

## ARTÍCULOS

## Estructura y dinámica de los bosques de belloto el norte (*Beilschmiedia miersii*) de la Cordillera El Melón, comuna de Nogales, región de Valparaíso, Chile

Structure and dynamics in North Belloto forests (*Beilschmiedia miersii*) in Cordillera El Melón, Valparaíso Region, Chile

Enzo Brito-Rozas <sup>a</sup>, Lorena Flores-Toro <sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ciencias Básicas y Matemáticas, Valparaíso, Chile.  
<sup>\*</sup>Autor de correspondencia: <sup>b</sup> Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de Ingeniería Agraria, Jr. Aries 923, Los Olivos, Lima, Perú, tel.: 989210624, lflorestoro@gmail.com

## SUMMARY

*Beilschmiedia miersii* is an endemic tree species of central Chile; a Natural Monument vulnerable to extinction. In Cordillera El Melón there are the most abundant stands of the species, but the places where it prospers and forms forests are being intensely affected by diverse anthropogenic activity. Until the present, works have been centered on individual counting and geographical distribution of *B. miersii*, without considering the permanence of these forests in time. The following study is to determine the structure and dynamics of Belloto forests from Cordillera El Melón. Three gullies were chosen: Madera, Pedernal and Infiernillo. To obtain the forest's appearance, a vertical profile was made in each gully. The forest is made up of a superior stratum of around 20 meters high, another in average or shrubby one that gets up to 10 meters high and an inferior or herbaceous one no more than 1 meter high. To get the quantity structure of these forests, stand tables were made up in each gully. The most important species were: *Beilschmiedia miersii* and *Cryptocarya alba*. The dynamics of regeneration was obtained from the diameter structure graphics, information that was completed by parcel regeneration, that were raised in each stand. In Belloto forests exists a scant regeneration of *B. miersii*. *Cryptocarya alba* is the species that has the major capacity of self replacement, which indicates that it could be the dominating species in these forests in the future only if the present conditions of human intervention attain the drying of the gullies.

**Key words:** hygrophilous woodland, sclerophyllous woodland, Mediterranean woodland.

## RESUMEN

*Beilschmiedia miersii* es una especie arbórea endémica de Chile central, monumento natural y vulnerable a la extinción. La Cordillera El Melón alberga los rodales más abundantes de la especie, sin embargo, los lugares donde forma bosques están intensamente intervenidos por actividades antrópicas. Hasta hoy los trabajos se han centrado en el conteo de individuos, georreferenciación y distribución geográfica de *B. miersii*, sin considerar la permanencia de estos bosques en el tiempo. Este estudio consistió en describir la estructura y determinar la dinámica de los bosques de *B. miersii* de la Cordillera El Melón, región de Valparaíso. Se seleccionaron tres quebradas con densos bosques: La Madera, El Pedernal y El Infiernillo. La fisonomía del bosque se obtuvo de perfiles verticales en cada quebrada. El bosque se compone de un estrato superior de hasta 20 m de altura, uno medio que alcanza 10 m, otro inferior no mayor a 1 m, y lianas que los conectan entre sí. Para la estructura cuantitativa se confeccionaron tablas de rodal de cada rodal. Según esto, las especies más importantes fueron *B. miersii* y *Cryptocarya alba*. La dinámica de regeneración se obtuvo a partir de gráficos de estructura diamétrica y parcelas de regeneración que se levantaron en cada rodal. Se concluyó que existe escasa regeneración de *B. miersii*, presentando *C. alba* la mayor capacidad de autoreemplazo y, por lo tanto, sería la especie dominante de estos bosques en el futuro, si continúan las condiciones actuales de intervención antrópica que llevan a la desecación de estas quebradas.

**Palabras clave:** bosque higrófilo, bosque esclerófilo, bosque mediterráneo.

## INTRODUCCIÓN

La región de Valparaíso, se ubica en la zona mediterránea de Chile central, bajo la influencia del macrobioclima mediterráneo, que se caracteriza por un aumento de las precipitaciones durante los meses de invierno, y por veranos cá-

lidos y secos, que se prolongan por siete a ocho meses (Donoso 1981, 1998, Gajardo 1994, Luebert y Plissock 2006).

Bajo estas condiciones prospera el tipo forestal esclerófilo, caracterizado por la presencia de especies esclerófilas o de hoja dura, resistentes a los periodos de sequía, siendo la vegetación de estos bosques florísticamente muy rica,

tanto en especies leñosas como herbáceas (Donoso 1981, 1998). Sin embargo, en los fondos de quebradas húmedas, prospera un subtipo forestal higrófilo, dominado por *Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm (Donoso 1981). Estos bosques fueron también descritos por otros autores bajo distintas denominaciones, tales como asociación *Beilschmiedietum miersii* descrita por Schmithüsen (1956), bosques de *Beilschmiedia miersii* - *Crinodendron patagua* Molina (patagua) (Gajardo 1994) y comunidades intrazonales higrófilas, dentro del bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* (Molina) Looser y *Peumus boldus* Molina (Luebert y Pliscoff 2006) entre otras. Una completa revisión florística y reciente revisión sintaxonómica de estos bosques se encuentra en Amigo y Flores-Toro (2012).

Siguiendo la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez (2007), estos bosques se reparten entre los pisos Termomediterráneo y Mesomediterráneo con ombroclimas de secos a subhúmedos, aunque reconociendo la imprecisión en los datos meteorológicos que no cuantifican el efecto de las nieblas cuya frecuencia sin duda favorecen a esta comunidad. Su distribución territorial es bastante fragmentada; su óptimo está en la Cordillera de la Costa, reducido a posiciones de umbría y ligado al influjo de las nieblas que matizan el clima como hiperoceánico. En la medida que se le encuentra algo más alejado del litoral, más ligado se le ve a posiciones edafohigrófilas de fondos de vaguada (Amigo y Flores-Toro 2012).

