

## Propagación de estacas y concentración de taninos y flavonoides en hojas de dos procedencias de *Ugni molinae* de la región del Maule (Chile)

Cutting propagation and tannin and flavonoid concentration in leaves of two *Ugni molinae* provenances from the Maule Region (Chile)

Ursula Doll <sup>a\*</sup>, Iván Rodríguez <sup>b</sup>, César Soto, Iván Razmilic <sup>c</sup>

\*Autor de Correspondencia: <sup>a</sup> Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, Talca, Chile, Casilla 721-747, udoll@utalca.cl

<sup>b</sup> Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección Regional de Aysén, Coihaique, Chile.

<sup>c</sup> Universidad de Talca, Instituto de Química de Recursos Naturales, Talca, Chile.

### SUMMARY

The high content of active compounds with antioxidant power found in *Ugni molinae* leaves, an understory shrub of native forests, caused a search for promising material for cultivation. The aims of this study were to determine the rooting capacity of cuttings of two provenances from the northern distribution limit of the species, and the effect of sun exposure and leaf age on tannin and flavonoid concentration. The rooting trial was carried out in a warm rooting-bed over cuttings coming from 10 mother plants of each provenance. After three months, more than 70 % of cuttings rooted; Cordillera de Los Andes provenance outdid Cordillera de la Costa provenance. The application of rooting hormone at the base of cuttings significantly improved the share of successful rooting and the quality of roots formed. Leaves of five sun plants and five shadow plants were collected from each provenance for quantification of active compounds. Sun leaves show higher flavonoid concentration than did shadow leaves in both provenances. Cordillera de los Andes sun leaves contain more tannin than that contained by shadow leaves of the same provenance. Leaf age has no impact on the concentration of active compounds.

**Key words:** vegetative propagation, active compounds, antioxidants, murtila.

### RESUMEN

El alto contenido de principios activos con poder antioxidante que poseen las hojas de *Ugni molinae*, arbusto componente del sotobosque nativo, motivaron la búsqueda de material promisorio para su cultivo. El objetivo del trabajo fue determinar la capacidad de enraizamiento de estacas de dos procedencias del límite norte de distribución de la especie y el efecto de la exposición y edad de la hoja sobre su concentración de taninos y flavonoides. El ensayo de enraizamiento se realizó en cama caliente con estacas provenientes de 10 plantas madres de cada procedencia. Al cabo de tres meses se logró enraizamiento en más del 70 % de las estacas superando la procedencia Cordillera de Los Andes a la procedencia Cordillera de la Costa. La aplicación de hormona de enraizamiento a la base de las estacas (1,5 mg g<sup>-1</sup> AIB), mejoró significativamente el porcentaje de enraizamiento y la calidad de las raíces formadas. Para la cuantificación de principios activos se cosecharon hojas de cinco plantas de sol y cinco plantas de sombra de cada procedencia. Las hojas de sol presentaron mayor concentración de flavonoides que las hojas de sombra en ambas procedencias. Las hojas de sol de la Cordillera de Los Andes contenían más taninos que las hojas de sombra de la misma procedencia. La edad de la hoja no influyó en su concentración de principios activos.

**Palabras clave:** propagación vegetativa, principios activos, antioxidantes, murtila.

### INTRODUCCIÓN

Murtila (*Ugni molinae* Turcz.) es un arbusto perenne de la familia Myrtaceae, nativo del centro y sur de Chile. Habita en diversas condiciones, formando parte del sotobosque nativo pero también en terrenos abiertos y degradados (Donoso y Ramírez 1994, Montenegro 2002). Se caracteriza por poseer un follaje coriáceo de hojas pequeñas (Ramírez *et al.* 1980), verde oscuras en el haz y más claras por el envés. Las ramillas nuevas son pubescentes y forman entrenudos cortos (Riedemann y Aldunate 2003).

El arbusto presenta una arquitectura baja y compacta cuando crece en ambientes secos y expuestos al sol, pudiendo alcanzar hasta los 2 m de altura en condiciones de mayor humedad o bajo dosel (Montenegro 2002).

