

REVISTA  
DEL JARDÍN  
BOTÁNICO  
CHAGUAL

Año IX, número 9  
Diciembre 2011

# chagual 09



JARDIN BOTANICO  
DE SANTIAGO



# chagual

REVISTA DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL

Año IX, número 9  
Diciembre de 2011

## Directora

Antonia Echenique Celis

## Editores

María Victoria Legassa y Andrés Moreira-Muñoz

## Edición de estilo

Carolina Teillier

## Diseño y diagramación

Gabriel Valdés Echenique & Alejandra Norambuena

## Impresión

Andros Impresores  
Santa Elena 1955, Santiago, Chile

Precio de suscripción: \$ 5.000 + envío

Precio compra directa: \$ 5.500

Se ofrece y acepta canje de publicaciones análogas

Exchange with similar publications is desired

Échange souhaité avec publications similaires

Si desidera il cambio con pubblicazione congeneri

© Corporación Jardín Botánico Chagual

ISSN: 0718-0276

Inscripción N° 136.662

Comodoro Arturo Merino Benítez 3020, Vitacura,  
Santiago, Chile.

La reproducción parcial o total de esta revista debe  
ser autorizada por los editores.

mvlegassa@gmail.com

amoreira@geo.puc.cl

www.chagual.cl



## Foto portada:

Detalle del ala de *Cestmia psittacus*  
(Sergio Elórtegui)

---

## Erratum revista N°8

En el artículo de Patricia Letelier *et al.*,  
pág.25, los pies de foto están intercambia-  
dos. Deben decir:

Figura 2A. Arbusto y detalle de flor de  
*Linum aquilinum*.

Figura 2B. Arbusto de *Menodora linoides*  
*in situ* y detalle de flor cultivada en inver-  
nadero Inacap sede Apoquindo.

---



## Contenidos

---

EDITORIAL <i>/ Antonia Echenique</i>	3
INTERNACIONAL La arborización de las principales alamedas del Jardín Botánico de Sao Paulo, Brasil <i>/ Yuri Tavares Rocha</i>	4
DESDE EL JARDÍN La comunidad Litre-Quillay-Palma: primera plantación establecida en el Jardín Botánico Chagual <i>/ Juana Zunino &amp; M. Victoria Legassa</i>	13
FLORICULTURA Aroma floral como nuevo atributo para <i>Alstroemeria</i> : evaluación de nuevas líneas aromáticas de <i>A. caryophyllaea</i> <i>/ Danilo Aros</i>	29
BIOGEOGRAFÍA Uso de las mariposas como indicadoras de regiones biogeográficas en la Península Ibérica <i>/ Helena Romo</i>	37
ENTOMOLOGÍA La Mariposa del Chagual <i>Castnia psittacus</i> <i>/ José Montalva</i>	43
ENTOMOLOGÍA II Nuevas especies altoandinas del género <i>Pseudolucia</i> (Lepidóptera) en Chile <i>/ Dubi Benyamini &amp; Zsolt Bálint</i>	47
EDUCACION Las mariposas ¡van la escuela! <i>/ Sergio Elórtogui</i>	49
GAJES DEL OFICIO El nacimiento de una polilla <i>/ Camila López</i>	53
GÉNEROS CHILENOS Las fitolacáceas de Chile. Ilustraciones y herbarios históricos <i>/ Mélica Muñoz-Schick</i>	56
ECOLOGÍA Conectando la ecología de una especie con la conservación de ecosistemas: el caso del monito del monte ( <i>Dromiciops gliroides</i> ) <i>/ Francisco E. Fontúrbel &amp; Jaime E. Jiménez</i>	61
ADAPTACIONES Forma de crecimiento y protecciones foliares: una estrategia de sobrevivencia en plantas altoandinas <i>/ Ana María Mujica</i>	65
DOMESTICACIÓN Avances en el conocimiento del copao ( <i>Eulychnia acida</i> Phil.), cactácea endémica de Chile <i>/ M. Angélica Salvatierra</i>	71
LIBROS Recomendados por la Revista Chagual	77
ACTIVIDADES DEL PROYECTO Noticias vinculadas al Jardín Botánico Chagual	78

---



*Ercilla syncarpellata*. Foto: M. Teresa Eyzaguirre

## Editorial

---

En enero del año 2011 se presentó el proyecto de ley que crea el *Servicio de Biodiversidad y Áreas Silvestres Protegidas* y el *Sistema Nacional de Áreas Protegidas*, en cuyo texto se define latamente el concepto de *conservación de la biodiversidad*, tema directamente relacionado con el quehacer de los jardines botánicos. Sin embargo, con gran sorpresa corroboramos que el concepto de conservación *ex-situ*, labor fundamental de los jardines botánicos, ha sido omitido deliberadamente en este texto, a pesar de la ratificación y firma de Chile del Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica (ONU) en 1994, que debiera ser el marco legal que alimentaría dicho proyecto.

El Jardín Botánico Chagual, por medio de su directora ejecutiva en su rol de presidenta de la Red Chilena de Jardines Botánicos (RCHJB), se abocó prácticamente todo el año a defender la introducción de dicho concepto en este proyecto nacional –por cierto muy polémico– para concluir esta acción en el mes de noviembre con la exposición del tema ante la Comisión de Medioambiente del Senado conjuntamente con el Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar.

Otra acción relevante de nuestra institución tuvo que ver con el desarrollo de alianzas del JB con empresas o instituciones del sector privado. Un ejemplo de ello fue el inicio de la plantación de la comunidad de vegetación “Litre-Quillay” –área de 2,11 ha–, gracias a una compensación realizada por la Clínica Las Condes. Recordamos que tanto esta comunidad como la plantada en 2010, fruto de una mitigación realizada por la empresa Gerdau Aza, se están utilizando especies (colecciones) desarrolladas en nuestros viveros y con la participación fundamental de la *Fundación Cultiva*, que asumió la ejecución de dichos proyectos.

El desarrollo de uno de los objetivos fundamentales de nuestra institución como es la educación, también dio un importante paso adelante con la firma de un convenio con la *Fundación Sendero de Chile*. Ello permitió organizar y desarrollar una “marcha blanca” a programas de visitas guiadas al JB, con la participación de cursos de educación básica de algunas escuelas de Santiago y cuyos resultados fueron muy positivos. Esta experiencia nos permitió proyectar para el próximo año, la tan anhelada organización de la Coordinación de Educación del Jardín Botánico, con su respectivo equipo y material didáctico.

Finalmente, cabe destacar la organización del voluntariado en el Jardín Botánico, experiencia muy positiva de participación ciudadana, que esta generando una importante colaboración en la labor desarrollada por el laboratorio y viveros. La existencia del voluntariado derivó también en la necesidad de capacitar a este personal, así como también jardineros del JB, en el conocimiento de nuestro patrimonio vegetal a través de la organización de cursos sobre flora nativa con énfasis en la zona central y que se realizan en nuestra institución.

Antonia Echenique Celis  
Directora Ejecutiva  
Jardín Botánico Chagual

---

# Arborización de las principales alamedas del Jardín Botánico de São Paulo, Brasil

Yuri Tavares Rocha

Departamento de Geografía, Universidad de São Paulo,  
São Paulo (SP), Brasil  
yuritrv@usp.br

## INTRODUCCIÓN

Un jardín botánico tiene diversas funciones: científica, educativa, social, estética y ecológica. El Jardín Botánico de São Paulo, fundado oficialmente en 1938, presenta todas esas funciones, además ser considerado un jardín histórico, porque también abriga las nacientes del arroyo *Ipiranga*, en cuyas márgenes fue declarada en 1822 la emancipación política del Brasil (Rocha & Cavalheiro 2000).

La historia de creación e implantación de un jardín botánico en la ciudad de São Paulo muestra varias tentativas y cambios de sitio. Son dos los locales más importantes en esa historia: el primer sitio, donde fue instalado y formado un jardín botánico entre 1799 y 1838, cuya área original fue muy reducida y donde está actualmente el *Parque da Luz*; el segundo sitio, el sitio actual desde 1928, que se ubica en el *Parque Estadual das Fontes do Ipiranga* (PEFI). De 1896 hasta 1928 existieron los *hortos botânicos* de la *Cantareira*, *Oswaldo Cruz* y del *Museu Paulista*, que significaran tentativas de creación de un jardín botánico en São Paulo, además de adoptar el

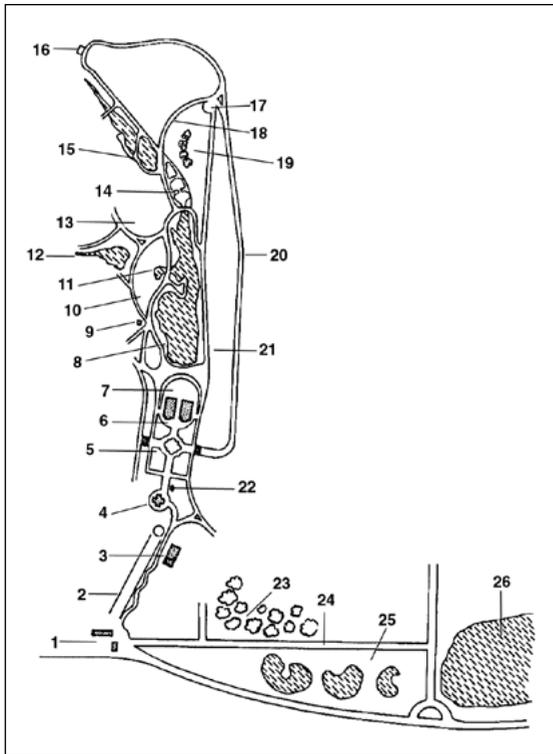
título de *horto botânico* y no de jardín botánico (Rocha & Cavalheiro, 2000).

El actual Jardín botánico de São Paulo está en un área preservada desde 1893<sup>1</sup>, para la protección de las nacientes ahí existentes (*Decreto Estadual* n. 204 de 12 de septiembre de 1893), que provenían agua para el abastecimiento de la zona este de la ciudad de São Paulo. Tal función fue abandonada en 1928 por el peligro de contaminación y por el bajo volumen de agua (Hoehne *et al.* 1941, Hoehne 1951b, São Paulo 1988, Reis Filho 1990).

Sin el uso de captación de agua, surgió la idea de organizar un jardín botánico en esa área preservada, con la finalidad de proporcionar área de recreación para la población y de establecer reproducción y exposición de plantas ornamentales de la flora "*indígena*" (Hoehne *et al.* 1941). Fue elaborado un plano básico de urbanización del área, con abertura de caminos, calles y alamedas; construidos dos invernaderos y el Jardín de Lineu; y además, instaurado el inicio del *Orquidário do Estado*, inaugurado oficialmente en 1930, embrión del Jardín Botánico de São Paulo (Teixeira 1988).