*Beilschmiedia miersii* es la especie dominante en estos bosques en cuanto a tamaño y altura, y se asocia principalmente con *C. alba*, *Citronella mucronata* (Ruiz et Pav.) D. Don (naranjillo), *Drimys winteri* J. R. Forst. et G. Forst (canelo), *Persea lingue* (Miers ex Bertero) Ness (lingue) y *C. patagua* en el dosel superior y Mirtáceas en doseles inferiores; en algunas quebradas también se puede encontrar con *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav. (olivillo) (Villagrán 2007, Amigo y Flores-Toro 2012).

La especie que caracteriza a estos bosques, *B. miersii*, es un árbol endémico de Chile central, vulnerable a la extinción, que se distribuye desde La Ligua, región de Valparaíso, hasta Doñihue, región del Libertador General Bernardo O'Higgins ( $32^{\circ} 13' - 34^{\circ} 02' S$ ), desde sectores costeros hasta aproximadamente los 1.200 m s.n.m. en la Cordillera de la Costa, por su vertiente occidental (Serra et al. 1986, Benoit 1989, MINSEGPRES 2008).

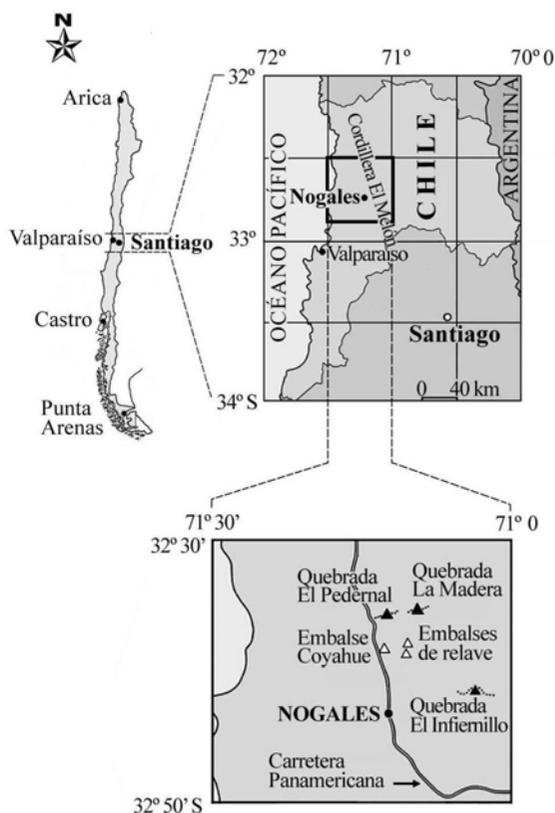
Su situación es delicada si se considera que existe solo una población de belloto del norte en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), y que muchas de sus poblaciones están siendo sometidas a una intensa presión antrópica producto de las actividades agrícolas, pastoreo y el desarrollo minero, como en los sectores de la Cordillera El Melón (provincia de Nogales), principalmente en las quebradas El Torito, El Sauce y Caquicito, donde se han contabilizado 20.000 ejemplares de la especie, de los cuales 14.570 individuos se encuentran en terrenos de la minera Anglo American (Novoa 2004, Valenzuela y del Piano 2006, Mansilla 2007).

Los trabajos realizados hasta el momento en los bosques de *B. miersii* en dicha localidad, se han centrado en el conteo de individuos, georreferenciación y distribución geográfica de la especie (CICA 2002). Si bien es cierto este tipo de trabajo aporta información valiosa, los estudios de estructura y dinámica son fundamentales como elementos de base para el desarrollo de propuestas de conservación o manejo de especies y ecosistemas (Veblen et al. 1981, Villegas et al. 2003).

Considerando que Cordillera El Melón concentra una de las más grandes poblaciones de *B. miersii* del país (CONAMA 2005) y que estos bosques enfrentan graves amenazas, este trabajo tiene como objetivo describir la estructura y determinar la dinámica de los bosques de *B. miersii* presentes en Cordillera El Melón, con el propósito de que los antecedentes aportados sean considerados en futuras intervenciones, planes de manejo o conservación eficientes, de los escasos remanentes de estos bosques en la zona central de Chile.

## MÉTODOS

**Área de estudio.** La Cordillera El Melón se encuentra al noroeste de Valparaíso, entre la latitud  $32^{\circ} 30'$  y  $32^{\circ} 46'$  sur y longitud  $71^{\circ}$  y  $71^{\circ} 13'$  oeste (figura 1), y está formada por



**Figura 1.** Localización geográfica del área de estudio y sitios de muestreo.

Geographic location of study area and places of samples.

toda una cadena de cerros pertenecientes a la Cordillera de la Costa, abarcando las provincias de Petorca, San Felipe de Aconcagua y Quillota, conformada principalmente por rocas intrusivas ígneas y en los valles fluviales principalmente sedimentarias (Mansilla 2007).

El clima en el sector, marcadamente mediterráneo, guarda relación con la cuenca del río Aconcagua. Las variaciones térmicas son de escasa importancia, con una temperatura media anual de 14,4 °C, una máxima de 26,5 °C y una mínima media del mes más frío (julio) de 4,5 °C. La precipitación anual alcanza promedios cercanos a los 300 mm, siendo julio el mes más lluvioso. A pesar de que, en general, el clima se define con una prolongada temporada seca, los fondos de quebrada mantienen un microclima más húmedo debido a la presencia de cursos de agua (Mansilla 2007).

En el área de estudio se seleccionaron tres sitios que albergan rodales boscosos de *B. miersii* ubicados en los fondos de quebrada: La Madera (32° 36' 18" S - 71° 10' 43" O), El Pedernal (32° 36' 30" S - 71° 12' 10" O) y El Infiernillo (32° 42' 27" S - 71° 04' 23" O), que pertenecen administrativamente a la comuna de Nogales, provincia de Quillota.