Esta especie ganó gran interés económico durante la última década debido a sus frutos comestibles que poseen un alto contenido de antioxidantes (Fredes 2009, Schreckinger *et al.* 2010, Rubilar *et al.* 2011), hecho que impulsó la búsqueda y caracterización del material vegetal más promisorio desde la región del Biobío hasta la región de Los Lagos, abarcando la mayor parte del área de distribu-

ción de la especie (Torres *et al.* 1999, Seguel *et al.* 2000). Asimismo, se incluyó en esta caracterización material recolectado en la zona costera de la región del Maule.

Por otro lado se han multiplicado los trabajos que incursionaron en el uso cosmetológico (Avello *et al.* 2009 a) y medicinal (Suwalsky *et al.* 2006, Delporte *et al.* 2007, Avello *et al.* 2009, Shene *et al.* 2009, Rubilar *et al.* 2011) del extracto de sus hojas. La mayoría de estos trabajos se basan en estudios sobre el poder antioxidante *in vitro* de extractos de los distintos órganos vegetales, reacción que es atribuida a diferentes metabolitos secundarios, entre los que se destacan los flavonoides y taninos (Fredes 2009, Sati *et al.* 2010).

Tanto la industria cosmética como la farmacéutica, ávidas actualmente de antioxidantes de origen natural, requieren de materia prima homogénea de alta calidad, que difícilmente es proporcionada por recolección silvestre (Vogel *et al.* 2007). Este hecho avala la necesidad de incorporar murtilla a cultivo, lo que requiere seleccionar el material genético más apropiado y determinar las condiciones de cultivo que optimicen la producción de materia prima.

Vogel *et al.* (2008), quienes estudiaron el comportamiento *in situ* y *ex situ* de especies nativas medicinales, encontraron que dependiendo de la especie, varía la concentración de principios activos entre poblaciones, entre plantas de la misma población y entre diferentes órganos o posiciones de la misma planta. Sin embargo, comprobaron que llevando estas especies a cultivo, en muchos casos no se repetían las mismas tendencias que en el ambiente natural de las mismas.

A los flavonoides presentes en las hojas de las plantas verdes se les atribuye una función protectora frente a la radiación ultravioleta, siendo los taninos responsables de protegerlas de la herbivoría (Taiz y Zeiger 1991). En consecuencia, debería encontrarse una mayor concentración de flavonoides en hojas de plantas de murtilla que crecen expuestas a plena radiación solar que en las que crecen a la sombra, y una mayor concentración de taninos en hojas del último período de crecimiento que en hojas más antiguas, ya que en general las hojas más nuevas de las plantas son más tiernas y apetecidas por los herbívoros. La comprobación de tales relaciones se traduciría en pautas para el manejo de la especie en cultivo y para la cosecha del material vegetal.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la exposición y edad de la hoja sobre la concentración de taninos y flavonoides en hojas para una procedencia de la costa y una procedencia pre andina del límite norte de distribución de la especie, además de comparar la capacidad de enraizamiento de estacas de ambas procedencias.

## MÉTODOS

Para el ensayo de propagación y para la determinación de la concentración de principios activos en hoja, a co-

mienzos de mayo 2004 se recolectó material vegetal en dos localidades de la región del Maule. El material denominado procedencia Cordillera de la Costa fue recolectado en el fundo San Pedro, cercano a Constitución, bajo dosel de *Pinus radiata* D. Don (coordenadas UTM 737834 E y 6066000 N) y el material de procedencia Cordillera de Los Andes en el fundo Los Canelos, próximo al embalse Bullileo, en un bosque nativo intervenido y bajo pastoreo (823308 E y 5984769 N).

Ambos sitios de recolección presentan un clima mediterráneo con prolongada sequía estival. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre los 12 y 13 °C y las precipitaciones alcanzan 800 a 900 mm en la Cordillera de la Costa y entre 1.200 a 1.300 en la Cordillera de Los Andes. La vegetación nativa predominante, sustentada por suelos formados sobre roca granítica en la Cordillera de la Costa y por suelos de origen volcánico (trumaos) en la Cordillera de Los Andes, corresponde al bosque caducifolio maulino y al bosque caducifolio de la pre-cordillera, respectivamente (Gajardo 1994).

