i>	Pangal	2,37 \pm 0,69	a	32
B	<i>D. winteri</i>	Huerta de Maule	1,78 \pm 0,71	a,b	30
C	<i>D. winteri</i>	Camino Ancoa	1,89 \pm 0,68	a	30
D	<i>D. winteri</i>	Tolhuaca	1,26 \pm 0,66	b,c	30
E	<i>D. andina</i>	Conguillío	2,35 \pm 0,69	a	30
F	<i>D. winteri</i>	Huillinco	1,21 \pm 0,52	c	31

*Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Kruskal-Wallis, $H_5 = 63,58$; $P < 0,0001$

factores como: altitud, precipitaciones, temperaturas, fotoperiodo e intensidad de radiación solar. Efectos de la radiación lumínica y del fotoperiodo sobre los aceites esenciales se han observado en especies medicinales como *Thymus vulgaris* y *Ocimum basilicum* (Skrubis & Markakis 1976, Yamaura et al. 1989). Comparando poblaciones cercanas de las especies *Drimys andina* y *D. winteri* se observó que el aroma es más intenso en hojas de la primera especie, lo que se vio confirmado con el mayor contenido de aceite esencial. En algunas muestras se obtuvo un contenido nulo de aceites esenciales, existiendo probablemente solo trazas que no pudieron ser cuantificadas. Los contenidos promedio de aceites esenciales en *Drimys* spp son bastante menores que los que presentan algunas labiadas (Hay & Waterman 1993) y *Tasmannia lanceolata*, una Winterácea

australiana que contiene hasta un 6 % (Menary et al. 1999). Sin embargo, dos muestras de *Drimys winteri* rindieron sobre 1,6 mL 100 g⁻¹, indicando una buena posibilidad para aumentar los rendimientos de aceites esenciales en *Drimys* spp., a través de selecciones. Canelo podría utilizarse en el futuro como fuente de nuevos productos aromáticos, tal como se ha hecho en Australia con *Tasmannia lanceolata* (Menary et al. 1999).

El contenido de terpenos parece tener relación con la latitud, puesto que hacia el sur su cantidad fue menor (Tabla 3). En *Drimys* spp se han encontrado sustancias de interés por su actividad antimicrobiana, sobre los procesos de percepción del dolor, antiinflamatoria, antialérgica y repelente de insectos, como poligodial y drimanial (Asakawa et al. 1988, Tratsk et al. 1997, El Sayah et al. 1998, Malheiros et al.