*Estructura del bosque.* La estructura vertical de los rodales se obtuvo a través de perfiles verticales, que corresponden a representaciones gráficas a escala de una faja angosta de un rodal (Steubing *et al.* 2002). Se seleccionó una en el centro de cada rodal, de 20 m de largo por 5 m de ancho. Se midió el DAP (diámetro a la altura del pecho a 1,3 m de altura), altura y distribución espacial de cada una de las especies arbóreas presentes. Además, se representaron las especies herbáceas y lianas más comunes de cada rodal (Donoso 1998, Steubing *et al.* 2002).

La estructura cuantitativa se obtuvo mediante el método de los cuartos (Cottam y Curtis 1956). Se trazó una transecta siguiendo el fondo de la quebrada, tomando un punto de muestreo cada 20 m, estableciendo como número mínimo 20 puntos. El punto inicial se tomó a 50 m hacia el interior del bosque. En cada punto se identificaron las especies arbóreas y se les midió el DAP sólo a los individuos con diámetros iguales o mayores a 5 cm. La explicación detallada de esta metodología se encuentra en Donoso (1998).

Con los datos obtenidos en terreno, se determinó la densidad, frecuencia y dominancia relativa, con los que se obtuvo el valor de importancia de cada especie arbórea, resumidos en tablas de rodal (Donoso 1998).

*Dinámica de regeneración.* La dinámica de los rodales se determinó mediante la interpretación de gráficos de estructura diamétrica y regeneración natural del bosque de belloto del norte. En el primer caso, los datos se obtuvieron midiendo el DAP de los árboles muestreados y agrupándolos en clases diamétricas de 10 cm, para las principales especies arbóreas. Así, estos gráficos contemplaron las variables clase diamétrica y número de individuos por hectárea, basado en el supuesto de que existe una buena

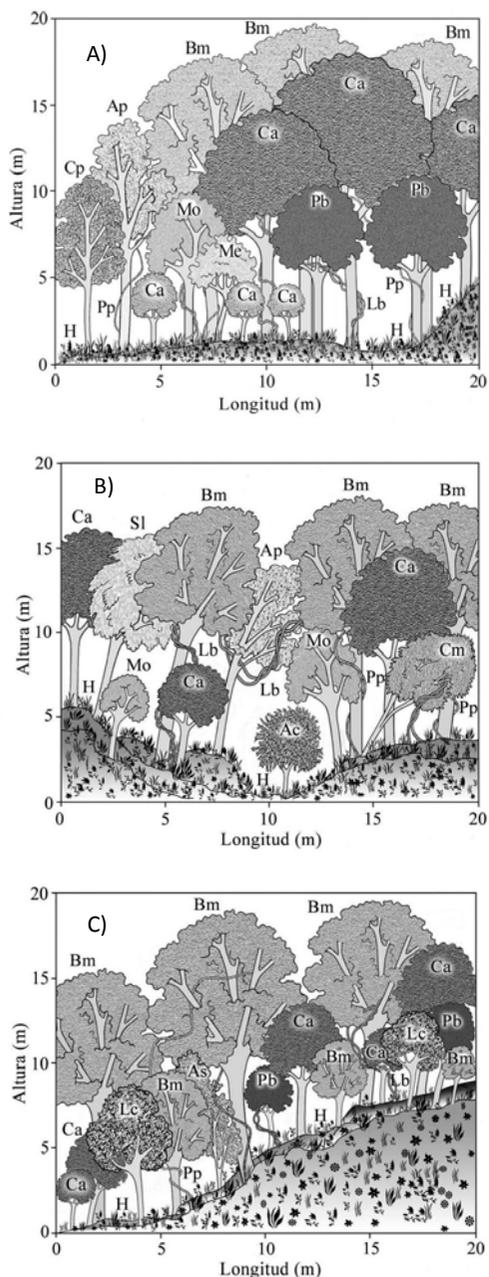
correlación entre diámetro y edad en las poblaciones en estudio. Para determinar si las distribuciones diamétricas presentan una regeneración continua, se evaluó el ajuste a la función potencial de la distribución de diámetros a las especies más importantes del bosque (Veblen *et al.* 1981, Villegas *et al.* 2003).

En cada sitio de muestreo (los tres rodales) se levantaron censos de regeneración. Sobre la transecta anteriormente descrita, paralelamente se estableció un total de 100 parcelas de 1 m<sup>2</sup>, distanciadas sistemáticamente cada 5 m. En cada parcela se censaron todas las plántulas, considerando solo a aquellas que correspondían a especies arbóreas y que fueran menores a 50 cm de altura (Siebert 1999). Estos datos fueron graficados, para cada rodal, obteniendo el número de plántulas/área/especie (Henríquez y Simonetti 2001).