*Ensayo de propagación.* En cada sitio de recolección se eligieron 10 plantas madres de aspecto saludable, a las que se les extrajeron 24 ramas terminales de 20 cm de largo. Para evitar la deshidratación de las estacas, las bases de las mismas fueron defoliadas y envueltas en papel absorbente humedecido, agrupando las estacas de cada planta. Posteriormente, fueron colocadas dentro de bolsas de polietileno y trasladadas en un recipiente aislante. Previo a su instalación en cama caliente se realizó un nuevo corte en la base de las estacas, dejándolas de una longitud de 10 cm aproximadamente y se eliminó todas las hojas manteniendo sólo cinco a seis hojas apicales. Se lavaron con abundante agua y se desinfectaron con una solución de fungicida N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida<sup>1</sup> (1g L<sup>-1</sup>, 13,04 g i.a. en 100 g) durante 5 minutos. Inmediatamente después se aplicó enraizante en polvo<sup>2</sup> (0,15 g de ácido indolbutírico, 6 g de captan en 100 g) a la base de la mitad de las estacas de cada planta madre.

Las estacas fueron instaladas en una cama caliente ubicada a 1 m de altura sobre el suelo dentro de un invernadero de estructura de madera y cubierta de polietileno con aireación lateral y cenital. Como sustrato de enraizamiento se utilizó arena gruesa previamente esterilizada en estufa. La temperatura basal, entre 14 y 20 °C, se mantuvo con resistencias eléctricas instaladas sobre el fondo del cajón y reguladas por un termostato. El riego intermitente de tipo niebla fue provisto por microaspersores regidos por un sistema que se basa en el peso del agua sobre una superficie evaporante, asegurándose una humedad ambiente superior al 50 % de humedad relativa.

A los tres meses de instalado el ensayo se cuantificó el número de estacas vivas y el número de estacas enraizadas

<sup>1</sup> Producto comercial: Captan.

<sup>2</sup> Producto comercial: Anasac.

por tratamiento. Estos valores se expresaron en porcentaje de sobrevivencia y porcentaje de enraizamiento en base al número inicial de estacas para cada repetición. Además, se cuantificó el número de raíces y la longitud de la raíz más larga desarrollada en cada estaca. Tres estacas por repetición (estacas n° 1, 7 y 10) fueron separadas en brote aéreo y raíz, secadas en estufa a 80 °C y pesadas separadamente.

*Cuantificación de principios activos en hojas.* En cada sitio de recolección se eligieron cinco individuos de murtila ubicadas a la sombra (bajo el dosel de la vegetación arbórea) y cinco plantas creciendo a pleno sol (sin cubierta arbórea). En cada planta se cosecharon separadamente hojas del último período de crecimiento (hojas nuevas) y hojas de períodos de crecimiento anteriores (hojas viejas). Las muestras fueron trasladadas en bolsas de papel al Laboratorio de Plantas Aromáticas del Instituto de Química de Recursos Naturales de la Universidad de Talca.

La cuantificación de flavonoides en base a peso seco se realizó según el método espectrofotométrico descrito por Franz y Koehler (1992) y el contenido de taninos mediante el método modificado de Folin Ciocalteu (Lastra *et al.* 2000).