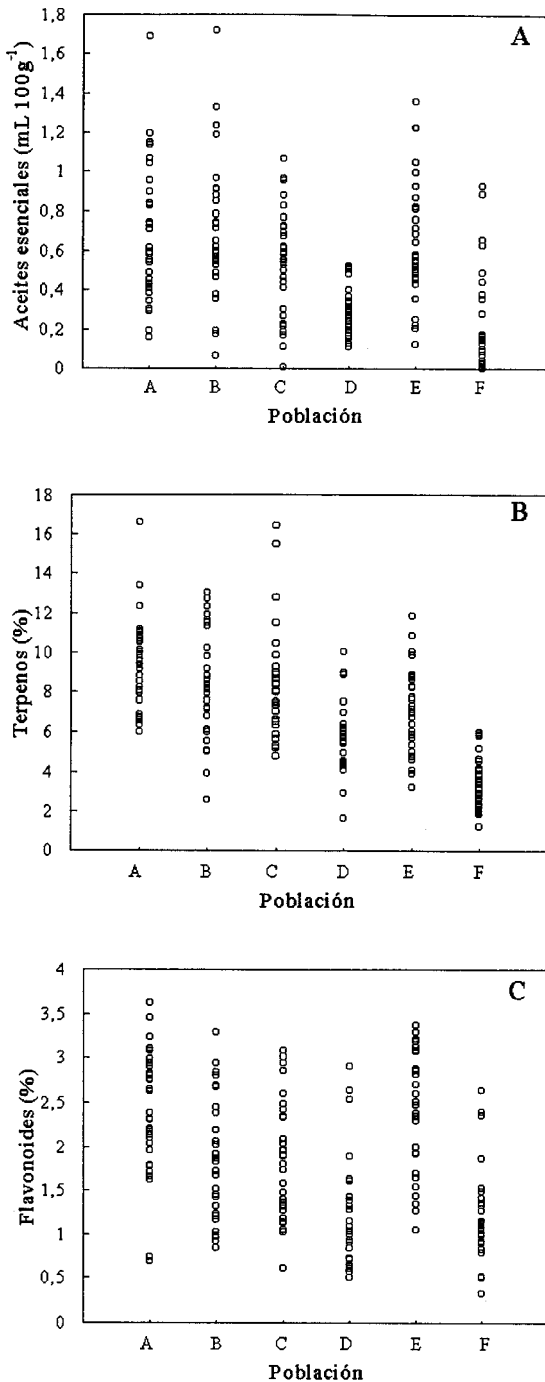


Fig. 2: Concentración de aceites esenciales (A), extracto en hexano (B) y flavonoides (C) en hojas de *Drimys winteri* (poblaciones A, B, C, D y F) y *D. andina* (población E). Cada círculo representa el valor obtenido a partir de una muestra independiente.

Essential oil (A), hexane extract (B) and flavonoids (C) concentration in leaves of *Drimys winteri* (populations A, B, C, D and F) and *D. andina* (population E). Each circle represents the value obtained from one independent sample.

2001). Dada la importancia de los terpenos para la actividad biológica, las poblaciones de la Séptima Región (A, B y C) son las más interesantes entre las estudiadas.

Los flavonoides también muestran una menor cantidad en las poblaciones del sur. Ruiz et al. (2002) mencionan diferencias cualitativas entre los flavonoides de hojas en especies chilenas de *Drimys*: *D. winteri* contiene varios dihidroflavonoles no presentes en *D. andina* (astilbina y compuestos relacionados con taxifolina); las flavonas estuvieron menos representadas, con dos compuestos en *D. andina* y uno en *D. winteri*, mientras que ambas especies presentaron el flavonol quercetina-3-metiléter. Williams & Harvey (1982) encontraron los flavonoles quercetina y kaempferol en *D. winteri*, indicando también la presencia de las flavonas luteolina y apigenina, como también luteolina-7,3'-dimetiléter, dihidroquercetina y procianidina. Torres et al. (1992) informan la presencia del flavonoide taxifolina-3-O-glucósido en un 0,005 % en hojas de *D. winteri*. Los flavonoides son un grupo de sustancias de gran interés por sus propiedades antialérgicas, antiinflamatorias y antioxidantes, destacando en esta última característica la quercetina. El presente estudio es el primero en determinar la cantidad de flavonoides en poblaciones de *Drimys*.

La especie *D. andina* presenta, para todos los compuestos estudiados, valores dentro de los rangos obtenidos en *D. winteri*. Sin embargo, al comparar dos poblaciones de las diferentes especies en la Novena Región se advierten diferencias estadísticamente significativas en el contenido de aceites esenciales y flavonoides, las que, considerando su cercanía geográfica y similar ambiente, pueden atribuirse principalmente a diferencias genéticas que caracterizan las especies. En concordancia con esto, Hernández et al. (1996) encontraron dos poblaciones contiguas de *D. winteri* en Bullileo, Séptima Región, con importantes diferencias morfológicas y químicas, lo que indica fuertemente que las características químicas de la especie varían según el genotipo. Para la característica de sabor picante estos autores informaron que una de las poblaciones estudiadas presentaba dicha característica y la otra no, mientras que las poblaciones D y E del presente estudio eran ambas picantes, por lo que existiría mayor variación al interior de la especie *D. winteri* que entre las especies *D. winteri* y *D. andina* al respecto.

La variación encontrada en la cantidad de compuestos químicos concuerda con los criterios ecológicos señalados por Hernández et al. (1996) y Navarro et al. (1999) en el sentido de

que *Drimys* spp ocupa una amplia distribución geográfica, lo que explicaría en términos ambientales las variaciones morfológicas y en general fenotípicas. Otra porción de la variación debe atribuirse a diferencias genéticas.

Hay & Waterman (1993) señalan que en especies con poco mejoramiento genético, como son las plantas medicinales, existe gran variación entre plantas. No existen antecedentes de mejoramiento genético en canelo, salvo su uso esporádico como árbol ornamental. Considerando que las poblaciones estudiadas son naturales, la variación encontrada era esperada. La gran variación intrapoblacional encontrada se debe principalmente a las diferencias genéticas entre las plantas, por encontrarse en las mismas situaciones ambientales, pero también pueden aportar factores como la diferente edad o la exposición al sol. Otro factor que puede influir en la calidad y cantidad de aceites esenciales es la fecha de colecta, como se mostró anteriormente en *Aloysia triphylla*, *Origanum vulgare* y *Peumus boldus* (Vogel et al. 1996a, 1996b, 1999, Dragar et al. 1998). Moya (2002) estudió los contenidos de terpenos y aceites esenciales en hojas de canelo en diferentes poblaciones naturales de la Séptima Región desde noviembre hasta abril, encontrando la mayor concentración de terpenos en enero, mientras que los aceites esenciales no presentaron diferencia entre los meses.