## RESULTADOS

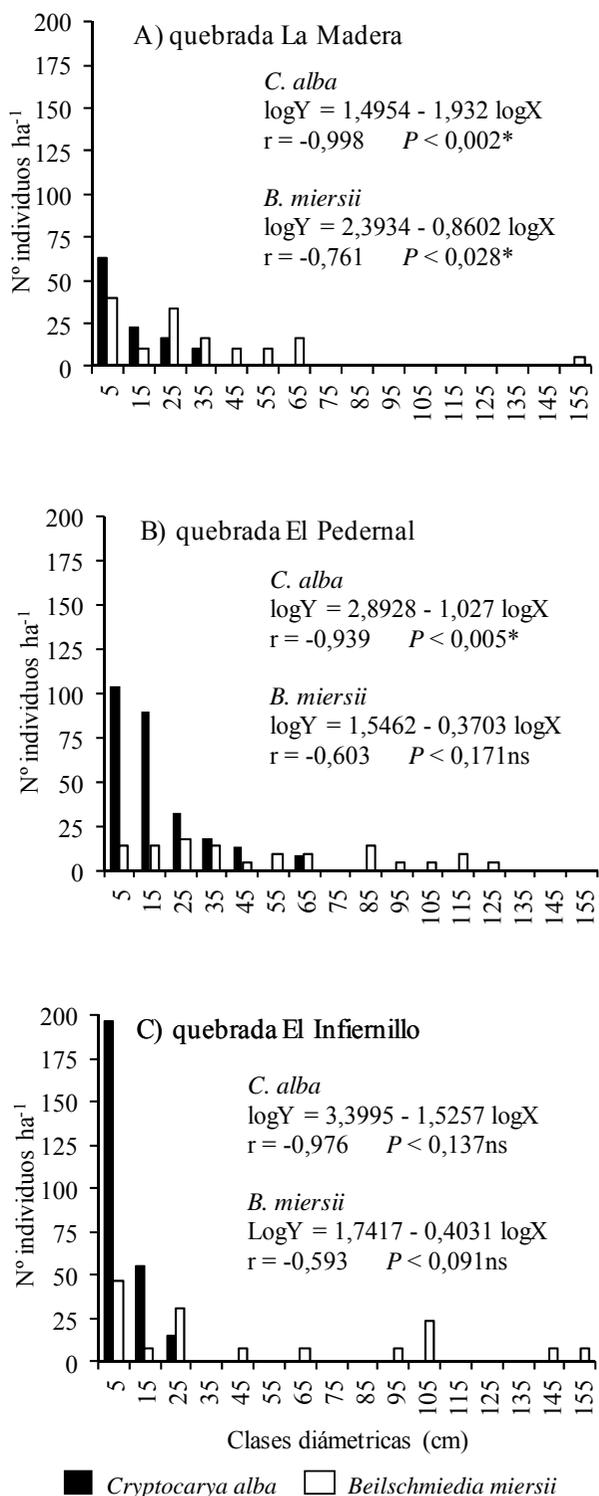
Los perfiles verticales mostraron que *B. miersii* y *C. alba* conforman el estrato superior o dosel del bosque. *Beilschmiedia miersii* logra alturas máximas de hasta 20 m en los tres rodales. Por el contrario *C. alba* alcanza alturas entre 15 y 18 m, excepto en quebrada El Infiernillo donde no participa del estrato superior (figura 2). El estrato medio, con alturas entre 5 y 10 m, estaba constituido principalmente por especies esclerófilas como *P. boldus*, *Lithraea caustica* (Molina) Hook. *et* Arn. *Schinus latifolius* (Gillies ex Lindl.) Engler, *Myrceugenia obtusa* (DC.) O. Berg, y *C. alba*. En casos excepcionales, algunos ejemplares de *S. latifolius*, *A. punctatum* y *P. boldus* alcanzaron el dosel superior con alturas de 15 m (figura 2). Los perfiles muestran un estrato inferior o herbáceo que no sobrepasa el metro de altura, caracterizado por la presencia de *Loasa triloba* (ortiga blanca) y *Alstroemeria ligtu* L. *ssp. simsii* (Sprengel) Ehr. Bayer (flor de gallo) y *Adiantum chilensis* Kaulf. (palito negro). Además, se observó la presencia de lianas leñosas como *Proustia pyrifolia* DC. (parrilla blanca) y *Lardizabala biternata* Ruiz *et* Pav. (coguil) alcanzando el dosel superior del bosque (figura 2).

En cuanto a la estructura cuantitativa, *B. miersii* presentó los mayores valores de importancia en cada rodal (con valores de hasta 124,1), densidades de hasta 151 individuos ha<sup>-1</sup> (quebrada La Madera) y áreas basales con valores de hasta 0,448 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> lo que indica que se trata en su mayoría de individuos de gran diámetro (cuadro 1, figura 3). *Cryptocarya alba* le sigue en valor de importancia (con valores de hasta 106,6) en los tres lugares de muestreo, y obteniendo densidades de hasta 271 individuos ha<sup>-1</sup> (quebrada El Pedernal), sin embargo, los valores de área basal fueron menores en comparación a *B. miersii*, ya que la mayoría de sus individuos tenían diámetros promedios menores (0,046 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) (cuadro 1). El resto de las especies arbóreas presentaron densidades aún menores que *C. alba*, destacando *P. boldus*, *L. caustica*, *S. latifolius* y *M. obtusa* con densidades promedio de 42 individuos ha<sup>-1</sup> y áreas basales de 0,015 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.



**Figura 2.** Perfil vertical de los rodales estudiados en la cordillera El Melón, quebradas: A) La Madera, B) El Pedernal, C) El Infiernillo. Bm: *Beilschmiedia miersii*, Ca: *Cryptocarya alba*, Pb: *Peumus boldus*, Mo: *Myrceugenia obtusa*, Me: *Myrceugenia exsucca*, Cp: *Crinodendron patagua*, Ap: *Aextoxicon punctatum*, Ac: *Aristolelia chilensis*, As: *Azara serrata*, Cm: *Citronella mucronata*, Lc: *Lithraea caustica*, Sl: *Schinus latifolius*, Pp: *Proustia pyrifolia*, Lb: *Lardizabala biternata*, H: estrato herbáceo (*Loasa triloba*, *Alstroemeria lightu* y *Adiantum chilense*).

Vertical profiles of Cordillera El Melón forest stands at gullies: La Madera, El Pedernal, El Infiernillo. Bm: *Beilschmiedia miersii*, Ca: *Cryptocarya alba*, Pb: *Peumus boldus*, Mo: *Myrceugenia obtusa*, Me: *Myrceugenia exsucca*, Cp: *Crinodendron patagua*, Ap: *Aextoxicon punctatum*, Ac: *Aristolelia chilensis*, As: *Azara serrata*, Cm: *Citronella mucronata*, Lc: *Lithraea caustica*, Sl: *Schinus latifolius*, Pp: *Proustia pyrifolia*, Lb: *Lardizabala biternata*, H: herbaceous stratum (*Loasa triloba*, *Alstroemeria lightu* and *Adiantum chilense*).