*Flavonoides.* A 0,500 g de muestra seca pulverizada se le agregó 1 mL de metenamina, 2 mL de HCl al 25 %, en 20 ml de acetona y se reflujo por 10 minutos. El extracto se filtró y luego tanto el filtro como el material vegetal se lavaron con dos alícuotas de 20 ml de acetona, se filtró y se completó a 100 mL en un matraz de aforo. Una porción de 20 mL de esta solución se mezcló con 20 ml de agua destilada en un embudo de separación y se extrajo tres veces con 15 mL de acetato de etilo, recuperando la fracción de acetato de etilo después de cada separación. Las fracciones se juntaron y aforaron a 50 mL. A 10 mL de esta solución base se le 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). Otra fracción de 10 mL de la solución base se aforó a 25 mL sin agregar cloruro de aluminio. Luego de 30 min se midió la absorbancia de ambas soluciones en espectrofotómetro ultravioleta Unicam Helios a una longitud de onda de 425 nm. Finalmente, se calculó el contenido de flavonoides multiplicando por 1,25 la diferencia de absorbancia de ambas soluciones, y dividiendo sobre el peso en g del material vegetal analizado. El contenido de flavonoides quedó expresado como porcentaje de hiperósido.

*Taninos.* Se reflujo durante 30 minutos 1 g de muestra seca y molida más 10 mL de agua destilada. Luego de filtrar se aforó a 100 ml. A 1 mL de la solución se le agregó 0,5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu y a los 3 minutos, 1 mL de carbonato de sodio al 20 %, aforando con agua a 50 mL. Se agitó y se esperó el desarrollo del color por 30 minutos. Posteriormente se leyó la absorbancia a 700 nm en un espectrofotómetro ultravioleta visible Unicam Helios.

A 10 mL de la solución obtenida al reflujar la muestra se los precipitó con caolín (1 g) y 5 mL de gelatina saturada con NaCl. Luego de 20 minutos. Se filtró y se le agregó 0,5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu más 1 mL de carbonato de sodio 20 %, a un 1 mL del filtrado, aforando a 50 mL con agua. Después de 30 minutos se leyó en espectrofotómetro a 700 nm.

La concentración de taninos se determinó mediante la interpolación de la diferencia de ambas absorbancias en una curva de calibración obtenida previamente con ácido tánico de la firma Merck.

*Diseño experimental y análisis de los datos.* Para el ensayo de propagación se utilizó un modelo factorial completamente aleatorizado de dos factores fijos. El factor procedencia contempló dos niveles: Cordillera de la Costa y Cordillera de Los Andes; y el factor tratamiento consideró dos niveles: con hormona enraizante y sin hormona. El ensayo contó con 10 repeticiones por combinación de factores (cada repetición correspondió a una planta madre) y 12 estacas por repetición.

Para la cuantificación de principios activos se trabajó con un diseño factorial de tres factores fijos. El factor procedencia contempló dos niveles: Cordillera de la Costa y Cordillera de Los Andes; el factor exposición contempló dos niveles: sol y sombra; y el factor edad de la hoja dos niveles: hojas nuevas y hojas viejas. Cada combinación de factores contó con cinco repeticiones correspondientes a cinco plantas distintas.

Los resultados para cada variable se sometieron a un análisis de varianza y en los casos en que el análisis mostró una interacción significativa entre dos factores ( $P \leq 0,05$ ), se realizó un nuevo análisis fijando un factor en cada uno de sus niveles. Para su evaluación los datos expresados en porcentaje fueron modificados mediante la transformación angular y los datos correspondientes al parámetro número de raíces fueron reemplazados por la raíz cuadrada del valor.

## RESULTADOS

*Ensayo de propagación.* Al cabo de tres meses de iniciado el ensayo de enraizamiento más del 70 % de la totalidad de las estacas logró enraizar. Sin embargo, a pesar de que ambas procedencias alcanzaron altas tasas de sobrevivencia (100 % para Cordillera de Los Andes y 98 % para Cordillera de la Costa), mostraron una marcada diferencia en el porcentaje de enraizamiento (cuadros 1 y 3). El 93 % de todas las estacas provenientes de la Cordillera de Los Andes logró enraizar contra un 56 % de la otra procedencia (cuadro 1). Asimismo, la aplicación de hormona en la base de las estacas influenció significativamente la respuesta del enraizamiento (cuadro 3), así en el caso de las estacas de la Cordillera de Los Andes aumentó en un 8,4 % el porcentaje de enraizamiento y en el caso de la Cordillera de la Costa en un 59,6 % (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Efecto de la aplicación de hormona comercial sobre el enraizamiento y la sobrevivencia de estacas de *Ugni molinae* de dos procedencias y sobre la calidad de las raíces formadas.