Entre las alamedas abiertas en el jardín botánico, se tornaron las principales la Alameda Martius y la Alameda

<sup>1</sup> Esa área preservada originó el actual Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), unidad de conservación de la naturaleza creada por el Decreto Lei Estadual n. 52.281, de 12 de agosto de 1991, que es dividida en partes administradas por diferentes instituciones (Secretaría do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Fundación Parque Zoológico de São Paulo e Parque de Ciência e Tecnologia/USP entre otras), y tiene un grupo de coordinación, llamado de Conselho de Defesa do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (Condepefi), creado por el Decreto Estadual n. 52.703, de 08 de febrero de 2008.



**Figura 1.** Trayecto de visitación del Jardín Botánico de São Paulo, con las alamedas Martius y Fernando Costa indicadas: 1 – Entrada principal del Jardín Botánico; 2 – Alameda Fernando Costa; 3 – Restaurante y baños; 4 – Museo Botánico Dr. João Barbosa Rodrigues; 5 – Jardín de Lineu y escaleras; 6 – Invernaderos monumentales; 7 – Colección de palmeras; 8 – Lago de las Ninfas; 9 – Baños; 10 – Bosque de las Imbúias; 11 – Portón Histórico; 12 – Bosque de los Xaxins y de los Helechos Gigantes y Lago de los Monos Bugios; 13 – Bosque de los Passuarés; 14 – Humedal; 15 – Lagos de las Nacientes del arroyo Ipiranga; 16 – Área de recreación de niños; 17 – Mirador; 18 – Túnel de los Bambúes; 19 – Bosque del Pau-brasil; 20 – Sendero por el bosque; 21 – Jequitibá-vermelho; 22 – Olivo; 23 – Arboretum; 24 – Alameda Martius; 25 – Lagos de en frente (diseño del paisajista Roberto Burle Marx) y colección de palmeras; 26 – Lago de las Garças (Rocha 1999).

Fernando Costa, compuestas principalmente de Palmeras-reales, Palmitos-juçaras y *Jerivás*. La historia de esas alamedas es presentada en este artículo, cuyo objetivo principal fue de rescate histórico y evaluación de la situación actual de ellas.

## LAS ALAMEDAS DEL JARDÍN BOTÁNICO

El Jardín Botánico de São Paulo está ubicado en la zona sudeste de la ciudad de São Paulo (Brasil), en un área de 164,45 hectáreas del Instituto de Botánica (São Paulo, 1990), institución de investigación responsable de su administración. El Jardín y el Instituto se ubican dentro del *Parque Estadual Fontes do Ipiranga* (PEFI), cuya vegetación autóctona pertenece al bosque pluvial atlántico (*Mata*

*Atlântica*). Se considera como área del Jardín: el área de visitas pública de aproximadamente 23 hectáreas y parte de la reserva forestal del Instituto, de ca. 30 hectáreas, contigua a esa área de visitas, parte del PEFI.

Se realizó una investigación acerca de la historia de las alamedas Martius y Fernando Costa consultando gran parte del material iconográfico y bibliográfico, conforme a estudios realizados por Terra (1993) y Kliass (1993) y según las recomendaciones de Rocha (2005).

Se eligieron las alamedas Martius y Fernando Costa porque son las principales del Jardín, estructuran los ejes de la visitas y presentan una arborización característica, en la predominan las palmeras (Figura 1).

## ALAMEDA MARTIUS

La Alameda Martius del Jardín Botánico de São Paulo está compuesta por una alameda de Palmeras-reales, *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook (Arecaceae), intercaladas por árboles de *Ipê-rosa*, *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. (Bignoniaceae). De un lado de la Alameda, existe la *Avenida Miguel Stéfano* (principal acceso a el Jardín) y tres lagos, construidos a partir del proyecto de Roberto Burle Marx, uno de los mayores paisajistas del mundo; del otro lado, existe el arboreto del Jardín y un área relictual de foresta atlántica. La alameda termina, iniciando de la entrada de visitantes del Jardín, en el *Lago das Garças*, límite del jardín botánico y que es un área común al Jardín Zoológico de São Paulo.

La alameda tiene su nombre en honor al médico, naturalista y botánico alemán Karl Friedrich Philipp von Martius (1794-1868), que vino a Brasil en 1817 en una expedición científica que fue parte de la comitiva de la Archiduquesa austríaca D. Leopoldina, que fue esposa de D. Pedro, el primer rey de Brasil. Martius retornó a Europa en 1820, después de las expediciones, y publicó muchas obras, entre ellas la *Flora Brasiliensis*, importante obra vigente aún hoy en día, para los botánicos brasileños (Sommer 1953).

La abertura de la Alameda Martius fue terminada en 1941 (Figura 2), llegando hasta el gran lago del centro del *Parque do Estado* (actual PEFI). Su nivel total fue concluido en 1947, junto con la finalización de la canalización del agua pluvial. El plantío de las Palmeras-reales y de los *Ipês-rosa* fue iniciado en 1939 (Hoehne 1940, 1941 y 1949a).



Figura 2. Comienzo de la Alameda Martius en 1941; a la derecha, la antigua puerta de entrada del Jardín botánico de São Paulo (Hoehne 1942).



Figura 3. Inicio de la Alameda Martius en 2010, con la perspectiva abierta (fotografía de Lucimar S. F. Sanghikian, 2010).

En 1970, con el inicio de la implantación parcial del Plan Burle Marx<sup>2</sup> en el Jardín botánico, toda el área entre la entrada de los visitantes del Jardín y la entrada de los funcionarios del Instituto y el área contigua a la *Avenida Miguel Stéfano* fue reformulada con la implantación de los lagos previstos en el Plano; también fue hecha una nueva canalización para el agua pluvial y la pavimentación de los 535m de la Alameda Martius; el 3 de septiembre de 1972, junto con las conmemoraciones de los 150 años de la independencia de Brasil, esa obra fue inaugurada y el Jardín Botánico fue reabierto a la visitas públicas, ce-

rrado desde 1970 para la realización de esa obra (Fidalgo 1972, 1973).

Uno de los mayores problemas de la Alameda Martius, ya identificados por Rocha & Cavalheiro (2000), era la existencia de parte de la entrada principal del Jardín Botánico, reformada en la década de 1990, que no permitía la visión de la perspectiva de la alameda por el visitante antes de entrar en el Jardín Botánico. La idea para la abertura de esa parte de la entrada principal fue adoptada en la reforma hecha en la década de 2000 (Figura 3).

<sup>2</sup> Solamente a fines de la década de 1950 es que ocurrió una iniciativa para la elaboración de un planeamiento paisajístico para el Jardín Botánico de São Paulo y sus colecciones. Fue hecho un anteproyecto por el paisajista Roberto Burle Marx, subdividiendo el Jardín en huertos temáticos e incluidas otras áreas del PEFI. Ese anteproyecto, que pasó a ser llamado de Plano Burle Marx fue, en 1963, parcialmente detallado por la oficina Roberto Burle Marx (Ferrari 2000, Rocha 2007).

Las especies para la arborización de la Alameda Martius fueron elegidas por Frederico Carlos Hoehne (1882-1959), fundador del Jardín Botánico de São Paulo. La Palmera-real, especie *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook (Arecaceae), también llamada de Palmera-imperial-de-Cuba, es nativa de Cuba, Belize, Estados Unidos, México, Bahamas e Honduras, ocurriendo en vegetación abierta de bajadas húmedas de hasta 1.000m de altitud; es una palmera que puede tener de 10 a 25m de altura, rústica y tolerante a heladas en regiones subtropicales, con moderado crecimiento y resistencia a sol, siendo muy utilizada en el paisajismo brasileño en la arborización de parques y plazas (Lorenzi *et al.* 2004).

La palmera-real fue elegida para la Alameda Martius para ser un marco del paisaje del Jardín Botánico de São Paulo, pero utilizando una especie diferente de la que había sido utilizada en el Jardín Botánico de Río de Janeiro, que es la *R. oleracea* (Jacq.) O.F. Cook (Arecaceae), llamada de Palmera-imperial, de mayor tamaño comparada a la Palmera-real. Ambas especies, muy cultivadas en Brasil, fueron introducidas en el siglo XIX. Una única planta de la Palmera-imperial fue regalada al rey D. João VI (1767-1826), del antiguo *Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves*, que ordenó su plantación en el Real Jardín; tal ejemplar alcanzó

40m de altura y vivió de 1809 hasta 1972, cuando fue víctima de un rayo, siendo que casi todas las Palmeras-imperiales del Brasil son descendientes de ese ejemplar (Matthes 1994). *R. borinquena* O.F. Cook es menos difundida en Brasil (Lorenzi *et al.* 2004).

El *Ipê-rosa*, también llamado de *Ipê-roxo*, *Ipê-roxo-de-sete-hojas* y *Pau-d'arco-roxo*, es de la especie *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. (Bignoniaceae), árbol de la Foresta Pluvial Atlántica del sur del departamento brasileño de Bahía y de los departamentos de Espírito Santo, Minas Gerais y São Paulo (Lorenzi 1992). También se distribuye en el *pantanal mato-grossense* (Mattos, Seitz & Salis 2004) y en los bosques estacionales semideciduals (Ramos *et al.* 2008). Es un árbol que puede alcanzar de 10 a 20 m de altura, es heliófila y decidua, perdiendo sus hojas desde junio/julio hasta agosto/septiembre, cuando presenta floración rosa a morada, motivo por el cual es una especie muy utilizada en el paisajismo brasileño y en la arborización de parques y vías públicas (Lorenzi 1992, Mattos, Seitz & Salis 2004).

La especie fue justamente elegida para la composición de la arborización de la Alameda Martius por ser una especie nativa del bosque estacional semidecidual del departamento de São Paulo y por presentar floración exuberante y contrastante con el verde de las Palmeras-reales.

Rocha & Cavalheiro (2000) aún indicaron otros problemas de la Alameda Martius: falta de plantación de los individuos muertos de Palmera-real y de *Ipê-rosa*; plantación de palmeras diferentes próximas a esa Alameda, poniendo en riesgo sus características; e, interferencia visual de otras plantas del arboreto contiguo. Los mismos autores presentaron propuestas para su mejoría: recuperación total de la vegetación que compone la Alameda y eliminación de la vegetación que interfiere en su conjunto y en su linealidad, típica de una alameda.

La re-plantación de las Palmeras-reales ha sido pretendida desde 1996 (Toledo, Lopes & Milanez 1996). Ella fue realizada, pero con individuos de pequeño porte, lo que traerá una grande diferencia de altura, no deseable en una alameda, además de existir aún algunas palmeras faltantes. Hasta ahora, aún persiste diferencia de altura entre las Palmeras-reales más antiguas y las plantadas para reposición. La re-plantación de los *Ipês-rosa* también debe ser realizada, pero con individuos de tamaño grande, para evitar diferencias de altura entre los árboles.

## ALAMEDA FERNANDO COSTA

La Alameda Fernando Costa del Jardín botánico de São Paulo es compuesta por alameda de palmeras *Jerivás*, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae), existiendo algunas edificaciones alrededor: entrada principal del Jardín; casa anteriormente ocupada como morada del director del Jardín Botánico; tres edificaciones construidas en la década de 1940 que abrigaran la sede del Instituto de Botánica, hoy ocupados por algunas secciones técnicas de investigación y por el Centro de Convivencia Infantil para hijos de funcionarios del Instituto; y, por la edificación ocupada por el restaurante, sanitarios y tienda del Jardín.