**Figura 3.** Estructura diamétrica y ajuste de las distribuciones de DAP (diámetro a la altura del pecho) a la función potencial (\*  $P < 0,05$ ; ns: no significativo) para las dos especies arbóreas con mayor valor de importancia en cada rodal, A) La Madera, B) El Pedernal, C) El Infiernillo.

Diameter structure and setting DAP (diameter at breast height) distributions of the potential (\*  $P < 0.05$ ; ns: not significant) function given by the two tree species, with the highest importance value in each stand, A) La Madera, B) El Pedernal, C) El Infiernillo.

**Cuadro 1.** Principales parámetros de estructura forestal evaluados en quebradas La Madera, El Pedernal y El Infiernillo.  
Main parameters in the gullies La Madera, El Pedernal, El Infiernillo.

Especie arbórea	Nº individuos ha <sup>-1</sup>	Área basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Valor de importancia
Quebrada La Madera			
<i>Beilschmiedia miersii</i> (Gay) Kosterm	151	0,191	122,8
<i>Cryptocarya alba</i> (Mol.) Looser	122	0,069	65,2
<i>Peumus boldus</i> Molina	46	0,024	20,9
<i>Myrceugenia obtusa</i> (DC.) O. Berg	41	0,018	18,9
<i>Crinodendron patagua</i> Molina	23	0,123	16,6
<i>Myrceugenia exsucca</i> (DC.) O.Berg	23	0,034	13,7
<i>Citronella mucronata</i> (Ruiz et Pav.) D. Don	23	0,016	12,7
<i>Quillaja saponaria</i> Molina	17	0,006	9,1
<i>Aextoxicon punctatum</i> Ruiz et Pav.	12	0,010	6,2
<i>Schinus latifolius</i> (Gillies ex Lindl.) Engler	12	0,004	4,3
<i>Lithraea caustica</i> (Molina) Hook. et Arn.	6	0,029	3,3
<i>Azara serrata</i> Ruiz et Pav.	5	0,014	3,2
<i>Aristotelia chilensis</i> (Molina) Stuntz	5	0,006	3,1
Total	486	0,554	300,0
Quebrada El Pedernal			
<i>Beilschmiedia miersii</i> (Gay) Kosterm	123	0,362	110,1
<i>Cryptocarya alba</i> (Mol.) Looser	271	0,055	106,6
<i>Myrceugenia obtusa</i> (DC.) O. Berg	43	0,010	18,7
<i>Schinus latifolius</i> (Gillies ex Lindl.) Engler	38	0,035	16,6
<i>Aristotelia chilensis</i> (Molina) Stuntz	33	0,021	13,4
<i>Aextoxicon punctatum</i> Ruiz et Pav.	14	0,295	12,7
<i>Citronella mucronata</i> (Ruiz et Pav.) D. Don	14	0,064	7,8
<i>Peumus boldus</i> Molina	14	0,013	5,4
<i>Senna candolleana</i> (Vogel) H.S. Irwin et Barneby	10	0,009	4,4
<i>Lithraea caustica</i> (Molina) Hook. et Arn.	10	0,004	4,3
Total	570	0,868	300,0
Quebrada El Infiernillo			
<i>Beilschmiedia miersii</i> (Gay) Kosterm	149	0,448	124,1
<i>Cryptocarya alba</i> (Mol.) Looser	267	0,015	64,5
<i>Peumus boldus</i> Molina	134	0,022	40,1
<i>Lithraea caustica</i> (Molina) Hook. et Arn.	79	0,012	18,7
<i>Persea lingue</i> Nees	47	0,016	13,2
<i>Azara serrata</i> Ruiz et Pav.	39	0,014	12,8
<i>Quillaja saponaria</i> Molina	23	0,086	10,1
<i>Azara celastrina</i> D. Don	16	0,051	6,1
<i>Crinodendron patagua</i> Molina	8	0,042	2,9
<i>Adesmia confusa</i> Ulibarri	8	0,005	2,5
<i>Adenopeltis serrata</i> (W.T. Aiton) I.M. Johnst.	8	0,003	2,5
<i>Aristotelia chilensis</i> (Molina) Stuntz	8	0,003	2,5
Total	786	0,717	300,0

Las especies arbóreas comunes para los tres rodales son *B. miersii*, *C. alba*, *P. boldus*, *L. caustica* y *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz. De estas, *B. miersii* es la especie con mayor valor de importancia en los tres rodales, seguido por *C. alba* (cuadro 1).

En referencia a las estructuras diamétricas, *B. miersii* presentó a simple vista una distribución irregular en todas las quebradas. Sin embargo, sólo en la quebrada La Madera, su curva se ajusta a la función de poder (figura 3A). En las quebradas El Pedernal y El Infiernillo presentó distribuciones discontinuas que no se ajustan a la función de poder (figuras 3B y 3C).

Por otra parte, *C. alba* presentó curvas de distribución diamétrica en J inversa o exponencial, las que se ajustan a la función de poder (figura 3A y 3B), excepto en la quebrada El Infiernillo, cuyo ajuste no fue significativo debido probablemente al escaso número de clases diamétricas medidas en terreno ( $n = 3$ ), ya que a pesar de que había una gran densidad de individuos, estos se concentraron en las tres clases diamétricas más bajas (figura 3C). Lo mismo ocurrió con las especies del sotobosque, que presentaron diámetro y densidades muy bajas, lo que no permitió calcular matemáticamente sus ajustes.

