

C. D. O.: (181.5 - 232.3 - 165.5)

ANTECEDENTES MORFOLOGICOS Y GENECOLOGICOS
DE *Maytenus boaria*

C. Donoso; J. Wendler

SUMMARY

Considering the possible utilization of *Maytenus boaria* Mol. and the variety of forms observed, a study was initiated to verify the causes of phenotypic variation of the tree. Samples of leaves, flowers, fruits and seeds were collected from 22 sites located between parallels 33°20' and 41°08' South and from 80 to 700 m.a.s.l.; six trees were sampled from each site. A morphological analysis of the characters was performed; germination was tested to analyse the response of the provenances to different periods of stratification.

It was found that a clinal variation exists in the characteristic length/width ratio of the leaves; leaves become longer and narrower towards the south; there is a clinal variation in the germination capacity of the seeds in response to different periods of stratification in wet sand at about 4°C; this response to stratification is significant in the North (Central Valley) and decreases clinally towards the south along the Central Valley and also towards the higher elevations in the Andes. A high degree of variability characterized the reproductive structure such as flowers and fruits. This variability was not correlated with latitude, altitude or specific habitats; this fact suggests that the origin of the polymorphism

of the species is plasticity rather than genecological differentiation.

In addition it was shown that *Maytenus boaria* is dioecious, that there are two forms or varieties which do not constitute separate populations, and that the range of distribution extends of the southern limit of continental Aysén (Parallel 49°S. Lat.).

RESUMEN

Considerando las posibilidades de utilización de la especie *Maytenus boaria* Mol. y la diversidad de formas observadas en ella, se resolvió efectuar un estudio para verificar las causas de las variaciones fenotípicas encontradas. Se recolectaron muestras de hojas, flores, frutos y semillas en 22 lugares ubicados entre los paralelos 33°20' y 41°08' Lat. Sur y entre los 80 y los 700 m.s.n.m., considerando 6 árboles por sitio. Se efectuó un análisis morfológico de los elementos recolectados y un análisis de germinación para analizar la respuesta de las procedencias a distintos períodos de estratificación de las semillas.

Se concluyó que existe una variación clinal en la relación largo/ancho de las hojas que implica que hacia el sur se hacen más angostas y largas, y también en la capacidad germinativa de las semillas como

* Proyecto RSM—79—83, financiado por la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile.

respuesta a diferentes períodos de estratificación en arena húmeda a 4°C aproximadamente, siendo buena esta respuesta en el Norte (Llano Central) y disminuyendo clinalmente hacia el sur por el Llano Central y también hacia las áreas altas de montaña. En los elementos sexuales (flores y frutos) se encontró gran variabilidad pero sin ninguna relación con latitud, altitud o habitats específicos, lo que sugiere que el polimorfismo de la especie tiene su origen más bien en plasticidad que en diferenciación genecológica.

Como resultados adicionales del estudio se comprobó que la especie *Maytenus boaria* es dioica, que hay dos formas o variedades que no constituyen poblaciones separadas, y que su área de distribución se extiende hasta las proximidades del extremo sur de Aysén continental (Paralelo 49° Lat. Sur).

INTRODUCCION

Maytenus boaria Mol., especie conocida como Maitén, es un árbol nativo de Chile y Argentina que también crece en Brasil (Rodríguez *et al.* 1983) que ha sido estudiada y descrita botánicamente en muchas oportunidades (Reiche 1898; Urban 1934; Donoso 1974; Navas 1976; Hoffmann 1980, 1982; Muñoz 1980; Rodríguez *et al.* 1983).

En Chile se ubica, de acuerdo con los distintos autores, entre los paralelos 29°S y 43°S aproximadamente (Rodríguez *et al.* 1983) creciendo como árbol aislado bajo muy diversas condiciones de sitio, asociado con las especies de casi todos los tipos forestales de Chile, entre el nivel del mar y los 1800 m.s.n.m. En Argentina crece entre el paralelo 39 y 43°41'S y vuelve a encontrarse como árbol pequeño asociado con *Nothofagus pumilio* Krasser en los 49°S (Tortorelli 1956).