Effect of commercial hormone on rooting capacity and survival of cuttings from two *Ugni molinae* provenances and on the quality of the roots formed.

Procedencia	Tratamiento	Enraizamiento [%]	Sobrevivencia [%]	Número de raíces	Largo raíz mayor [cm]
Cordillera de Los Andes	Con hormona	96,66 ± 8,06	100	7,27 ± 1,89	4,64 ± 0,95
	Sin hormona	89,14 ± 13,64	100	4,29 ± 1,28	2,95 ± 1,01
Cordillera de la Costa	Con hormona	69,14 ± 27,79	99,16 ± 2,66	2,79 ± 1,02	1,27 ± 0,70
	Sin hormona	43,31 ± 22,04	96,65 ± 5,84	1,54 ± 0,79	0,63 ± 0,51

**Cuadro 2.** Efecto de la aplicación de hormona comercial sobre el peso seco del brote aéreo y de las raíces formadas en estacas de *Ugni molinae* de dos procedencias.

Effect of commercial hormone on shoot and root dry weight of cuttings from two *Ugni molinae* provenances.

Procedencia	Tratamiento	Peso seco brote aéreo [g]	Peso seco raíz [g]
Cordillera de Los Andes	Con hormona	0,33 ± 0,07	0,033 ± 0,013
	Sin hormona	0,34 ± 0,11	0,022 ± 0,010
Cordillera de la Costa	Con hormona	0,33 ± 0,08	0,008 ± 0,004
	Sin hormona	0,31 ± 0,06	0,006 ± 0,004

**Cuadro 3.** Resultados de los análisis de varianza (valores de *P*) de las variables medidas en el ensayo de propagación.

ANOVA results for the variables measured in the propagation trial.

Variable	Procedencia	Tratamiento	Interacción
% enraizamiento	0,0000	0,0057	ns
% sobrevivencia	0,0371	ns	ns
Número de raíces	0,0000	0,0001	ns
Largo raíz mayor	0,0000	0,0000	ns
Peso seco brote aéreo	ns	ns	ns
Peso seco raíz	0,0000	0,0211	ns

ns: no significativo,  $P > 0,05$ .

**Cuadro 4.** Efecto de la exposición y edad de la hoja sobre la concentración de flavonoides y taninos en hojas de *Ugni molinae* de dos procedencias.

Effects of sun exposure and leaf age on flavonoid and tannin concentration of two *Ugni molinae* provenances.

Procedencia	Exposición	Edad de la hoja	Flavonoides [%]	Taninos [%]
Cordillera de Los Andes	Sol	nueva	1,19 ± 0,19	4,24 ± 0,97
		vieja	1,42 ± 0,44	4,35 ± 1,79
	Sombra	nueva	0,66 ± 0,11	2,24 ± 1,69
		vieja	0,67 ± 0,18	3,34 ± 1,85
Cordillera de la Costa	Sol	nueva	1,60 ± 0,41	5,58 ± 1,06
		vieja	1,14 ± 0,73	5,02 ± 0,32
	Sombra	nueva	0,99 ± 0,09	4,76 ± 0,56
		vieja	0,92 ± 0,45	5,85 ± 1,14

Las diferencias encontradas para ambos orígenes y el efecto de la aplicación de hormona se tradujeron también en la calidad de las raíces formadas (cuadros 1 y 3). Las estacas de la Cordillera de Los Andes superaron a las estacas de la Cordillera de la Costa por más de tres raíces y por 1,9 cm en promedio, respectivamente (cuadro 1). A su vez, la aplicación de hormona mejoró la calidad de las raíces formadas tanto en número como en largo en ambas procedencias (cuadro 1).