Aunque *B. miersii* es la especie más importante del bosque, el número de plántulas fue reducido, ya que en ninguna de las quebradas sobrepasa las 20 plántulas  $100 \text{ m}^{-2}$  (cuadro 2). Esto se ve reforzado por la estructura diamétrica donde es posible apreciar unos pocos individuos dominantes de gran diámetro y una baja densidad de individuos jóvenes (figura 3). Por el contrario, *C. alba* mostró alta densidad de plántulas, hasta 200 plántulas  $100 \text{ m}^{-2}$ , y una gran cantidad de individuos jóvenes, lo que indica que se trataría de la especie que está regenerando exitosamente en esta comunidad (cuadro 2, figura 3).

## DISCUSIÓN

Aunque *B. miersii* y *C. alba* son las especies importantes en los tres rodales, el elenco de especies arbóreas acompañantes difiere de un rodal a otro, sin embargo, *P. boldus*, *L. caustica* y *A. chilensis* son las especies arbóreas más comunes en los tres rodales estudiados.

Es importante destacar la presencia de especies de carácter azonal y poco comunes para la región. En primer lugar, se puede mencionar a *M. exsucca*, encontrada en quebrada La Madera que corresponde a una especie indicadora de un alto nivel de humedad edáfica y suelos pantanosos (San Martín *et al.* 1988). Esta especie ya había sido mencionada por Ramírez *et al.* (2004) como especie arbórea importante para el bosque de *B. miersii* en Zapallar. Estos mismos autores también mencionan otro freatófilo para el lugar, *Blepharocalyx cruckshanksii* (H. et A.) Kausel (temu) especie no encontrada en este trabajo debido probablemente a que los sectores muestreado por Ramírez *et al.* (2004) presentaban condiciones de anegamiento permanente a diferencia de los sitios registrado en este trabajo.

También está *A. punctatum*, indicadora de bosques con alta humedad ambiental (Oberdorfer 1960) presente en las quebradas La Madera y El Pedernal (figuras 2A y 2B, cuadro 1). La presencia de *A. punctatum* en posiciones umbrosas y topográficamente favorables dentro de una matriz de bosque esclerófilo ya fue descrita por Looser (1950) en Quebrada del Tigre (Zapallar, región de Valparaíso). Se considera una especie relictica, ya que su presencia en las quebradas estudiadas se interpreta como vestigio de los restos de la paleocomunidad que se extendió por la zona costera de Chile Central en el Pleistoceno y que debido a los cambios climáticos posteriores fue totalmente invadida por el elemento esclerófilo actualmente dominante (Pérez y Villagrán 1994, Villagrán 2007).

Otros autores señalan también en estos bosques la presencia de *Dasyphyllum excelsum* (D. Don) Cabr. (palo santo), especie endémica de Chile Central, muy escasa y mayoritariamente circunscrita a la formación bosque esclerófilo costero (*sensu* Gajardo 1994). Entre quienes la han reportado para los bosques de belloto del norte, destacan los trabajos de Villaseñor y Serey (1981) para el Parque Nacional La Campana y Amigo y Flores Toro (2012) para los Altos de Pucalán (Puchuncaví, región de Valparaíso). En los inventarios de Cordillera El Melón no se registró ni detectó la presencia de esta especie arbórea. Sin embargo, la singularidad de estas quebradas se ve reforzada por la presencia de leñosas con problemas de conservación, tales como *B. miersii*, *P. lingue*, especies vulnerables a la extinción y *C. mucronata* catalogada como especie casi amenazada (MINSEGPRES 2008, MMA 2011, 2013).

En referencia a los resultados obtenidos para *B. miersii* de la dinámica de regeneración, la baja densidad de plántulas y su estructura diamétrica, concuerdan con los resultados obtenidos por Henríquez y Simonetti (2001), lo que sugiere que la especie posee un tipo de regeneración en pulso (como otras especies de Chile mediterráneo) debido a que en esta región se presentan esporádicamente años con períodos de alta humedad (Donoso 1998, Henríquez y Simonetti 2001). Además esta baja densidad de plántulas se explicaría porque *B. miersii* tiene una escasa producción de frutos, y las semillas que logran germinar y convertirse en plántulas, no sobreviven al pastoreo o a los largos períodos de sequedad que deben enfrentar (Henríquez y Simonetti 2001). Paralelamente, la alta proporción de plántulas de *C. alba* y la curva en J inversa en su estructura diamétrica, indican que esta especie se autoreemplaza exitosamente en la comunidad, debido probablemente a su abundante banco de semillas y plántulas tolerantes a la sombra reportado por Bustamante *et al.* (2005).

De acuerdo a Villagrán e Hinojosa (1997) los bosques de *B. miersii* que hoy existen, son relictos de antiguos bosques que en el pasado se distribuían ampliamente en la zona central de Chile. Estos rodales se habrían establecido en épocas pasadas con condiciones ambientales distintas a las actuales, donde existía una mayor disponibilidad hídrica, óptima para el establecimiento de especies higrófilas (Serra

**Cuadro 2.** Densidad de plántulas (< 50 cm de altura) en cada uno de los tres rodales de Cordillera El Melón (media ± desviación estándar).  
Number of tree seedling (< 50 cm tall) in each of the three Cordillera El Melon stands (average ± standard deviation).