Como especie que no forma bosques, no ha despertado mayor interés, aun cuan-

do su madera presenta buenos caracteres estéticos, es fácil de trabajar y apropiada para la fabricación de chapas (Tortorelli 1956). Una característica relevante de Maitén es la palatabilidad de su follaje por el ganado bovino (el nombre específico "boaria" deriva justamente de este hecho). En el Norte de Chile y en Argentina ha sido utilizado en el campo como una especie forrajera complementaria durante muchos años, pero aplicando métodos destructivos. Plantándola adecuadamente, lo que es sencillo, y aplicando métodos de poda es posible, utilizar sus hojas como forraje dentro de un modelo de silvopastoreo durante gran parte de su vida, para finalmente utilizar también su madera. Se puede considerar, entonces, que *Maytenus boaria* es una especie importante. Habiéndose observado con frecuencia que presenta gran variación morfológica y de habitats a lo largo de su distribución, durante los años 1979 y 1980 se efectuó un estudio cuyo objetivo fue verificar las tendencias de la variación fenotípica observada.

MATERIAL Y METODO

Para desarrollar el estudio se recolectaron muestras de follaje, flores, frutos y semillas de 6 árboles de cada una de 22 procedencias ubicadas desde los 33°20' hasta los 41°08' Lat. Sur y entre los 80 y 700 m.s.n.m. (Figura 1). Esto significa una variación en la precipitación media anual desde 355 mm a la altura de Santiago y 2.351 mm en la Cordillera de los Andes de Valdivia, lo que implica una variación de sitios desde áreas secas con pH casi neutros en los faldeos cordilleranos mediterráneos hasta sectores extremadamente húmedos en los ñadis del Llano Central en el sur, con pH ácido de hasta 5,35. Las hojas, flores y frutos se utilizaron para analizar la variación morfológica y las semillas para analizar su respuesta germinativa a la estratificación fría, como una manifesta-

ción de su variación fisiológica (Donoso 1979 a y b; Wendler 1982). Se utilizaron 4 pretratamientos de estratificación en arena húmeda a 4°C, empleando 2 repeticiones de 25 semillas cada una. Los pretratamientos consistieron en 0, 30, 60 y 90 días de estratificación. El ensayo de germinación se efectuó en germinadora Jacobsen a 17°C de temperatura.

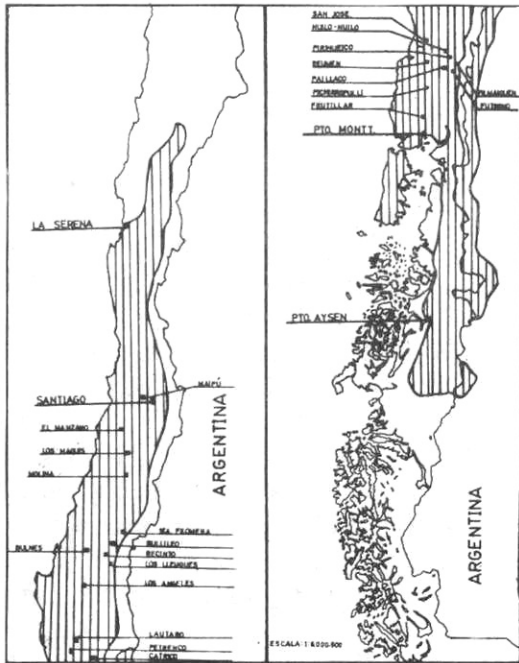


Fig. 1. Mapa de ubicación de las 22 procedencias utilizadas en el estudio. El achurado muestra la nueva distribución de *Maytenus boaria* que se postula.

Map showing the location of the 22 proveniences used in the study. The Dashed area represents the new geographic distribution proposed for *Maytenus boaria*.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Características morfológicas

Dioecia. - Toda la bibliografía sobre *Maytenus boaria* señala que esta es una especie polígamo—monoica, es decir, que posee en un mismo árbol flores hermafroditas y unisexuales masculinas y femeninas. Sin em-

bargo, en todas las muestras que se obtuvieron, lo que se hizo en la mayor parte del rango de distribución de la especie, se observó que es definitivamente dioica, es decir, con árboles macho que sólo poseen flores masculinas (con elementos femeninos rudimentarios) y que no producen frutos, y árboles hembra que sólo poseen flores femeninas (con elementos masculinos rudimentarios) y que producen frutos.