No se encontraron diferencias entre los pesos secos de los brotes aéreos (cuadros 2 y 3), lo que da cuenta de la homogeneidad de las estacas seleccionadas para el ensayo. Sin embargo, para el peso seco de las raíces formadas, se repite la misma tendencia ya descrita, una masa de raíces significativamente mayor para la procedencia de la Cordillera de Los Andes y una biomasa de raíces formadas mayor en las estacas tratadas con hormona que en las estacas no tratadas (cuadro 2).

*Cuantificación de principios activos en hojas.* La concentración de flavonoides fue significativamente mayor en las hojas de sol que en las hojas de sombra en ambas procedencias ( $P = 0,0003$ ), promediando 1,34 % las hojas de sol y 0,81 % las hojas de sombra de las dos procedencias (cuadro 4).

En la evaluación de los taninos se evidenció una interacción significativa entre la procedencia y la exposición de las hojas ( $P = 0,044$ ). Las hojas de sol de la Cordillera de Los Andes contenían más taninos que las hojas de sombra de la misma procedencia, 4,30 % contra 2,79 %, respectivamente. Por otro lado, las hojas de sombra de la Cordillera de la Costa presentaron una mayor concentración de taninos que las hojas de sombra de la Cordillera de Los Andes, 5,31 % y 2,79 %, respectivamente (cuadro 4).

En el material estudiado no se encontró diferencia en la concentración de flavonoides y de taninos debido a la edad de la hoja.

## DISCUSIÓN

Los resultados observados en los ensayos realizados demuestran que estacas de murtilla enraízan fácilmente, ya que incluso las estacas de la Cordillera de la Costa, que presentaron un bajo porcentaje de enraizamiento, lograron incrementar significativamente la tasa de enraizamiento con la aplicación de hormona comercial. Estas respuestas confirman lo encontrado por Lavín y Muñoz (1988), quienes en tres meses observaron enraizamiento de estacas apicales semileñosas, y al cabo de 11 meses de instalado el ensayo, lograron un 87 % de enraizamiento sin aplicación de hormona y un 98 % de enraizamiento al aplicar hormona. Estos valores son similares a los alcanzados en sólo tres meses por las estacas provenientes de la Cordillera de Los Andes. Posiblemente con un tiempo de permanencia en la cama caliente más prolongado, también las estacas

de la Cordillera de la Costa hubieran alcanzado mayores tasas de enraizamiento.

Si bien los valores no mostraron diferencias estadísticamente significativas, la concentración de principios activos en hojas de la Cordillera de la Costa superó los valores promedios de la otra procedencia, 1,16 % contra 0,99 % para flavonoides y 5,30 % contra 3,54 % para taninos respectivamente. Acevedo (2003) encontró diferencias en la concentración de flavonoides entre poblaciones de boldo (*Peumus boldus* Mol.) del norte, centro y sur del país. Sin embargo, el contenido de flavonoides fue el mismo en las descendencias cultivadas en un mismo ambiente, por lo que las diferencias encontradas en las poblaciones naturales tendrían su origen en efectos ambientales. Asimismo, Vogel *et al.* (2011) encontraron igual concentración de flavonoides en hojas de matico (*Buddleja globosa* Hope) de distintas accesiones cultivadas en el mismo ambiente.

La diferente concentración de flavonoides entre hojas de sol y hojas de sombra que se repite para ambas procedencias de murtilla, demuestra la influencia ambiental sobre este parámetro. En la procedencia de la Cordillera de Los Andes también se evidenció un efecto del factor luz sobre la concentración de taninos. Vogel *et al.* (1996) midieron una mayor concentración de aceite esencial y alcaloides en hojas de sombra que en hojas de sol de boldo creciendo en su ambiente natural. Sin embargo, en cultivo esta especie no mostró diferencias en la concentración de alcaloides y flavonoides entre plantas cultivadas a pleno sol o bajo sombra y sólo las descendencias de dos poblaciones presentaron diferencias en la concentración de aceite esencial (Acevedo 2003).