La alameda tiene su nombre en homenaje a Fernando de Souza Costa (1886-1946), ingeniero agrónomo y político que fue Secretario de Agricultura del Departamento

de São Paulo (1927-1930) y Ministro de Agricultura del Brasil (1937-1941), cuando fue hecha la fundación oficial del Jardín Botánico en 1938, que siempre él apoyó; Costa también fue Interventor del departamento de São Paulo (1941-1945) durante el período político brasileño llamado *Estado Novo* de *Getúlio Vargas* (Ritter 1943).

En 1942, para obtener un área plana para destacar las edificaciones del Instituto de Botánica, construir un área de refugio y restaurante y formar la Alameda Fernando Costa, fue iniciada la construcción de una galería fluvial para rectificar y canalizar el arroyo *Pirarungáua* (Figura 4), uno de los afluentes del riachuelo *Ipiranga*; la canalización de ese arroyo fue concluida en 1945, con una galería de más de 300m de largo; la alameda fue concluida en 1947, cuya arborización fue hecha con palmeras *Jerivás* y *Palmitos-juçaras* (*Euterpe edulis* Mart., *Arecaceae*), con 2m de distancia entre las palmeras, dispuestas en dos líneas; esas especies fueron elegidas porque son nativas de los bosques de la región y resistentes a heladas (Hoehne 1942, 1944, 1946 y 1949a).

En 1947, 135 *Jerivás* fueran plantados a la izquierda de la Alameda Fernando Costa, para la formación de la alameda de palmeras y su sombreado, así formando la primera de las dos líneas de palmeras que deberían existir,

una de *Jerivá* y otra de *Palmito-juçara*; “esas palmeras, todas de tamaño desarrollado, fueron extraídas de los bosques existentes y transportadas hasta el sitio en que se las plantaron” (Hoehne 1949a).

En 1948, fueron plantados 112 *Palmitos-juçaras* a la izquierda y 104 a la derecha de la alameda, además de más 104 *Jerivás* plantados a la izquierda de la alameda (Figura 5); esa “arborización original de palmeras constituye el segundo Palmeral del Jardín Botánico en posición frontera a la sede del Instituto de Botánica” (Hoehne 1949b). El primer Palmeral es formado por las Palmeras-reales de la Alameda Martius. Hoy, infortunadamente, los *Palmitos-juçaras* que integran la línea secundaria de palmeras de la Alameda Fernando Costa prácticamente ya no existe más.

En 1949, fue terminado el plantío de todas las palmeras en la Alameda Fernando Costa, año en que su pavimentación y la de las calles alrededor de las edificaciones de la sede del Instituto de Botánica también fue concluida (Figura 6); los autos que entraban en el Jardín eran estacionados en la Alameda Fernando Costa (Hoehne 1951a).

Una rampa a la izquierda de la Alameda Fernando Costa, que comenzaba en la entrada del Jardín Botánico, con un pórtico, y terminaba en un área donde se pretendía construir un restaurante y un belvedere para uso del



**Figura 4.** Construcción de la galería fluvial en 1942, para canalización del arroyo Pirarungáua, para la implantación de la Alameda Fernando Costa (Hoehne 1943).

**Figura 5.** Final de la Alameda Fernando Costa con el término de las obras en 1947; a la izquierda, una de las edificaciones del Instituto de Botánica (Hoehne 1949a).

**Figura 6.** Parte de la Alameda Fernando Costa y edificaciones del Instituto de Botánica en 1951. Cerca de la Alameda, un escrito en el pasto hecho de plantas de *Alternanthera bettzickiana* (Regel) Nichols, *Amaranthaceae* (Hoehne 1951b).



público visitante, fue terminada en 1946, se constituyó otro acceso al Jardín, que llegaba directamente al Jardín de Lineu, área central del Jardín Botánico, después de pasar por el belvedere, sin utilizar la Alameda Fernando Costa (Hoehne 1947 y 1951b).

El Belvedere Pereira Barreto fue construido en 1950, formado por una pérgola con vigas y estandartes de cemento armado, con 42,5m de largo e 4m de ancho, sustentado por 34 columnas; en la parte posterior de ese belvedere fue hecha una plaza de 47m de largo e 35m de ancho, para estacionamiento de autos y un pequeño restaurante; “la vista que se tiene de ese alto, donde los visitantes podrán quedarse debajo de la pérgola cubierta de enredaderas, es deslumbrante” (Hoehne 1951b). El nombre del Belvedere fue homenaje a José Edgard Pereira Barreto, Secretario de Agricultura del Departamento de São Paulo (1949-1951), durante el gobierno de Adhemar de Barros (Hoehne 1951b). Actualmente, ese Belvedere está abandonado, inaccesible y en el área del antiguo Fondo João Bumaruf, área que no pertenece más al Jardín Botánico, lo mismo ocurrió con la rampa que terminaba en él; la plaza, donde sería construido el restaurante, fue ocupada por construcciones; el pórtico ubicado en el inicio de la rampa, que llevaba al Belvedere, tampoco existe más.

A partir de 1962, fueron realizadas alteraciones en el Jardín Botánico, como la construcción de una edificación de servicios al final de la Alameda Fernando Costa, desactivada en la década de 1990 (Milanez 1997), pero reactivada después en 2000, como centro de exposiciones y tienda del Jardín. En la reforma de 2008, esa edificación fue demolida, conforme sugerencia de Rocha & Cavaleiro (2000), ya que estaba en el término de la Alameda y obstruía la perspectiva que el punto de fuga y el camino de la Alameda creaban al visitante, además de obstruir la visualización de otras partes del Jardín Botánico, como el Museo y el Jardín de Lineu.

En 1978, fue instalado un camino a la derecha de la Alameda Fernando Costa, entre ella y el refugio, donde hoy está el restaurante, tienda del Jardín y sanitarios (Milanez & Tomita 1979).

Para la reapertura del Jardín Botánico en 1992, cerrado a visitas públicas desde 1988, la Alameda Fernando Costa fue reformada, juntamente con la entrada principal, cuyo proyecto fue del Departamento de Proyectos del Paisaje (Moreira *et al.* 1993); el piso de la Alameda fue hecho en mosaico portugués e instalados bancos debajo de pérgolas metálicas con enredaderas (Figura 7). El término de esa reforma ocurrió solamente al año siguiente, cuya in-



Figura 7. Inicio de la Alameda Fernando Costa en 1999, después de la reforma de la década de 1990, con piso en mosaico portugués y bancos debajo de pérgolas (fotografía de Yuri Tavares Rocha, 1999).

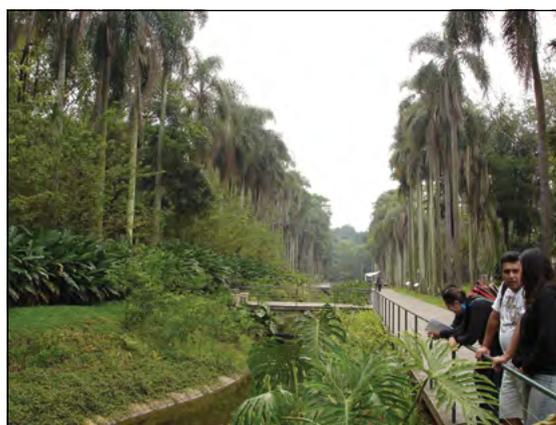


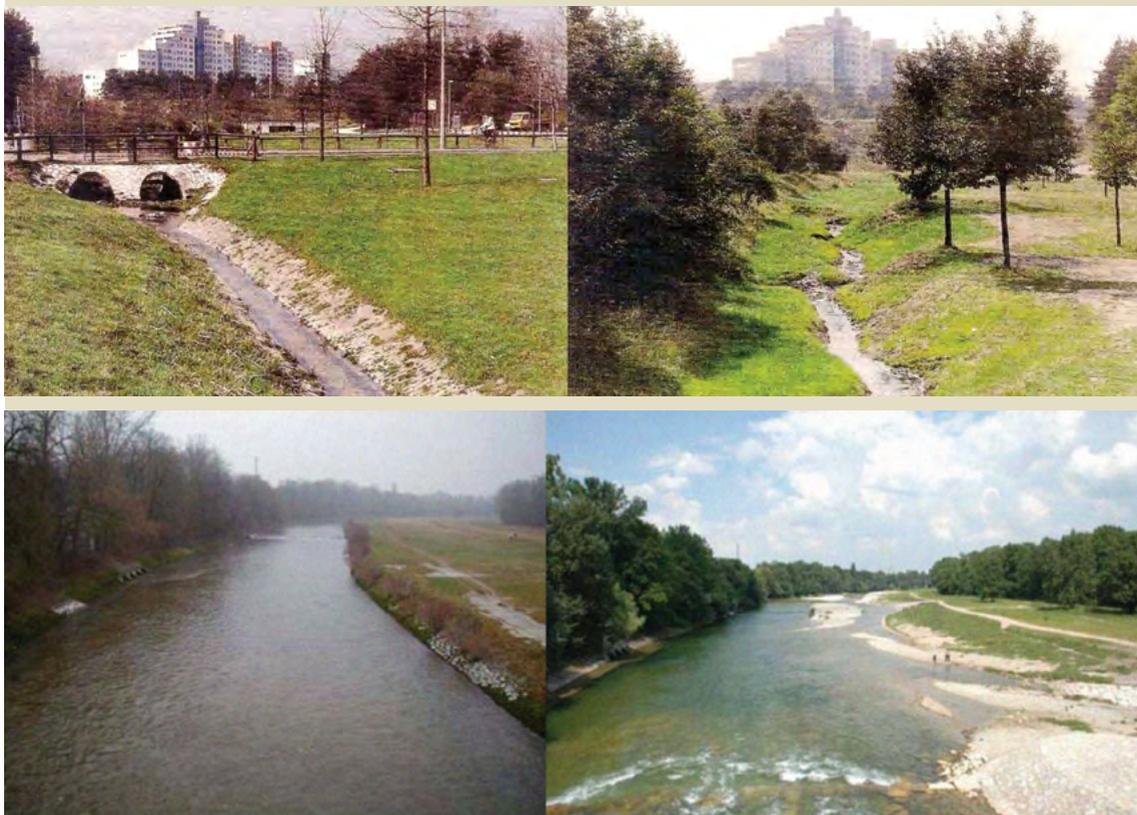
Figura 8. Inicio de la Alameda Fernando Costa en 2010, después de la reforma de 2008; es posible ver parte del arroyo Pirarungáua (fotografía de Lucimar S. F. Sanghikian, 2010).

auguración tuvo la presentación de la Orquesta Sinfónica de São Paulo, siendo su primera presentación en el Jardín Botánico (Esteves & Trufem 1996).

En 2008, otra reforma ocurrió en la Alameda Fernando Costa, con la demolición de la galería fluvial para canalización del arroyo *Pirarungáua*, construida en 1942, modificando el proyecto de la reforma de 1992/1993, retirando piso, bancos, canteros y pérgolas. Esa reforma objetivó la exposición de parte del arroyo *Pirarungáua*, valorizando el elemento agua en toda la extensión de la alameda (Figura 8). Esa valorización del agua como elemento paisajístico ya ocurría en la Alameda Martius, con su término en el *Lago das Garças*, contiguo al Jardín Zoológico, y con los tres lagos del Plan Burle Marx, construidos en 1972.