Este estudio representa un primer paso para seleccionar. Para obtener material vegetal con altos contenidos de aceite esencial o flavonoides, las poblaciones de *D. winteri* de la Séptima Región y la población de *D. andina* son interesantes. Para los terpenos, también sobresalen las de la Séptima Región, en especial la de Pangal.

CONCLUSIONES

El presente estudio permite afirmar que poblaciones distintas de *Drimys* spp producen cantidades diferentes de aceites esenciales, terpenos y flavonoides en sus hojas. Los contenidos promedio y el rango para el total de muestras fueron 0,50 mL 100 g⁻¹ (0,00–1,72) de aceites esenciales, 7,11 % (1,25–16,59) de terpenos y 1,81 % (0,33 – 3,63) de flavonoides.

Aunque se encontró gran variación entre plantas de una misma población en los contenidos de los compuestos estudiados, las poblaciones presentan cantidades significativamente diferentes. En la especie *D. winteri*, las poblaciones de la VII Región presentan cantidades mayores tanto de aceites esenciales, como de terpenos y flavonoides respecto a las poblaciones más australes. La especie *D. andina* presentó

diferencias en el contenido de aceites esenciales y flavonoides al compararla con la población más cercana de la especie *D. winteri*.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación para la Innovación Agraria y a la Universidad de Talca, instituciones que financiaron el Proyecto FIA N° V-99-0-S-032 del cual la presente investigación formó parte. También se agradece a la Universidad Católica del Maule, por dar apoyo al primer autor, de cuya Tesis de Magíster es parte el presente artículo. Los autores agradecen además al Sr. Sergio Reyes por su gran apoyo en los análisis de laboratorio.

LITERATURA CITADA

- ASAKAWA Y, GW DAWSON, DC GRIFFITHS, JY LALLEMAND, SV LEY, K MORI, A MUDD, M PEZECHK-LECLAIRE, JA PICKETT, H WATANABE, CM WOODCOCK & Z ZHONGNING (1988) Activity of Drimane Antifeedants and Related Compounds Against Aphids, and Comparative Biological Effects and Chemical Reactivity of (-)- and (+)-polygodial. *Journal of Chemical Ecology* 14: 1845-1855.
- BROWN GD (1994) Drimendiol, a sesquiterpene from *Drimys winterii*. *Phytochemistry* 35: 975-977.
- BRUNETON J (1995) Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Technique et Documentation, Lavoisier, France. 915 pp.
- CECHINEL V, V SCHLEMPER, AR SANTOS, TR PINHEIRO, RA YUNES, GL MENDES, JB CALIXTO & FD MONACHE (1998) Isolation and identification of active compounds from *Drimys winteri* barks. *Journal of Ethnopharmacology* 62: 223-227.
- CRUZ A, M SILVA & PG SAMMES (1973) Further terpenoids and phenolics of *Drimys winterii*. *Phytochemistry* 12: 2549-2550.
- DRAGAR VA, SM GARLAND & RC MENARY (1998) Investigation of the Variation in Chemical Composition of *Tasmannia lanceolata* Solvent Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 3210-3213.
- EL-SAYAH M, V CECHINEL, RA YUNES, TR PINHEIRO & JB CALIXTO (1998) Action of polygodial, a sesquiterpene isolated from *Drimys winteri*, in the guinea-pig ileum and trachea 'in vivo'. *European Journal of Pharmacology* 344: 215-221.
- FRANZ G & H KOEHLER (1992) Drogen und Naturstoffe. Grundlagen und Praxis der Chemischen Analyse. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 308 pp.
- HAY RK & PG WATERMAN (eds) (1993) Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production. Longman Scientific and Technical, Essex, England. 185 pp.
- HERNÁNDEZ M, C DONOSO & M ROMERO (1996) Variación genecológica de dos poblaciones contiguas de *Drimys winteri* (Forst.). *Bosque (Chile)* 17: 65-75.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (1970) Atlas de la República de Chile. Segunda edición. Editores Ins-