Reforzando este hecho se encontró en los grandes árboles dejados en potreros en la X Región, que existen diferencias claras en la corteza entre los árboles masculinos y los femeninos (Figura 2). El árbol macho posee corteza de color gris claro, con fisuras longitudinales anchas, 5 a 6 cm que se desprenden en placas. La corteza del árbol hembra, en cambio, es de color gris os-

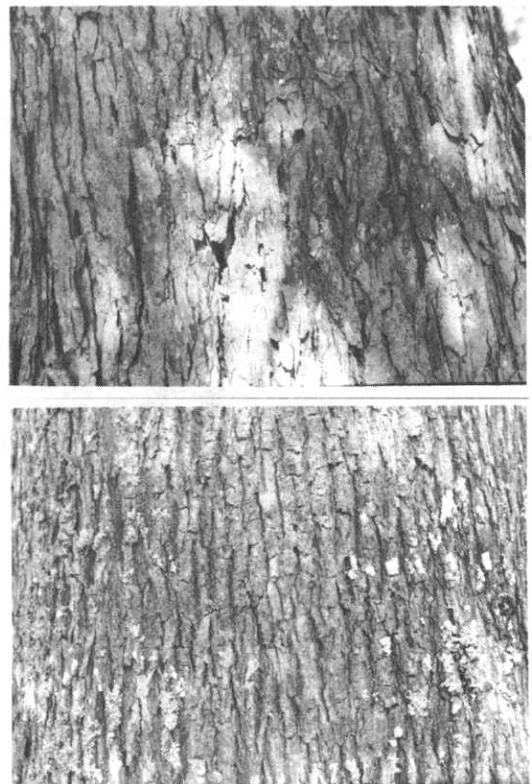


Fig. 2. Corteza de árbol macho (arriba) y hembra (abajo) de *Maytenus boaria*.

Bark of a male tree (above) and of a female tree (below) of *Maytenus boaria*.

curo, con fisuras longitudinales angostas de 2 a 3 cm, firmes, de modo que no se desprenden.

Varietades o formas.- Es muy evidente, además de la variabilidad morfológica que presenta Maitén, que se encuentran con bastante frecuencia 2 formas muy diferentes entre sí, las que ya fueron detectadas por Tortorelli (1956). Una forma más común y característica, está representada por individuos de hábito péndulo, es decir, con ramas finas y colgantes que le dan la apariencia de un sauce, con hojas delgadas y angostas; y la otra, más escasa, por árboles de hábito erecto, que implica ramas erectas, rígidas y con hojas más gruesas y anchas que las anteriores. Ambas formas no constituyen poblaciones separadas, sino que se encuentran distribuidas al azar, hallándose muchas veces ejemplares de las 2 formas uno al lado del otro (Figura 3).



Fig. 3. Grupo de árboles de *Maytenus boaria* mostrando la forma erecta (a la derecha) y la forma péndula o tipo sauce (al centro).

Group of trees of Maytenus boaria showing and erect form at the right side of the photograph and pendule or willow-like form at the center of the photograph.

Variación morfológica.- El análisis de las características morfológicas muestra una variación continua de la relación largo/ancho de las hojas de Norte a Sur, lo que significa que hacia el Sur las hojas son

más largas y angostas que hacia el Norte. Ella varía desde 2,8 hasta 4,3 cm y la correlación existente entre la relación largo/ancho y la latitud es de 0,709, valor significativo con un nivel de confianza de 99,9%. Ello indica que hay una variación clinal en esta característica.

Sin embargo, las características morfológicas relacionadas con las flores y frutos son de gran variabilidad, no mostrando ninguna correlación con latitud, altitud o algún factor medio—ambiental. Así por ejemplo el N° de semillas por kg como un indicador de la variación del tamaño de las semillas, muestra un rango desde 47.721 semillas en una población en los 39° L. Sur a 190 m.s.n.m., hasta 95.943 semillas por kg en una población a los 35° L. Sur a 540 m.s.n.m., con un promedio de $62.476 \pm 12.802'$ semillas por-kg, y un coeficiente de correlación lineal sin mayor significación (0,404) entre el peso de las semillas y la latitud. Puesto que estas características son las que se fijan genéticamente en las plantas determinando diferencias entre razas o especies y son, por lo tanto, menos susceptibles de ser modificadas por el medioambiente que las partes vegetativas (Stebbins 1950; Donoso 1979 a y b), se concluye de aquí que el polimorfismo de la especie deriva de plasticidad más bien que de algún tipo de diferenciación genecológica (Spurr y Barnes 1980).