Mientras que Vogel *et al.* (2008) encontraron un menor contenido de flavonoides y taninos en hojas jóvenes que en hojas adultas de matico, en el caso de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) al igual que para murtilla en este estudio, no se observó influencia de la edad de la hoja para ambos principios activos.

Los resultados obtenidos para flavonoides en el presente estudio avalan la hipótesis planteada, indicando que murtilla debería ser cultivada expuesta a pleno sol para obtener material vegetal con mayores propiedades antioxidantes. Sin embargo, Pastenes *et al.* (2003) determinaron que altas densidades de flujo de fotones fotosintéticos inducen fotoinhibición del aparato fotosintético en murtillas cultivadas a pleno sol, reduciendo la asimilación neta de  $\text{CO}_2$  en condiciones de saturación de luz. Posteriormente, Franck *et al.* (2007) encontraron un crecimiento óptimo de tres accesiones de murtilla bajo condiciones de transmisión lumínica intermedia (50 % y 65 % de plena luz solar), evidenciado en la acumulación de biomasa y emisión de ramas y metámeros. La disminución del crecimiento a niveles menores de irradiancia lo atribuyeron a restricciones de la fotosíntesis por baja disponibilidad de luz, mientras que a niveles mayores de irradiancia a la fotoinhibición determinada por una disminución en el contenido de clorofila y un leve incremento de carotenoides en hojas. Además

encontraron un comportamiento diferencial de las accesiones, sugiriendo que dependiendo del origen variaría la adaptación a condiciones de cultivo en pleno sol o bajo sombra.

Lo expuesto indicaría que, independientemente de cultivar murtila expuesta al sol para optimizar, la síntesis de principios activos con poder antioxidante es imprescindible contar con el material genético adecuado que asegure niveles aceptables de productividad bajo esas condiciones.

Los resultados obtenidos para taninos no confirman la hipótesis planteada, encontrándose similares concentraciones de principios activos independientemente de la edad del órgano. Esto se traduciría en la posibilidad de cosechar el material vegetal sin la necesidad de discriminar por edad para obtener un producto homogéneo.

## AGRADECIMIENTOS

César Soto fue apoyado por el “Programa de financiamiento de memorias Gobierno Regional-Universidad de Talca” para la determinación de principios activos. Los autores agradecen las valiosas sugerencias del editor y los evaluadores anónimos en mejora del manuscrito.