- tituto Geográfico Militar, Santiago, Chile. 249 pp.
- LUNDE CS & I KUBO (2000) Effect of polygodial on the Mitochondrial ATPase of *Saccharomyces cerevisiae*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 44: 1943-1953.
- MALHEIROS A, V CECHINEL, CB SCHMITT, AR SANTOS, C SCHEIDT, JB CALIXTO, FD MONACHE & RA YUNES (2001) A sesquiterpene drimane with antinociceptive activity from *Drymys winteri* bark. *Phytochemistry* 57: 103-107.
- MENARY RC, VA DRAGAR & SM GARLAND (1999) *Tasmannia lanceolata*. Developing a new commercial flavour product. Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), Publication N° 99/124. Hobart, Australia. 93 pp.
- MENDES GL, AR SANTOS, MM CAMPOS, KS TRATSK, RA YUNES, V CECHINEL & JB CALIXTO (1998) Anti-hyperalgesic properties of the extract and of the main sesquiterpene polygodial isolated from the barks of *Drymys winteri* (Winteraceae). *Life Sciences* 63: 369-381.
- MOYA P (2002) Crecimiento de brotes y concentración de principios activos en poblaciones naturales de canelo (*Drymys winteri* J.R. et Foster) en la VII Región. Memoria de Grado, Escuela de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile. 34 pp.
- MUÑOZ O, M MONTES & T WILKOMIRSKY (2001) Plantas medicinales de uso en Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 330 pp.
- NAVARRO C, C DONOSO & V SANDOVAL (1999) Los renovales de canelo. En: Donoso C y F Lara (eds) *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*: 341-379. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- NOVOA N & S VILLASECA (1989) Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. 221 pp.
- RODRÍGUEZ RA, O MATTHEI & M QUEZADA (1983) Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 408 pp.
- RODRÍGUEZ RA & M QUEZADA (1991) Nueva combinación en *Drymys* J.R. et G. Forster (Winteraceae) de Chile. *Gayana Botánica* (Chile) 48: 111-114.
- RUIZ E, G FUENTES, J BECERRA, F GONZÁLEZ & M SILVA (2002) Flavonoids as chemosystematic markers in Chilean species of *Drymys* J.R. et G. Forst. (Winteraceae). *Boletín de la Sociedad Chilena de Química* (Chile) 47: 273-278.
- SANTIBÁÑEZ F & J URIBE (1993) Atlas agroclimático de Chile, regiones VI, VII, VIII y IX. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. 99 pp.
- SIEGEL S & NJ CASTELLAN (1988) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. Second Edition. McGraw-Hill, New York, New York, USA. 384 pp.
- SKRUBIS B & P MARKAKIS (1976) The effect of photoperiodism on the growth and essential oil of *Ocimum basilicum* (sweet basil). *Economic Botany* 30: 389-393.
- TORRES R, F PARDO & M VELASCO (1992) Flavonoid from *Drymys winteri*. *Fitoterapia* 63: 553.
- TRATSK KS, MM CAMPOS, ZR VAZ, VC FILHO, V SCHLEMPER, RA YUNES & JB CALIXTO (1997) Anti-allergic effects and oedema inhibition caused by the extract of *Drymys winteri*. *Inflammation Research* 46: 509-514.
- VOGEL H & M BERTI (2003) Cómo producir y procesar plantas medicinales y aromáticas de calidad. Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile. 169 pp.
- VOGEL H, J MUÑOZ & I RAZMILIC (1996a) Efecto de la época de cosecha sobre el rendimiento de productos deshidratados y de aceite esencial en orégano (*Origanum vulgare* L.). *Ciencia e Investigación Agraria* (Chile) 23: 55-60.
- VOGEL H, I RAZMILIC, U DOLL & R RUIZ (1996b) Variability of some active compounds in boldo (*Peumus boldus* Mol.). *Beiträge zur Züchtungsforschung* (Germany) 2: 364-367.
- VOGEL H, ML SILVA & I RAZMILIC (1999) Seasonal fluctuation of essential oil content in lemon verbena (*Aloysia triphylla*). *Acta Horticulturae* 500: 75-79.
- WILLIAMS C & W HARVEY (1982) Leaf flavonoid patterns in the Winteraceae. *Phytochemistry* 21: 329-337.
- YAMAURA T, S TANAKA & M TABATA (1989) Light-dependent formation of glandular trichomes and monoterpenes in thyme seedlings. *Phytochemistry* 28: 741-744.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1998) *Quality control methods for medicinal plant materials*. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 115 pp.

Editor Asociado: Luis Corcuera

Recibido el 6 de junio de 2003; aceptado el 9 de octubre de 2003