El proyecto de esa reforma partió de la necesidad de revitalización ya que “(...) un trecho de la Alameda Fernando Costa, que cubría el arroyo, se quedó y los técnicos

La alteración de la Alameda Fernando Costa realizada en 2008 adoptó medidas recomendadas en el proceso de re-naturalización de cursos de agua en el ambiente urbano (Henshaw & Booth 2000, Lüderitz *et al.* 2004, Müller & Koll 2004, Zahed Filho *et al.* 2009), ya utilizado en países europeos desde la década de 1990, como en Alemania.



**Figura 9.** Re-naturalización del arroyo en parque, Berlín (Alemania); a la izquierda, antes del proceso de re-naturalización y a la derecha, después de ese proceso terminado (Kiemstedt *et al.* 1998). **Figura 10.** Re-naturalización de parte del río Isar, Múnich (Alemania); a la izquierda, antes del proceso de re-naturalización e, a la derecha, después del proceso (Arzet & Joven 2007).

constataron que el sitio estaba condenado por entero, desde el punto de vista estructural. El piso fue retirado y la recuperación de las márgenes del arroyo Pirarungáua fue iniciada, permitiendo que el arroyo volviese a correr a cielo abierto” (Olivette 2008).

En esa reforma, mismo con la “(...) utilización de especies del Bosque Atlántico rescatadas de sitios por donde [pasó] el trecho sur del *Rodoanel*”<sup>3</sup> (Olivette 2008), infortunadamente no ocurrió plantación de los *Palmitos-juçaras* donde fuera posible, para restablecer la línea secundaria de palmeras de la alameda.

La palmera *Palmito-juçara* es emblemática del Bosque Atlántico y está incluida en la “Lista de Especies de la Flora Amenazadas de Extinción en el Departamento de São Paulo” (Resolución SMA n. 48, de 21 de septiembre de 2004) y en la “Lista Oficial de las Especies de la Flora Brasileña Amenazadas de Extinción” (Instrucción Normativa MMA n. 6, de 23 de septiembre de 2008).

La especie *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), conocida por *Juçara*, *Palmito-juçara* y *Palmito-doce*, es una palmera de estipe único que puede alcanzar 5-12m de altura y que ocurre en el Bosque Atlántico del sur del departamento de

<sup>3</sup> El Rodoanel Mário Covas (SP-21) es una autopista alrededor de la región metropolitana de São Paulo, con 177 kilómetros y con el objetivo de mejorar el intenso tráfico de camiones que pasa en la ciudad de São Paulo. Los trechos poniente y sur están listos; el trecho naciente ya empezó a ser construido y el trecho norte aún está en etapa de proyecto.

*Bahia* y del departamento de *Minas Gerais* hasta el departamento de *Rio Grande do Sul*, y en los bosques de orilla de la cuenca del río Paraná en los departamentos brasileños de *Goiás*, *Mato Grosso do Sul*, *São Paulo* y *Paraná* (Lorenzi *et al.* 2010). Es una especie endémica del Bosque Atlántico y un importante producto extractivo en términos económicos por causa de su palmito, cuya explotación ilegal y no sostenible ha causado notable disminución de sus poblaciones en el área de distribución original (Pizo & Vieira 2004).

La palmera *Jerivá*, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae), también conocida por *Coqueiro-Jerivá*, *Coco-de-catarro*, *Baba-de-boi* y *Coco-de-cachorro*, es una palmera de estipe único que puede alcanzar 7-15m de altura y que se distribuye del departamento de *Bahia* en dirección al sur hasta el departamento de *Rio Grande do Sul* y en Uruguay, Paraguay y Argentina y, al poniente, en los departamentos de *Mato Grosso do Sul* y *Goiás*, en el Bosque Atlántico, además de distribuirse en bosques semidecduales; es muy utilizado en el paisajismo brasileño y mundial (Lorenzi *et al.* 2010). Esa especie es frecuentemente cultivada en jardines públicos y particulares, siendo que, entre las palmeras nativas brasileñas, es la más utilizada como planta ornamental (Matthes 1993 y 1994).

Conforme afirmaran Müller & Koll (2004), la herencia cultural debe ser considerada en el proceso de re-naturalización de aquellos ríos que pasaron por alguna modificación de su estado natural, dentro del proceso histórico de transformación del paisaje. Se observa que eso fue parcialmente considerado en la reforma de la Alameda Fernando Costa de 2008, ya que su arborización existente fue preservada, pero no hubo preocupación con la recuperación total. Además, el proceso de renaturalización también fue parcial, ya que aún existe la presencia de concreto en el arroyo *Pirarungáua* y caminos en sus márgenes.

## CONSIDERACIONES FINALES

El rescate del proceso de formación de las alamedas del Jardín Botánico de São Paulo y su arborización permitió registrar sistemáticamente su historia y establecer propuestas para que el proyecto original sea recuperado y no alterado en el futuro. Es bueno recordar que el Jardín Botánico de São Paulo y el *Parque Estadual das Fontes do Ipiranga* son tema del proceso de preservación histórica por el *Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico* (Condephaat) del Departamento de São Paulo,

registrado en el Acta n. 1.018, de 12 de diciembre de 1994, y por el Proceso n. 32.468/2009.

La arborización de esas alamedas con palmeras es un ejemplo que esas plantas pueden ser utilizadas con esa función en sitios adecuados, explotando el potencial paisajístico de sus hojas, estipe y porte, además de posibilitar la formación de marcos de paisaje y acentuar las perspectivas que alamedas, calles y avenidas propician.

La utilización del *Ipê-rosa* (*Tabebuia heptaphylla*) y de las palmeras *Palmito-juçara* (*Euterpe edulis*) y *Jerivá* (*Syagrus romanzoffiana*) fue adecuada en la arborización de las alamedas Martius e Fernando Costa, demostrando que esas especies nativas del Bosque Atlántico pueden ser indicadas para condiciones similares y para la explotación de sus cualidades ornamentales y paisajísticas. Esto es una de las funciones de un jardín botánico.

Al mismo tiempo que las Palmeras-imperiales (*Roystonea oleracea*) son importantes para la estructura del paisaje del Jardín Botánico de Rio de Janeiro y su integración al paisaje urbano de esa ciudad, las Palmeras-reales (*R. regia*) de la Alameda Martius también representan eso para el Jardín Botánico de São Paulo, además de ser un marco de su paisaje y una unidad de paisaje contrastante con el paisaje urbano de su entorno, donde predominan barrios de clases media y media baja; donde existe la expansión del proceso de verticalización a través de la construcción de edificios de gran altura; la ocupación de la planicie de inundación del riachuelo *Ipiranga*; y, la existencia de avenidas de tráfico intenso de autos y de la Autopista de los Inmigrantes (SP-160).

## BIBLIOGRAFÍA

- Arzet K & S Joven. 2007. The Isar experience: urban river restoration in Munich. Munich: Referat für Gesundheit und Umwelt. URL: <[http://www.neues-leben-fuer-die-isar.de/projekte\\_und\\_programme/isarplan/doc/the\\_isar\\_experience.pdf](http://www.neues-leben-fuer-die-isar.de/projekte_und_programme/isarplan/doc/the_isar_experience.pdf)> [Visitada el 10-6-2011].
- Esteves LM & SFB Trufem. 1996. Relatório anual do Instituto de Botânica - 1993. Instituto de Botânica, São Paulo.
- Ferrari D 2000. Plano Burle Marx: uma retomada para o Jardim Botânico de São Paulo. Universidade de Guarulhos, Guarulhos.
- Fidalgo O 1972. Relatório das atividades do Instituto de Botânica: período de 1956-1971. Secretaria da Agricultura, São Paulo.

- Fidalgo O 1973. Relatório da gestão de Oswaldo Fidalgo: - 16 de abril de 1969 a 1º de janeiro de 1973. Secretaria da Agricultura, São Paulo.
- Henshaw PC & DB Booth. 2000. Natural restabilization of stream channels in urban watersheds. *Journal of the American Water Resources Association* 36(6): 1219-1236.
- Hoehne FC. 1940 - 1951. Relatório anual do Departamento de Botânica. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, São Paulo.
- Hoehne FC, M Kuhlmann & O Handro. 1941. O Jardim Botânico de São Paulo. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio de São Paulo, São Paulo.
- Kiemstedt H, C Haaren, M Mönnecke & S Ott. 1998. *Landscape Planning: contents and procedures*. Hanover: The Federal Ministry for the Environment/Nature Conservation and Nuclear Safety, Hanover.
- Kliass RG. 1993. Parques urbanos de São Paulo e sua evolução na cidade. Pini, São Paulo.
- Lorenzi H 1992. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Lorenzi H. *et al.* 2004. *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Lorenzi H *et al.* 2010. *Flora Brasileira: Areaceae (Palmeiras)*: Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Lüderitz V, R Jipnerl, S Müller & CK Feld. 2004. Renaturalization of streams and Rivers, the special importance of integrated ecological methods in measurement of success: an example from Saxony-Anhalt (Germany). *Limnologica* 34: 249-263.
- Matthes LAF. 1993. *Pindorama. Mercedes-Benz do Brasil*, São Paulo.
- Matthes LAF. 1994. Palms used in brazilian landscape planning. *Acta Horticulturae* 360: 245-250.
- Mattos PP, RA Seitz & SM Salis. 2004. Potencial dendroecológico de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo. *Boletim Investigação Florestal* 48: 93-103.
- Milanez AI. 1997. O futuro do Jardim Botânico de São Paulo. *Boletim dos Jardins Botânicos do Brasil* 4: 10-13.
- Milanez AI & NY Tomita 1979. Relatório anual do Instituto de Botânica: 1978. Instituto de Botânica, São Paulo.
- Moreira AED *et al.* 1993. Relatório anual do Instituto de Botânica: 1992. Instituto de Botânica, São Paulo.
- Müller GU & K Koll. 2004. River re-naturalization: historic and anthropogenic constraints, ecosystems and their interaction. *Proceedings of 5<sup>th</sup> International Symposium on Ecohydraulics*. IAHR Secretariat, Madrid.
- Olivette C. 2008. Jardim Botânico completa 80 anos, é remodelado e recebe homenagem dos Correios. *Notícias SMA*, 10/11/2008. URL: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/verNoticia.php?id=226>>. [Visitada el 10-6-2011].
- Pizo MA & EM Vieira. 2004. Palm harvesting affects seed predation of *Euterpe edulis*, a threatened palm of the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Journal of. Biology* 64(3b): 669-676.
- Ramos VS *et al.* 2008. *Árvores da Floresta Estacional Semidecidual*. Edusp/Fapesp, São Paulo.
- Reis Filho NG. 1990. Os parques na primeira República. *Jornal da Tarde*, 23 jun.: 6.
- Ritter M. 1943. Fernando Costa na Interventoria do Estado de São Paulo. Governo do Estado, São Paulo.
- Rocha YT. 1999. Dos antigos ao atual Jardim Botânico de São Paulo. Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rocha YT. 2005. Fontes históricas e pesquisas geográficas: relatos de viajantes, iconografia e cartografia. *Geoup* 17: 135-151.
- Rocha YT. 2007. O Jardim Botânico de São Paulo e a paisagem urbana, em TS Pereira, MLMN Costa, & PW Jackson (eds.), *Recuperando o verde para as cidades: a experiência dos jardins botânicos brasileiros*, pp. 169-182. RJB/ IPJBRJ/BGCI, Rio de Janeiro.
- Rocha YT & F Cavalheiro. 2000. Unidades de paisagem do Jardim Botânico de São Paulo. *Geoup* 7: 91-116.
- Rocha YT. 2001. Aspectos históricos do Jardim Botânico de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 24(4-supl.): 577-586.
- São Paulo (Estado). 1988. Secretaria do Meio Ambiente. *Vegetação significativa do município de São Paulo*. SMA/PMSP/ SEMPLA, São Paulo.
- São Paulo (Estado). 1990. Secretaria do Meio Ambiente. *Plano de recuperação do Jardim Botânico de São Paulo*. SMA, São Paulo.
- Sommer F. 1953. *A vida do botânico Martius*. Melhoramentos, São Paulo.
- Teixeira AR. 1988. *Resenha histórica do Instituto de Botânica de São Paulo*. *Ciência e Cultura* 40(11): 1045-1054.
- Terra CG. 1993. *Os jardins no Brasil do século XIX: Glaziou revisitado*. Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Toledo CB, EA Lopes & AI Milanez. 1996. Implantação de coleção de palmeiras de interesse econômico/ornamental do Jardim Botânico de São Paulo. *Boletim dos Jardins Botânicos do Brasil* 3: 28-29.
- Zahed Filho K. *et al.* 2009. *Água em ambientes urbanos: renaturalização de rios em ambientes urbanos*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária/Escola Politécnica/ USP, São Paulo.