Variación en la capacidad germinativa de las semillas.- Los ensayos de germinación mostraron una gran variabilidad, desde poblaciones en que no se produjo germinación con ningún tratamiento, hasta otras en que se llegó al 98% de germinación con un tratamiento. En el Cuadro 1 se muestran los valores de capacidad germinativa promedios para diferentes pretratamientos agrupados en poblaciones del Norte (33° a 37°30'S y bajo 600 m.s.n.m.), poblaciones del Sur (38° y 41°S y

Cuadro 1. Valores promedio de capacidad germinativa de muestras septentrionales, meridionales y de montaña de *Maytenus boaria*, como respuesta a distintos períodos de estratificación en arena húmeda a 4° C aproximadamente.

Germination of M. boaria in response to different periods of stratification in approximately 4° C. Seed samples from northern, southern and mountains sites.

POBLACION	ESTRATIFICACION (días)	CAPACIDAD GERMINATIVA (%)	GERMINATIVA	
			± D.E.	Rango
Norte (Llano Central hasta 37°30' Sur)	0	1,00	2,53	0-5,7
	30	8,86	14,96	0-42
	60	25,71	30,45	4-90
	90	48,29	28,41	16-98
Sur (Llano Central desde 38° Sur)	0	0	—	—
	30	0	—	—
	60	1,0	1,41	0-4
	90	6,2	13,52	0-44
Cordillera sobre 600 m.s.n.m.	0	0	—	—
	30	0	—	—
	60	2,4	4,34	0 10
	90	2,4	2,19	0-4

— = no calculada.

bajo 600 m.s.n.m.), y poblaciones de montaña (sobre 600 m.s.n.m.). Ahí se aprecia con claridad la variabilidad señalada, y se destaca el hecho de que las poblaciones de altura (ubicadas en los 36°2', 36°43', 36°50', 39°54' y 40°S) tienen comportamiento similar al de las poblaciones del Sur en cuanto a la germinación de semillas y que la respuesta de las semillas a la estratificación es muy buena al Norte y nula en el Sur. Las capacidades germinativas de las semillas son consistentemente más altas en el Norte y disminuyen gradualmente hacia el Sur, como queda en evidencia para las capacidades germinativas de las semillas tratadas con 90 días de estratificación (Figura 4 a) que muestran una correlación muy significativa con la latitud ($r = -0,842$, $p > 0,001$). También es significativa la correlación entre la capacidad germinativa promedio de los tratamientos (0, 30, 60 y 90 días de estratificación) y la latitud para 17 muestras de poblaciones de Norte a Sur ($r = -0,684$,

$p > 0,005$; Figura 4 b).

Desde el punto de vista adaptativo es difícil explicar estos resultados, puesto que se podía esperar una mejor respuesta a la estratificación en los sectores más fríos, especialmente de montaña, pero ocurre al revés. Se pudo observar en semillas que se sembraron en tierra pertenecientes a poblaciones del Sur o de montaña, que germinaron al año siguiente, lo que hace suponer que pueden requerir de un período de estratificación más largo, o bien, de un almacenamiento frío de más tiempo que permita la maduración de las semillas (post-maduración).

Desde el punto de vista del origen y forma de la variación, es evidente que al igual que en las características de las hojas, hay aquí una variación clinal de la germinación de las semillas en relación con la latitud. La información obtenida deja en evidencia, además, que es muy posible que ocurra también una cline del mismo tipo con la altitud.