## REFERENCIAS

- Acevedo P. 2003. Variabilidad en los principios activos de tres poblaciones de boldo (*Peumus boldus* Mol.). Tesis de Magister. Talca, Chile. Universidad de Talca. 32 p.
- Avello M, R Valdivia, M Mondaca, J Ordoñez, M Bittner, J Becerra. 2009. Actividad de *Ugni molinae* Turcz. frente a microorganismos de importancia clínica. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8 (2): 141-144.
- Avello M, R Valdivia, R Sanzana, M Mondaca, S Mennickent, V Aeschlimann, M Bittner, J Becerra. 2009 a. Extractos antioxidantes y antimicrobianos de *Aristotelia chilensis* y *Ugni molinae* como preservantes en productos cosméticos. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8(6): 479-486.
- Delparte C, N Backhouse, V Inostroza, M Aguirre, N Peredo, X Silva, R Negrete, H Miranda. 2007. Analgesic activity of *Ugni molinae* (murtila) in mice models of acute pain. *Journal of Ethnopharmacology* 112(1): 162-165.
- Donoso C, C Ramírez. 1994. Arbustos nativos de Chile. Guía de reconocimiento. Valdivia, Chile. Ediciones Marisa Cúneo. 119 p.
- Franck N, S Winkler, C Pastenes, R Infante. 2007. Acclimation to sun and shade of three accessions of the Chilean native berry-crop murta. *Agroforestry System* 69: 215-229.
- Franz G, H Koehler. 1992. Drogen und Naturstoffe Grundlagen und Praxis der Chemischen Analyse. Berlin, Germany. Springer Verlag. p. 39-41.
- Fredes C, 2009. Antioxidantes en berries nativos chilenos. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8(6): 469-478.
- Gajardo R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 165 p.
- Lastra H, E Rodríguez, H Ponce de León, M González. 2000. Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso de romerillo. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 5(1), 17-22.
- Lavín A, C Muñoz. 1988. Propagación de la murtila (*Ugni molinae* Turcz.) mediante estacas apicales semi leñosas. *Agricultura Técnica* 48(1): 58-59.
- Montenegro G. 2002. Chile, Nuestra Flora Útil. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 267 p.
- Pastenes C, E Santa-María, R Infante, N Franck. 2003. Domestication of the Chilean guava (*Ugni molinae* Turcz.), a forest understory shrub, must consider light intensity. *Scientia Horticulturae* 98: 71-84.
- Ramírez C, M Romero, O Henríquez. 1980. Estudios de germinación en semillas de Mirtaceas Chilenas. *Bosque* 3(2): 106-114.
- Riedemann P, G Aldunate. 2003. Flora nativa de valor ornamental. Chile, Zona Sur. Santiago, Chile. Editorial Andrés Bello. 516 p.
- Rubilar M, C Jara, Y Poo, F Acevedo, C Gutierrez, J Sineiro, C Shene. 2011. Extracts of Maqui (*Aristotelia chilensis*) and Murta (*Ugni molinae* Turcz.): Sources of Antioxidant Compounds and  $\alpha$ -Glucosidase/ $\alpha$ -Amylase Inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(5): 1630-1637.
- Sati S, N Sati, U Rawat, O Sati. 2010. Medicinal plants as a source of antioxidants. *Research Journal of Phytochemistry* 4(4): 213-224.
- Schreckinger M, J Lotton, M Lila, E de Mejia. 2010. Berries from South America: A Comprehensive Review on Chemistry, Health Potential, and Commercialization. *Journal of Medicinal Food* 13(2): 233-246.
- Shene C, A Reyes, M Villaroel, J Sineiro, M Pinelo, M Rubilar. 2009. Plant location and extraction procedure strongly alter the antimicrobial activity of murta extracts. *European Food Research and Technology* 228(3): 467-475.
- Seguel I, E Peñaloza, N Gaete, A Montenegro, A Torres. 2000. Colecta y caracterización molecular de germoplasma de murta (*Ugni molinae* Turcz.) en Chile. *Revista Agro Sur* 28(2): 32-41.
- Suwalsky M, P Orellana, M Avello, F Vilena, C Sotomayor. 2006. Human erythrocytes are affected in vitro by extracts of *Ugni molinae* leaves. *Food and Chemical Toxicology* 44(8): 1393-1398.
- Taiz L, E Zeiger. 1991. Surface Protection and Secondary Defense Compounds. In Plant Physiology. California. The Benjamin/Cummings Publishing Company. p. 318-345.
- Torres A, I Seguel, G Contreras, M Castro. 1999. Caracterización físico-química de frutos de murta (*Ugni molinae* Turcz.). *Revista Agricultura Técnica* 59(4): 260-270.
- Vogel H, I Razmilic, U Doll, R Ruiz. 1996. Variability of some active compounds in boldo (*Peumus boldus* Mol). *Beiträge zur Züchtungsforschung* 2(1): 364-367.
- Vogel H, J San Martín, U Doll. 2007. Cosecha sustentable y comercialización de plantas medicinales chilenas. *Tierra Adentro* julio-agosto: 12-14.
- Vogel H, I Razmilic, J San Martín, U Doll, B González. 2008. Plantas medicinales chilenas. Experiencias de domesticación y cultivo de Boldo, Matico, Bailahuén, Canelo, Peumo y Maqui. 2ª Edición. Talca, Chile. Editorial de la Universidad de Talca. 194 p.

Vogel H, P Jeldres, I Razmilic, U Doll. 2011. Morphological characters, yields and active principles in wild and cultivated

accessions of the Chilean medicinal plant *Buddleja globosa* Hope. *Industrial Crops and Products* 34: 1322-1326.

Recibido: 14.03.12  
Aceptado: 11.06.12