# Comunidad Litre - Quillay - Palma: primera plantación establecida en el Jardín Botánico Chagual

Juana Zunino  
 Coordinadora Diplomados  
 Arquitectura del Paisaje, FADEU PUC  
 juanazunino@gmail.com

M. Victoria Legassa  
 Coordinadora de Colecciones  
 Jardín Botánico Chagual  
 mvlegassa@gmail.com

Constanza Valenzuela  
 Dibujo de planos  
 paisajevirtual@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Los jardines botánicos definen sus colecciones vivas como colecciones de plantas acuciosamente identificadas, documentadas y rotuladas mediante las que se logran diferentes resultados acordados (Wyse Jackson, 1999). En el Taller “Bases para la definición de las colecciones del Jardín Botánico Chagual” (ver

Revista Chagual 1, 2003) se acordó que sus colecciones y exhibiciones se enfocarían prioritariamente a la conservación de la diversidad vegetal de la zona de clima mediterráneo de Chile.

El Jardín Botánico Chagual está ubicado en la zona oriente de Santiago (Chile), en un área de 44 hectáreas al interior del Parque Metropolitano de Santiago (Figura 1). Representará las principales comunidades de vegetación de la zona comprendida entre la IV y VIII regiones del país y otras del mundo. Entre las

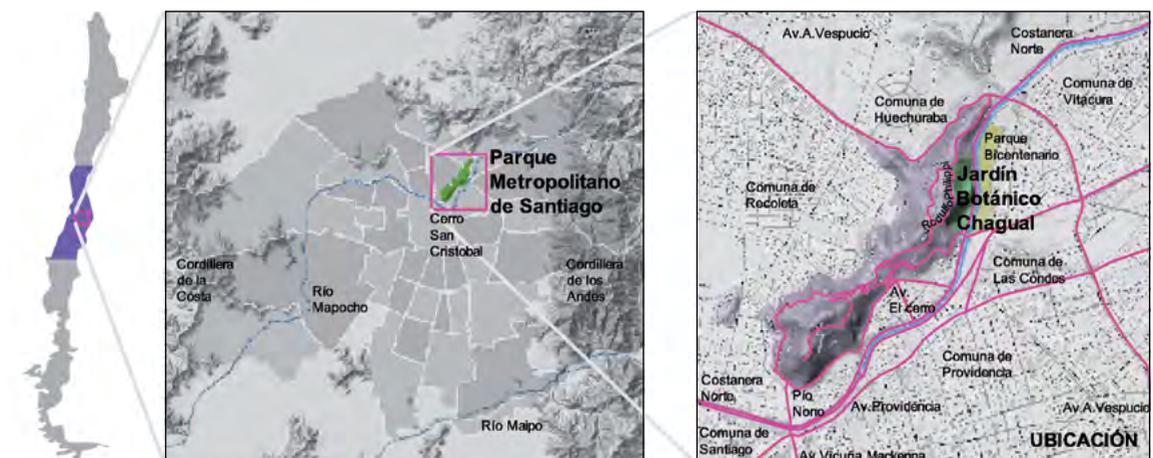


Figura 1. Ubicación.

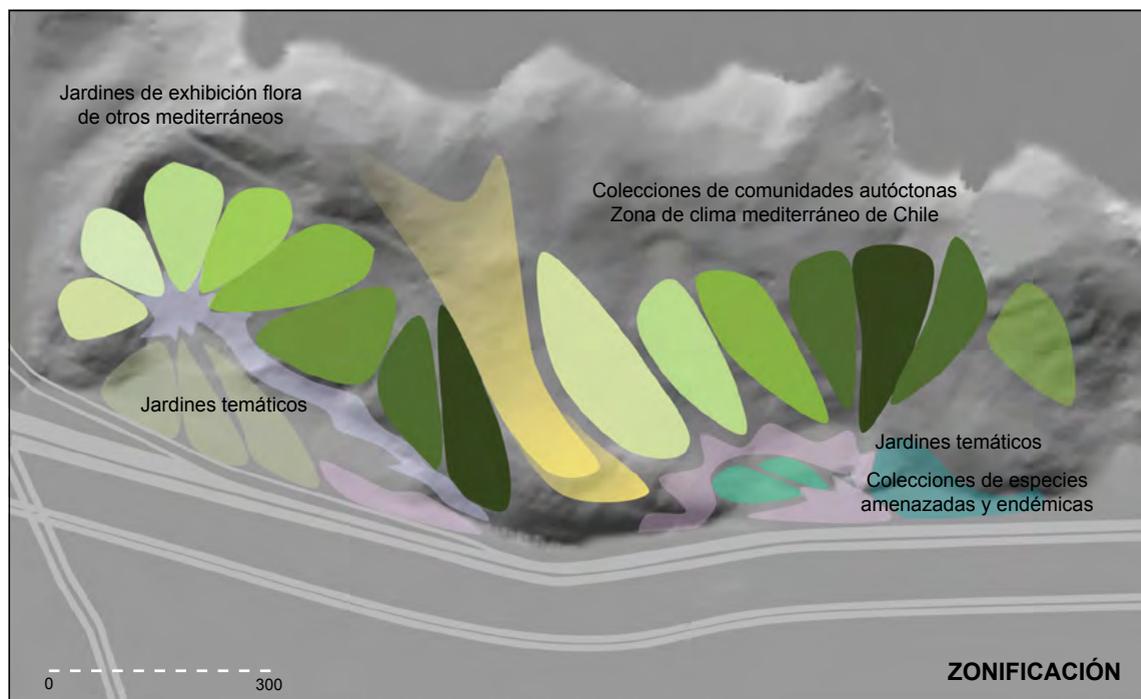


Figura 2. Plan Maestro J.B. Chagual. Zonificación.

comunidades nativas que incluirá se encuentran los bosques: Caducifolio Maulino y Roble de Santiago; Húmedo de Belloto Peumo; esclerofilo de Peumo Boldo y Litre Quillay; Espinoso; Subandino de Frangel y Ciprés de la Cordillera, y el Matorral de Laderas Ecuatoriales, dando primacía a las especies endémicas y en categoría de conservación (Figura 2).

Estas comunidades serán establecidas como colecciones destinadas a demostrar y desarrollar temas de investigación, conservación y educación que son parte de los objetivos del jardín botánico. Para tal efecto, con posterioridad al Taller de Colecciones, el mismo grupo de trabajo definió los componentes y lugares de colecta para cada una de ellas (Figura 3a, 3b, 3c y 3d).

#### LA COMUNIDAD LITRE - QUILLAY - PALMA

Es uno de los componentes principales del bosque esclerofilo; conformado por árboles y arbustos altos, con densidad y fisonomía heterogénea (bosque y matorral). Se encuentra tanto en la pre cordillera andina como en la cordillera de la Costa, destacando una composición variable de acuerdo con el patrón de exposiciones a la radiación solar (Gajardo