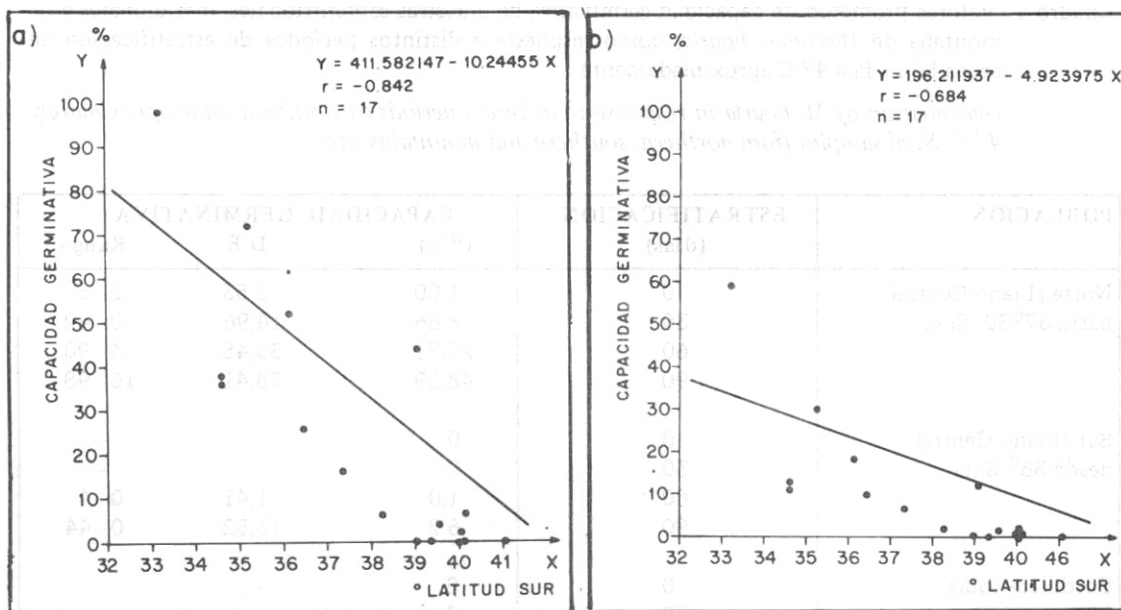


Figura 4. Líneas de regresión para la capacidad germinativa sobre la latitud Sur.

a) Tratamiento 90 días de estratificación

b) Promedio de 4 tratamientos (0, 30, 60 y 90 días de estratificación).

Regression lines for germinative capacity on South latitude,

a) Treatment 90 days of stratification

b) Average of 4 treatments (0, 30, 60 y 90 days of stratification)

Distribución geográfica.- Debe ampliarse hacia el Sur, puesto que se encuentran ejemplares en Chile al Sur de Cochrane de los cuales se han recolectado semillas que se han hecho germinar en la Universidad

Austral de Chile, siendo lo más posible que el límite sur sea el paralelo 49° Lat. S., como lo señala Tortorelli (1956) para el sector argentino.

REFERENCIAS

- DONOSO, C. 1974. Dendrología. Árboles y arbustos chilenos. Fac. de Ciencias Forestales, Univ. de Chile. Manual N° 2. 142 p.
- _____. 1979 a). Genecological differentiation in *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. in Chile. Forest Ecology and Management 2: 53-66.
- _____. 1979 b). Variación y tipos de diferenciación en poblaciones de Roble (*Nothofagus obliqua*) (Mirb.) Oerst.) BOSQUE Vol 3 N° 1: 1-14.
- HOFFMANN, A. 1980. Flora silvestre de Chile. Zona Central. Ed. Fundación Claudio Gay. Santiago 254 p.
- _____. 1982. Flora silvestre de Chile. Zona Austral. Árboles, arbustos y enredaderas leñosas. Ed. Fundación Claudio Gay. Santiago. 258 p.
- MUÑOZ, M. 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Santiago. 557 p.
- NAVAS E. 1976. Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. Santiago. Vol. 2 Dicotylecloneae. Archichlamydeae. 559 p.
- REICHE, C. 1898. Flora de Chile. Tomo II. Familias 31-46; 48, Santiago. 397 p.
- RODRIGUEZ, R.; O. MATTHEI.; M. QUEZADA. 1983. Flora Arbórea de Chile. Ed. Univ. de Concepción. 408 p.
- SPURR, S.H.; B.V. BARNES. 1980. Forest Ecology. 3a. Ed. John Wiley & Sons. New York. 687 p.

- STEBBINS, G.L. 1950. Variation and Evolution in Plants. Columbia University Press. N. York. 643 p.
TORTORELLI, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Ed. Acme S.A.C.J. Buenos Aires. 910 p.
URBAN, O. 1934. Botánica de las plantas endémicas de Chile. Soc. Imp. y Lit. Concepción - Concepción 292 p.
WENDLER, J. 1982. Variación y diferenciación genecológica de *Maytenus boaria* Mol. "Maitén". Tesis Fac. Cs. For. Univ. Austral de Chile, Valdivia. 61 p.

Recibido Diciembre 1984

Los autores

CLAUDIO DONOSO. Profesor Instituto de Silvicultura UACH. Casilla 567. Valdivia, Chile.
JORGE WENDLER. Ing. Forestal U.A.CH.