Especie arbórea	La Madera	El Pedernal	El Infiernillo
	Número de plantas en 100 m <sup>2</sup>		
<i>Beilschmiedia miersii</i>	8,0 ± 0,4	19,0 ± 1,0	10,0 ± 0,4
<i>Cryptocarya alba</i>	140,0 ± 0,3	200,0 ± 4,2	20,0 ± 0,7
<i>Peumus boldus</i>	7,0 ± 0,3	1,0 ± 1,6	4,0 ± 0,2
<i>Myrceugenia obtusa</i>	5,0 ± 0,2	1,0 ± 0,2	-
<i>Crinodendron patagua</i>	20,0 ± 2,0	-	-
<i>Myrceugenia exsucca</i>	8,0 ± 0,3	-	-
<i>Citronella mucronata</i>	3,0 ± 0,1	1,0 ± 0,2	-
<i>Quillaja saponaria</i>	2,0 ± 0,2	-	-
<i>Aextoxicon punctatum</i>	8,0 ± 0,8	-	-
<i>Schinus latifolius</i>	9,0 ± 0,4	3,0 ± 0,2	-
<i>Lithraea caustica</i>	28,0 ± 0,7	6,0 ± 0,3	2,0 ± 0,1
<i>Azara serrata</i>	1,0 ± 0,1	2,0 ± 0,4	-
<i>Senna candolleana</i>	-	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,1
<i>Azara celastrina</i>	-	-	4,0 ± 0,4
Total de plántulas	242,0	234,0	51,0

*et al.* 1986). Sin embargo, en el último siglo los episodios de humedad han disminuido producto del cambio climático, aumentando la sequedad ambiental (Le Quesne *et al.* 2006). A lo anterior se debe sumar las intervenciones antrópicas sobre los bosques nativos en general, proceso que se ha intensificado desde la época de la colonia hasta la actualidad, sobre todo en Chile central (Armesto *et al.* 2010).

Para el caso de los bosques de *B. miersii*, existen registros históricos y observaciones de campo que evidencian crecimiento por tocón de la mayoría de los ejemplares arbóreos lo que indica que estos bosques corresponden a rodales de crecimiento secundario, producto de décadas de intervención antrópica, principalmente por pastoreo, incendios, extracción de leña y tierra de hojas, carboneo y corta ilegal, como lo demuestran restos de antiguos hornos encontrados a lo largo de las quebradas y otros en pleno funcionamiento que evidencian que tales explotaciones continúan hasta hoy en día (Flores-Toro *et al.* 2008).

La falta de cobertura vegetal y la exposición del suelo desnudo han dado lugar a pérdidas masivas de suelo y de nutrientes por arrastre. Por otro lado, los incendios forestales frecuentes y la tala del bosque ha cambiado la estructura fisionómica de la vegetación convirtiendo bosques altos en matorrales de baja talla. Esta falta de estatura es crítica, especialmente en la Cordillera de la Costa donde la intercepción de neblina costera contribuye en forma importante al suministro de agua en estos ecosistemas. Esta larga historia de disturbios ha alterado el ciclo hidrológico en los ecosistemas de Chile central con consecuencias negativas sobre la cobertura vegetal y la regeneración de los árboles,

intensificando cada vez más la desecación y la pérdida de hábitat para estos bosques (Armesto *et al.* 2007). Estudios realizados en la zona muestran que la invasión de especies alóctonas está ampliamente dominada por terófitos (Flores-Toro *et al.* 2008), forma biológica característica de ambientes semiáridos (Hauenstein *et al.* 1988), de modo que su presencia mayoritaria es un buen indicador biológico de la aridización que estarían sufriendo estas quebradas (Flores-Toro *et al.* 2008).

Por lo tanto, la estructura de edades de los bosques higrofilos estudiados y la baja densidad de plántulas de *B. miersii* en comparación con la abundancia de plántulas de *C. alba*, podrían explicarse como una consecuencia de la aridización de las quebradas que aun albergan a estos bosques y en las que se vería favorecida la regeneración de *C. alba* por ser una especie con menos requerimientos de humedad que *B. miersii*.

En consecuencia, los bosques de *B. miersii* que se distribuyen en pequeños fragmentos en los fondos de vaguada de la Cordillera El Melón de la región de Valparaíso, no se están autorreemplazando y podrían llegar a desaparecer de continuar las diversas intervenciones antrópicas de que son objeto y que propician la desecación de estas quebradas.

Sería interesante aplicar metodologías dendrocronológicas en futuras investigaciones, ya que este tipo de estudios no se ha realizado aún en los bosques esclerófilos de Chile central. Esto permitiría conocer las edades de los rodales y las condiciones ambientales que influyeron en su dinámica de regeneración en el pasado e inferir cómo estas podrían afectar su permanencia en el futuro.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Corporación Laguna Verde por financiar parte de este trabajo a través del proyecto FPA-CONAMA (código 05-69-08), a Carmen Tobar por la elaboración de las figuras y a Claudia Acevedo por la colaboración en la toma de datos en terreno.