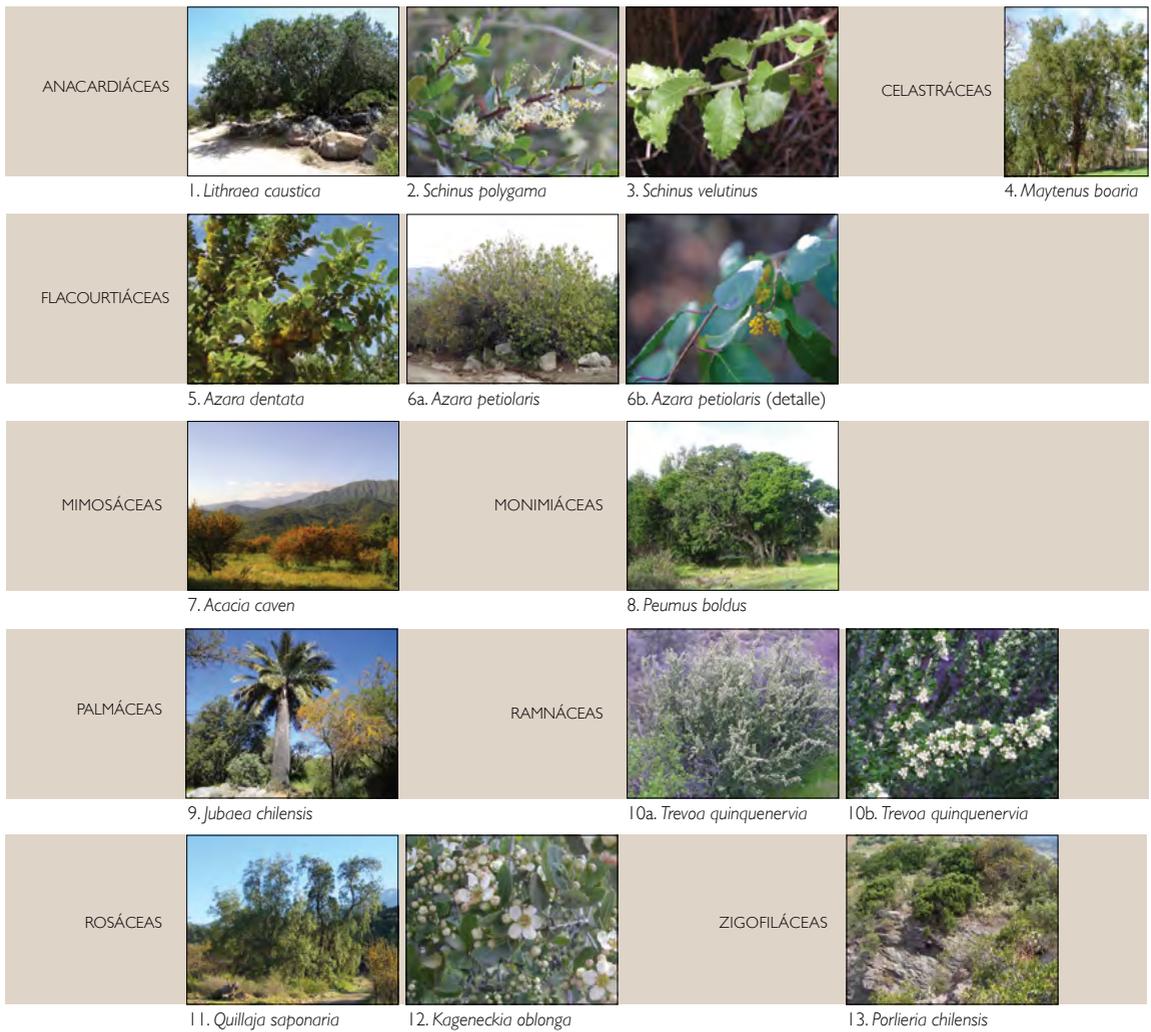
1995). La forma andina se encuentra típicamente dominada por *Lithrea caustica*, *Quillaja saponaria* y *Kageneckia oblonga*, en el estrato arbóreo. Como arbustos dominan *Retanilla trinervia* y *Cestrum parqui*. Y en el estrato herbáceo se encuentra principalmente *Melica* sp. y *Nassella chilensis*. Una característica notoria de la flora de estas comunidades es la presencia de numerosas especies y géneros de geófitas endémicas (Teillier, 2003). La variada composición florística presenta predominancia de elementos neotropicales y gondwánicos (Elórtegui & Moreira-Muñoz, 2009). En las zonas costeras, la comunidad se asocia con *Jubaea chilensis* (Luebert & Plissock, 2006).

El lugar de colecta definido para desarrollar esta comunidad es el Parque Nacional La Campana.

#### LA PALMA CHILENA, DE LA INDEPENDENCIA AL BICENTENARIO

*Jubaea chilensis*, árbol símbolo y elemento distintivo de la comunidad Litre-Quillay-Palma, ha sido admirada y descrita por cronistas, naturalistas y viajeros como Alonso de Ovalle, Juan Ignacio Molina, Charles Darwin, Marianne North y Benjamín Vicuña Mackenna.

ÁRBOLES



PASTOS

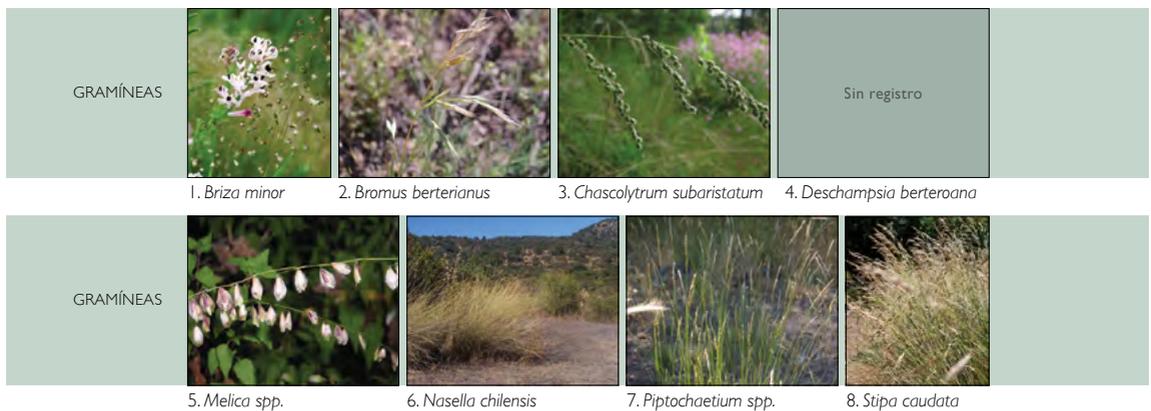


Figura 3a. Especies que conforman la comunidad Litre-Quillay-Palma ordenados por forma de crecimiento y familia. Árboles y pastos.

## ARBUSTOS

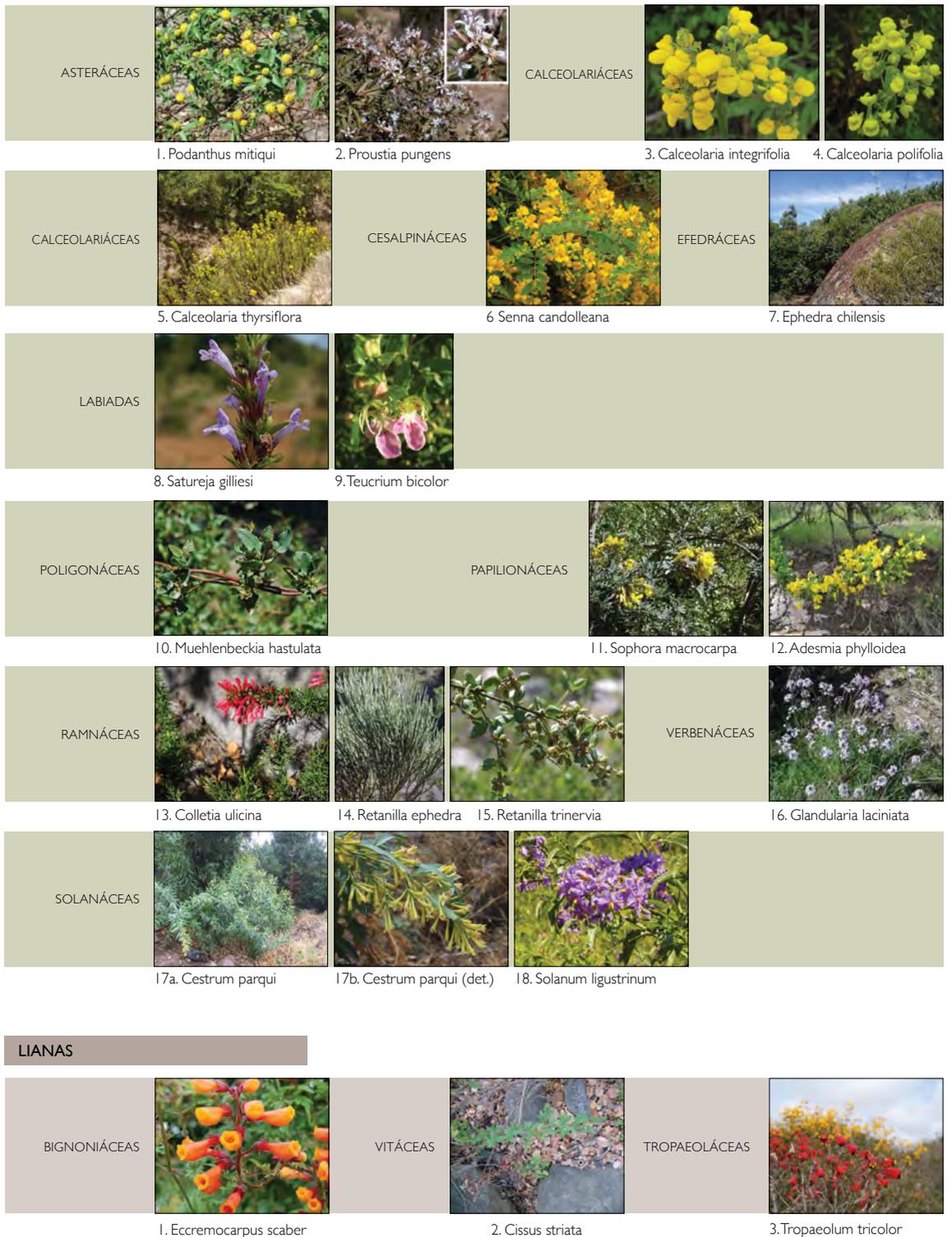
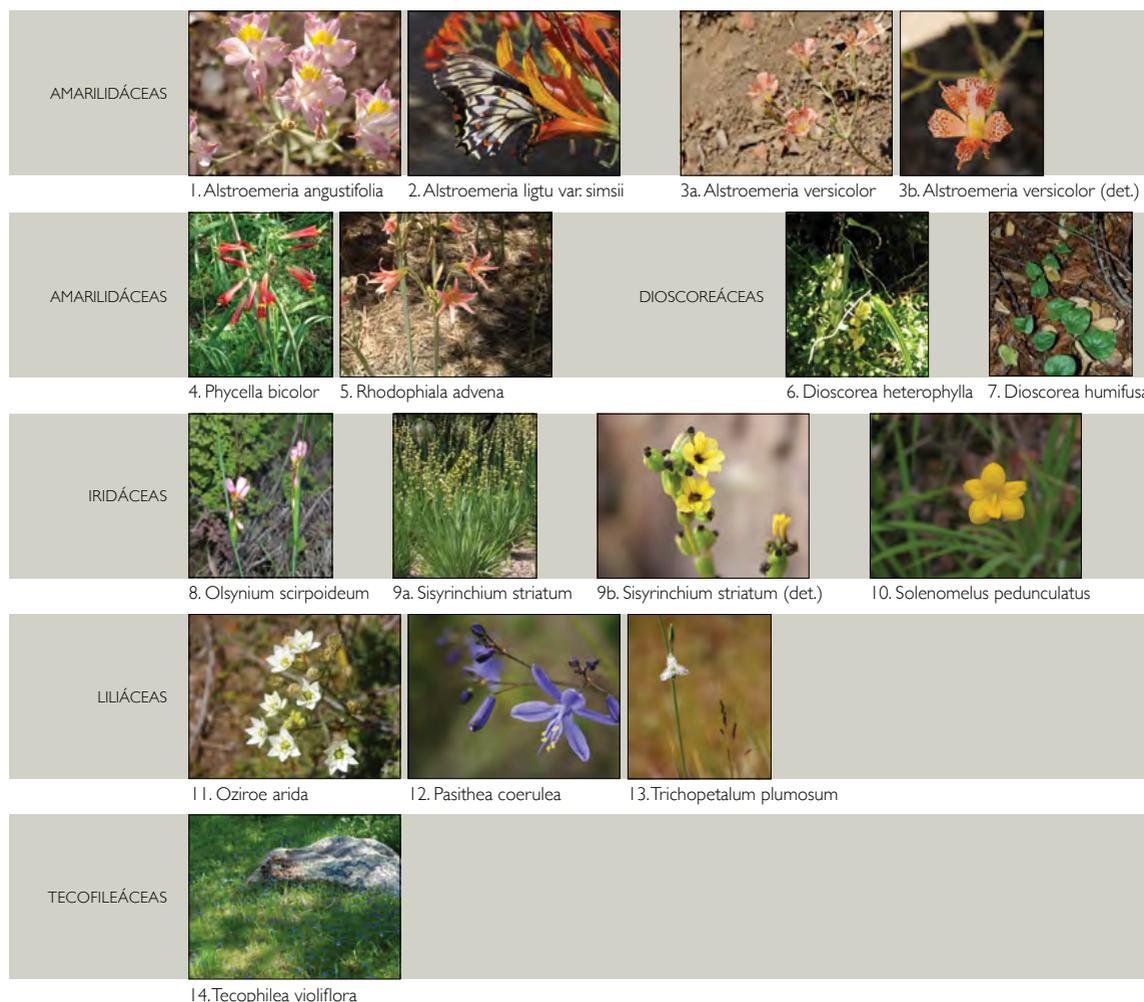


Figura 3b. Especies que conforman la comunidad Litre-Quillay-Palma ordenados por forma de crecimiento y familia. Arbustos y lianas.

**HIERBAS BULBOSAS**



**HIERBAS PERENNES, SIN BULBOS**



Figura 3c. Especies que conforman la comunidad Litre-Quillay-Palma ordenados por forma de crecimiento y familia. Hierbas.

HIERBAS PERENNES, SIN BULBOS

GERANIÁCEAS



21. *Geranium berterianum*

LABIADAS



22. *Stachys albicaulis*



23. *Stachys grandidentata*

TECOFILÉACEAS



24. *Conanthera bifolia*



25. *Conanthera campanulata*



26. *Conanthera trimaculata*

UMBELÍFERAS



27. *Asteriscium chilense*

HIERBAS ANUALES

ASTERÁCEAS



28. *Chaetanthera moenchoides*



29. *Chaetanthera linearis*



30. *Madia chilensis*

LOASÁCEAS



31. *Loasa tricolor*



32. *Loasa triloba*

ONAGRÁCEAS



33. *Clarkia tenella*

POLEMONIÁCEAS



34. *Collomia biflora*

SOLANÁCEAS



35. *Schizanthus pinatus*

UMBELÍFERAS



36. *Homolocarpus dichotomus*

Figura 3d. Especies que conforman la comunidad Litre-Quillay-Palma ordenados por forma de crecimiento y familia. Hierbas.

Refiriéndose al palmar de Ocoa, este último escribe: “Debe tener la misma extensión del palmar de Cocalán. Son esos dos paisajes únicos en Chile y tal vez en el mundo. Crecen las palmas por millares en el plano de la quebrada, como gigantescos batallones de silenciosos guerreros formados en cuadros o esparcidos en guerrilla en las laderas. Reposan los titanes sobre sus armas la gloria y la fatiga de haber vencido los siglos que fueron, prontos para afrontar el combate de los siglos por venir. Llamen en Ocoa La Gloria a uno de esos cuadros que mide ocho cuadas en contorno, porque la feliz imaginación del vulgo suele concebir el remedo del cielo, al paso que a una inaccesible quebrada dándole por contraposición el nombre de El Infierno. En cuanto a su número, los vaqueros y los pájaros sólo lo saben” (Vicuña Mackenna, 1877).

En el primer Diccionario Geográfico de Chile, Astaburuaga registra “Las Palmas”, al norte de Curicó, en la cercanías de Comalle y El Portezuelo de Las Palmas en Tilama, como lugares donde existían interesantes “manchas de árboles de esta especie” (Astaburuaga, 1899).

Actualmente, las formaciones con *Jubaea chilensis* están restringidas a la vertiente norte del Parque Nacional La Campana, la Reserva Cocalán y El Salto, con 62.000, 30.000 y 6.500 plantas adultas respectivamente (Elórtégui & Moreira-Muñoz, 2009).

La medalla conmemorativa de la Independencia que se acuñó en 1810 constituye un notable reconocimiento a la palma chilena como un elemento vernáculo distintivo de nuestro paisaje (Figura 4).

## PROYECTO DE COMPENSACIÓN GERDAU AZA. PLANTACIÓN 2010

En 2010, año del Bicentenario, surge la oportunidad de realizar la primera plantación del JB Chagual mediante un proyecto de compensación de emisiones de la empresa siderúrgica Gerdau Aza. Presentado a CONAMA en asociación con la ONG CULTIVA, este proyecto que incluye una mantención por 5 años, se aprueba y ejecuta ese mismo año (proyecto ORD. EVYSA N° 2508/2010 Área de Descontaminación Atmosférica y Área de Recursos Naturales y Ordenamiento Territorial de CONAMA R.M.).

La relación de estos acontecimientos y el valor de la palma chilena como símbolo identitario de la nación llevan a elegir la comunidad Litre-Quillay-Palma como plantación inicial del Jardín Botánico.



Figura 4. Medalla conmemorativa de la Jura de la Independencia de Chile, la palma es el motivo central de una de sus caras.

## PLAN DE PAISAJE COMUNIDAD LITRE - QUILLAY - PALMA

El modelo de referencia para desarrollar el proyecto de paisaje de la comunidad Litre –Quillay-Palma es el ambiente y la vegetación existente en la vertiente norte del Parque Nacional La Campana.

La estrata arbórea y arbustiva se conforma por una masa de especies siempreverdes de mediana altura con dominancia de *Lithrea caustica*, *Quillaja saponaria* y *Schinus molle* en la que destaca *Jubaea chilensis*, que aporta verticalidad en el conjunto del paisaje. Especies acompañantes como *Acacia caven* y *Senna candolleana* enriquecen la composición mediante la densidad y colorido de su floración. (Figura 5 y 6).

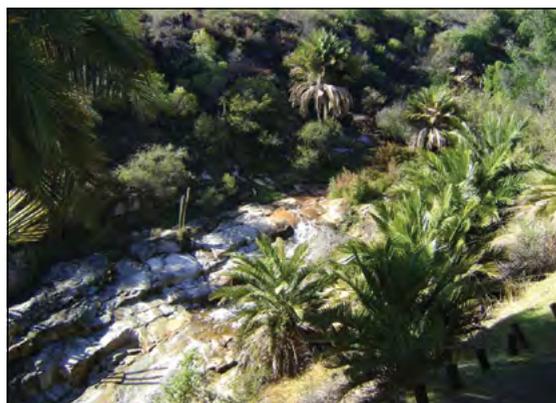


Figura 5a. Palmas en Parque Nacional La Campana.



Figura 5b. Palmas de Ocoa. Especies representativas de la comunidad Litre-Quillay-Palma así como de los ecotonos.

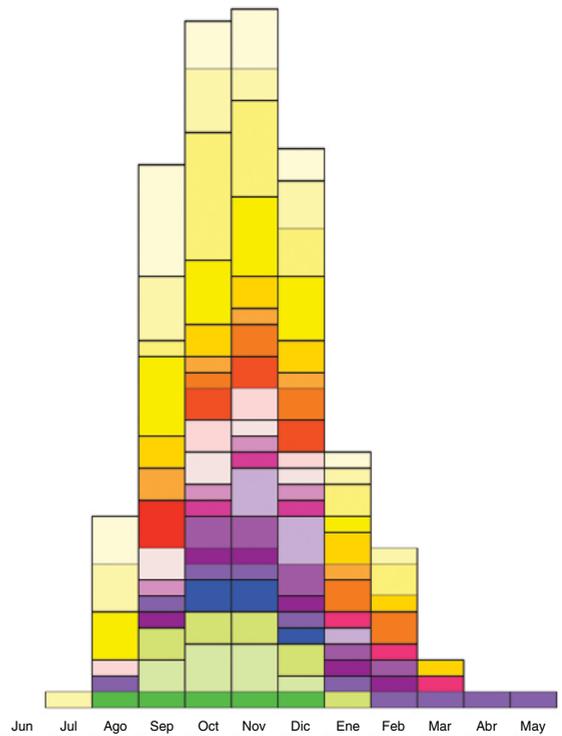


Figura 6. Diagrama representativo del colorido que presentará la comunidad Litre-Quillay-Palma a través del año.

La cubierta herbácea es muy rica y presenta grandes variaciones a través del año. Está conformada por un conjunto de geófitas, hierbas perennes, anuales, bianuales y gramíneas, las que desaparecen y rebrotan estacionalmente con mayor o menor intensidad de acuerdo a las lluvias. Esta condición imprime un carácter singular a la comunidad identificándose una relación dialogante entre la cubierta del suelo y la masa arbórea.

Con las primeras lluvias, entre mayo y junio brota un pasto verde, brillante y homogéneo que contrasta y destaca el follaje de las especies siempreverdes y la estructura de los árboles y arbustos caducos. Entre agosto y noviembre el color de las flores toma posesión del suelo, creándose sucesivas manchas, ritmos y espacialidades diferenciadas en cuanto a forma, textura y color: añañucas rojas y erguidas, tenues y gráciles azulillos, extensas cubiertas blancas de huillas y lágrimas de la virgen o amarillas y color fucsia del *Oxalis*. Cerrando el ciclo, brillantes y delicadas alstroemerias destacan en las laderas. El inicio del verano marca un cambio en la superficie del suelo, imponiéndose un nuevo contraste entre el color amarillo pajizo de las hierbas secas y los matices verdes del follaje.

La densidad de cobertura oscila entre un 40 y 90% dando lugar a zonas abiertas, ventiladas, soleadas, o más abigarradas con menor iluminación y visibilidad.

Como una forma de integrar los componentes de la comunidad Litre-Quillay-Palma con las futuras comunidades adyacentes, se identifican las especies representativas de los ecotonos. El encuentro con el bosque espinoso integra *Aristeguietia salvia* como elemento diferencial y constante (Elórtiguei & Moreira-Muñoz, 2009), la continuidad con la comunidad Litre-Quillay se marca con *Escallonia pulverulenta*.

### EL PLAN MAESTRO Y LA COMUNIDAD LITRE - QUILLAY - PALMA

Esta comunidad ocupa una superficie de 3,26 ha., equivalentes al 16% de la superficie destinada a las comunidades autóctonas (Figura 7).

#### Levantamiento de la vegetación existente

El 65% de la vegetación existente en el sitio del JBCh corresponde a especies exóticas (Iturriaga *et al.* 2004). El levantamiento del sitio da cuenta de una superposición de plantaciones e intervenciones realizadas en distintas épocas, sin un ordenamiento o planificación explícita y especies propagadas por agentes naturales, encontrándose una apreciable diversidad de plantas tanto nativas como introducidas. Al

mismo tiempo es posible apreciar remanentes de la vegetación original, principalmente la estepa de *Acacia caven*. En relación a esta vegetación, se aplicaron los siguientes criterios:

- Preservación de las especies nativas coherentes con el desarrollo de la comunidad Litre-Quillay-Palma (*Acacia caven*).
- Valorización de individuos nativos adultos (bosquete de *Cryptocarya alba*) que no forman parte de la asociación Litre-Quillay-Palma.
- Extracción de especies invasoras, introducidas y en malas condiciones fitosanitarias.
- Extracción de especies nativas de menor tamaño que no forman parte de esta asociación.
- Valorización de la estrata herbácea asilvestrada, fuente de alimentación de numerosos polinizadores que se encuentran en el sitio, especialmente una sorprendente diversidad de abejas, encontrándose 42 especies nativas y abarcando las cinco familias de abejas presentes en el país (Montalva, 2010).