## REFERENCIAS

- Amigo J, L Flores-Toro. 2012. Revisión sintaxonómica de los bosques esclerofilos de Chile Central: la alianza *Cryptocaryon albae*. *Lazaroa* 33:171-196.
- Armesto J, MTK Arroyo, LF Hinojosa. 2007. The mediterranean environment of central Chile. In Veblen TT, KR Young, AR Orme eds. *The Physical Geography of South America*. New York, USA. Oxford University Press. p. 184-199.
- Armesto J, D Manushevich, C Mora, R Smith-Ramírez, A Rozzi, A Abarzúa, P Marquet. 2010. From the Holocene to the Anthropocene: a historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15.000 years. *Land Use Policy* 27:148-160.
- Benoit I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, primera parte. Santiago, Chile. CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL). 157 p.
- Bustamante R, J Simonetti, A Grez, J San Martín. 2005. Fragmentación y dinámica de regeneración del bosque Maulino: diagnóstico actual y perspectivas futuras. In Smith-Ramírez C, J Armesto, C Valdovinos eds. *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. p. 555-564.
- CICA Ingenieros Consultores. 2002. Estudio distribución geográfica y estado de conservación del Belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*). Compañía Minera Disputada de Las Condes. 75 p. (Informe Final).
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, CL). 2005. Estrategia y plan de acción para la conservación de la diversidad biológica. Región de Valparaíso. CONAMA-PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, UN). 239 p.
- Cottam G, J Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37(3):451-460.
- Donoso C. 1981. Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Investigación y desarrollo forestal. Santiago, Chile. CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL)-FAO (Food and Agriculture Organization, UN). 70 p. (Documento de trabajo N°38).
- Donoso C. 1998. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Cuarta Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484 p.
- Flores-Toro L, E Brito, C Acevedo. 2008. Aspectos florísticos y dinámica de regeneración de los bosques de Belloto del norte, presentes en el Sitio Prioritario, Cordillera El Melón, Comuna de Nogales, Provincia de Quillota. Informe Técnico. Corporación Laguna Verde, Valparaíso, Chile. 29 p. Consultado 15 ene. 2011. Disponible en <http://ocw.pucv.cl/cursos-1/bio195/recursos-complementarios/informe-tecnico-bellotos>.
- Gajardo R. 1994. La vegetación natural de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 165 p.
- Hauenstein E, C Ramírez, M Latsague, D Contreras. 1988. Origen fitogeográfico y espectro biológico como medida del grado de intervención antrópica en comunidades vegetales. *Medio Ambiente* 9(1):140-142.
- Henríquez C, J Simonetti. 2001. The effect of introduced upon an endangered tree (*Beilschmiedia miersii*, Lauraceae). *Biological Conservation* 98:69-76.
- Le Quesne C, D Stahl, M Cleaveland, M Therrell, J Aravena, J Barichivich. 2006. Ancient Austrocedrus tree-ring chronologies used to reconstruct Central Chile precipitation variability from A.D. 1200 to 2000. *Journal of Climate* 19:5731-5744.
- Looser G. 1950. La vegetación de la Quebrada del Tigre (Zapallar) y en especial sus helechos. *Revista Universitaria* (Santiago) 35(1):53-67.
- Luebert F, P Plissock. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 316 p.
- Mansilla S. 2007. Estrategia Regional de Biodiversidad Sitio: Cordillera EL Melón. CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, CL) Región de Valparaíso. 69 p. (Línea de Base).
- MINISEGPRES (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, CL). 2008. Decreto Supremo N° 50/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Santiago, Chile.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente, CL). 2011. Decreto Supremo N° 42/2011. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Santiago, Chile.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente, CL). 2013. Decreto Supremo N° 13/2013. Chile. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Santiago, Chile.
- Novoa P. 2004. Determinación del grado de amenaza del belloto del norte (*Beilschmiedia miersii* Kosterm, Lauraceae), mediante el uso de la metodología UICN 2001. Versión 3.1. Consultado 10 mar. 2011. Disponible en <http://www.chlorischile.cl/bellotonovoa/bellotopaper.htm>.
- Oberdorfer E. 1960. Pflanzensoziologische studien in Chile. *Flora et Vegetatio Mundi* 2:1-208.
- Pérez C, C Villagrán. 1994. Influencia del clima en el cambio florístico, vegetacional y edáfico de los bosques de "olivillo" (*Aextoxicon punctatum* R. et Pav.) de la Cordillera de la Costa de Chile: implicancias biogeográficas. *Revista Chilena de Historia Natural* 67:77-90.
- Ramírez C, C San Martín, J San Martín, R Villaseñor. 2004. Comparación fitosociológica de los bosques de Belloto (*Beilschmiedia*, Lauraceae) en Chile central. *Bosque* 25(1):69-85.
- Rivas-Martínez S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. *Itinera geobotanica* 17:1-436.
- San Martín J, A Troncoso, C Ramírez. 1988. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la Cordillera de la Costa en Chile central. *Bosque* 9(1):17-33.
- Schmithüsen J. 1956. Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. *Bonner Geographische Abhandlungen* 17:1-89.
- Serra MT, R Gajardo, A Cabello. 1986. Programa de protección y recuperación de la flora nativa de Chile: *Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm. "Belloto" (Lauraceae). Santiago, Chile. CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL) – Uni-

- versidad de Chile. 24 p. (Ficha Técnica de especies amenazadas).
- Sierbert H. 1999. La silvicultura alternativa: un concepto silvícola para el bosque nativo chileno. *In* Donoso C, A Lara eds. *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. p. 381-407.
- Steubing L, R Godoy, M Alberdi. 2002. Métodos de Ecología Vegetal. Valdivia, Chile. Editorial Universitaria. 345 p.
- Valenzuela F, R Del piano. 2006. Rescate del belloto del norte. *In* Camaño A, J Castilla, J Simonetti eds. *Minería y Biodiversidad*. Santiago, Chile. Publicaciones SONAMI. p. 93-103.
- Veblen T, C Donoso, F Schlegel, B Escobar. 1981. Forest dynamics in South Central Chile. *Journal of Biogeography* 8:211-247.
- Villagrán C, F Hinojosa. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis Fitogeográfico. *Revista Chilena de Historia Natural* 70:241-267.
- Villagrán C. 2007. Composición, estructura, relaciones biogeográficas y estado de conservación de los bosques del área de la Flora de Zapallar. *In* Villagrán C, C Marticorena, J Armesto eds. *Flora de las plantas vasculares de Zapallar. Revisión ampliada e ilustrada de la obra de Federico Johow*. Santiago, Chile. Editorial Puntángelos y Fondo Editorial UMCE. p. 611-632.
- Villaseñor R, I Serey. 1981. Estudio fitosociológico de la vegetación del Cerro La Campana (Parque Nacional La Campana), en Chile central. *Atti Istituto Botanico Laboratori Crittogamico di Pavia* 6(14):69-91.
- Villegas P, C Le Quesne, C Lusk. 2003. Estructura y dinámica de una población de *Gomortega keule* (Mol.) Baillon en un rodal antiguo de bosque valdiviano, Cordillera de Nahuelbuta, Chile. *Gayana Botanica* 60(2):107-113.

Recibido: 04.09.13  
Aceptado: 09.01.14