#### Localización en relación a la gradiente de humedad y la altitud

En la naturaleza las especies se localizan en distintos niveles de altura y gradientes de humedad. El proyecto propone representar esta tendencia. En congruencia con ello *Kageneckia oblonga* se ha ubicado en la parte más alta del terreno y *Jubaea chilensis* en quebradas o hendiduras señaladas por la presencia de humedad natural.

- JARDINES HOMOCUCLIMÁTICOS
1. Sudáfrica
  2. Australia
  3. California
  4. Mediterráneo Europeo
  5. Jardín de las Convergencias
- COMUNIDADES NATURALES DE CHILE CENTRAL
6. Roble de Santiago y Roble Maulino
  7. Ciprés de la Cordillera
  8. Bosque espinoso de transición
  9. Bosque espinoso
  10. Matorral de ladera norte
  11. Jardín de Cactus y Suculentas
  12. Litre-Quillay con Palma
  13. Litre-Quillay
  14. Peumo-Boldo
  15. Subandino de Frangel
  16. Bosque húmedo Belloto-Peumo
  17. Peumo-Boldo
  18. Litre-Quillay
  19. Espinoso
- JARDINES TEMÁTICOS
20. Jardín Filogenético
  21. Botánica Económica
  22. Jardín del Descubrimiento
  23. Jardín de los Exportadores
  24. Endémicas
  25. Amenazadas
  26. Botánica Indígena

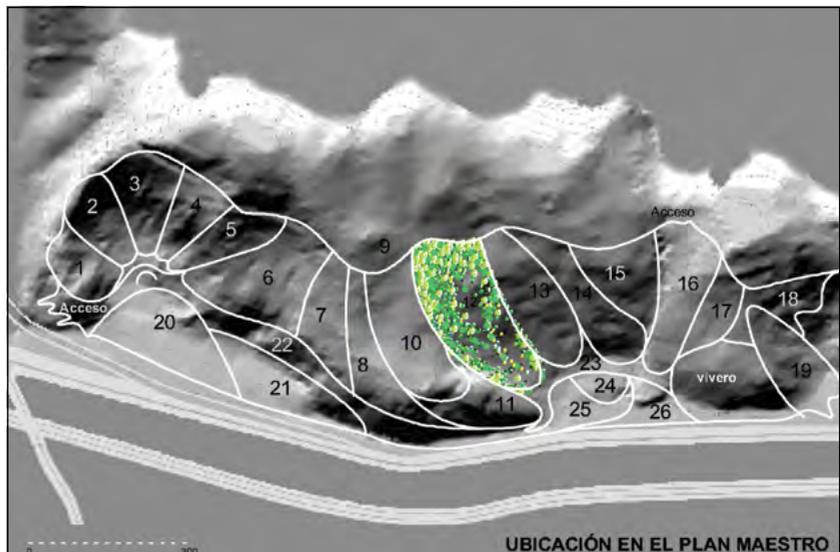


Figura 7. Plan Maestro. Ubicación de la Comunidad Litre-Quillay-Palma en el plan general.

La cantidad de ejemplares por especie se definió con base a proporciones ideales entre árboles, arbustos y hierbas. La presencia en terreno de algunas especies integrantes como *Maytenus boaria*, *Acacia caven*, *Trevoa quinquenervia* hizo variar estas proporciones.

Buscando representar la variabilidad espacial observada en la naturaleza durante la realización del Plan Maestro se determinaron diferentes distancias de plantación, conformándose áreas abiertas con amplia perspectiva visual y otras más contenidas y protegidas. La distribución de las especies ha considerado la relación de estas con la luz, creándose asociaciones para bordes, de umbría, o de pleno sol.

### **Demarcación de los límites y Sistema de recorridos**

Siguiendo los lineamientos del Plan Maestro se establecieron los límites del terreno asignado a la comunidad Litre Quillay Palma y se demarcaron los 4 caminos de recorrido transversal, que la conectan en dirección Oriente Poniente con las demás comunidades. El sistema de caminos crea una red continua y diversificada para peatones. Se concibe como un elemento vinculante, a la vez que ofrece posibilidades de crear situaciones diferenciadas como puntos de interés o de identificación de lugares con ciertos elementos cualitativos, que dan carácter. Se conforman zonas abiertas y más asoleadas, o sectores más recogidos, con diversidad de colorido, destacando las características de cada una de las especies.

Por otra parte en la construcción de elementos arquitectónicos como senderos, pircas o terrazas se recurrirá a la materialidad existente en el lugar, como piedras o material reciclado de cortas o podas.

### **Levantamiento topográfico**

El plano topográfico refleja la diversidad del relieve y proporciona información para proyectar las asociaciones y agrupaciones de las especies típicas de esta comunidad en el lugar más adecuado. La permanencia o escurrimiento de las aguas lluvias, las hendiduras y quebradas o lomajes degradados determinan el tipo de vegetación existente. Por ejemplo, la masiva presencia de plantas introducidas invasoras como la zarzamora o nativas como el maitén en zonas que guardan humedad y plantas nativas colonizadoras como el tralhuén en lomajes degradados, son indicativos de la estrecha relación entre la morfología del

suelo y clima, elementos básicos en la conformación del paisaje. (Figura 8).

### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno consideró las siguientes actividades:

- Extracción de especies invasoras como *Acacia dealbata* (aromo común), *Acacia melanoxylon*, *Crataegus oxyacantha*, *Rubus* sp. (zarzamora) y otras especies incompatibles con el desarrollo de la flora nativa como *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*.
- Limpieza general: remoción de árboles caídos y ramas secas
- Desmalezamiento
- Acopio de material vegetal
- Formación de terrazas y explanadas para la contención del terreno utilizando el material extraído.
- Instalación de matriz y tendido de riego
- Demarcación y ejecución de sendero peatonal
- Elaboración de compost para enriquecer el suelo
- Elaboración de chip para cubrir los senderos

### **Plantación**

Las colecciones vivas se mantienen junto con datos e información científica asociada a cada espécimen, lo que sirve de referencia para estudios taxonómicos y otros. El manejo de las colecciones vivas exige la creación de un registro de las plantas lo que implica la creación de una base de datos que integre y unifique las diferentes entradas por las que puede ingresar un ejemplar al sistema mediante la asignación de una accesión o número único por espécimen. Así, un ejemplar puede tener un seguimiento en el vivero, o en la etiqueta que lleva su nombre y se fija junto a la planta, en terreno. Excepción de las palmas, las especies arbóreas y arbustivas que conforman la colección comunidad LQP se obtuvieron de semillas que fueron recolectadas siguiendo protocolos recomendados por el proyecto de conservación de semillas INIA KEW y cultivadas en el vivero del JB Chagual. Las accesiones se registran en el BG Recorder, base de datos utilizada por los jardines miembros de Botanic Gardens Conservation International (BGCI).

Al momento de la siembra los contenedores se rotulan con el nombre científico y el número de accesión con que se ingresó el taxon. Previo a la plantación se elaboraron las

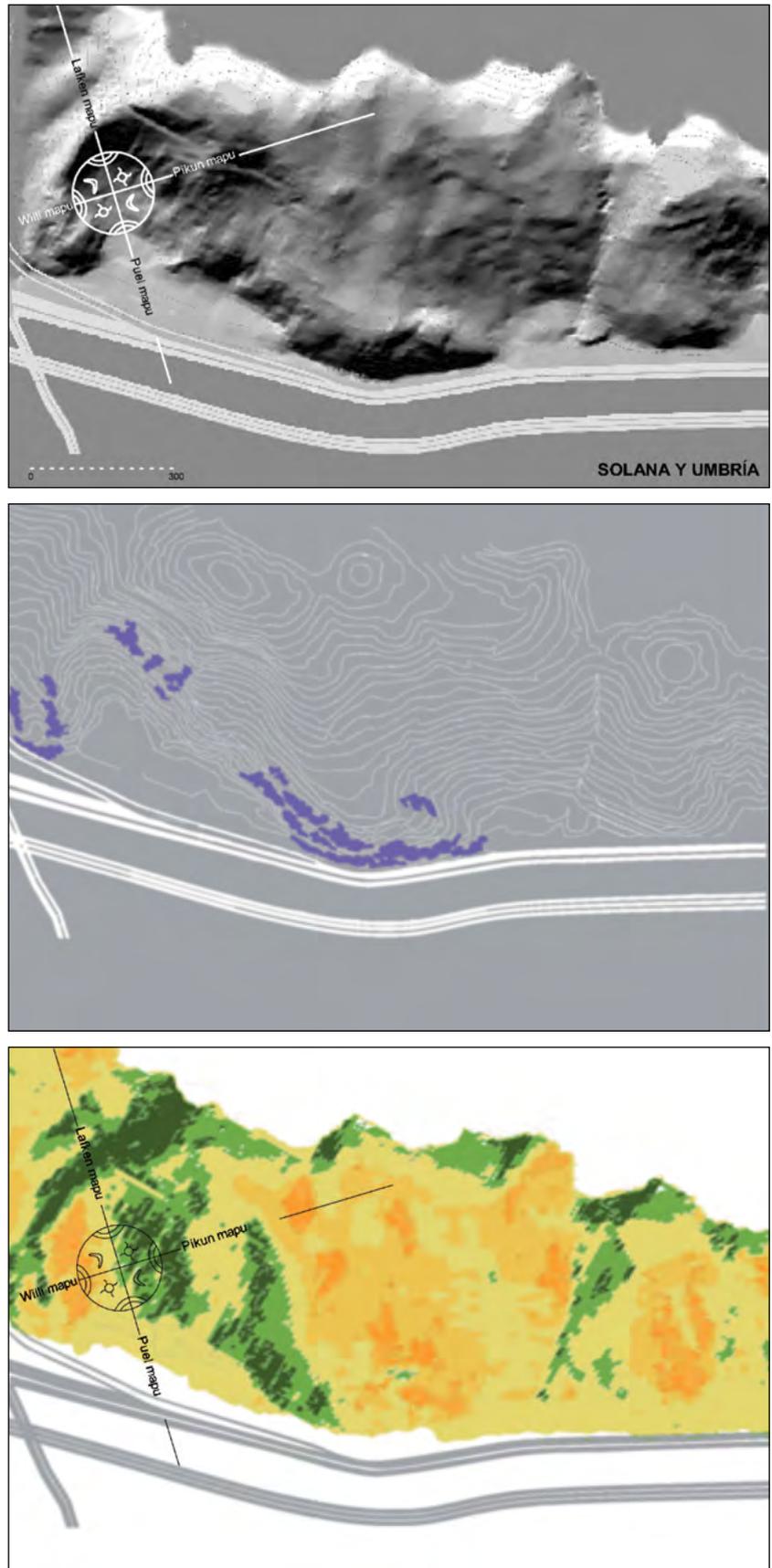
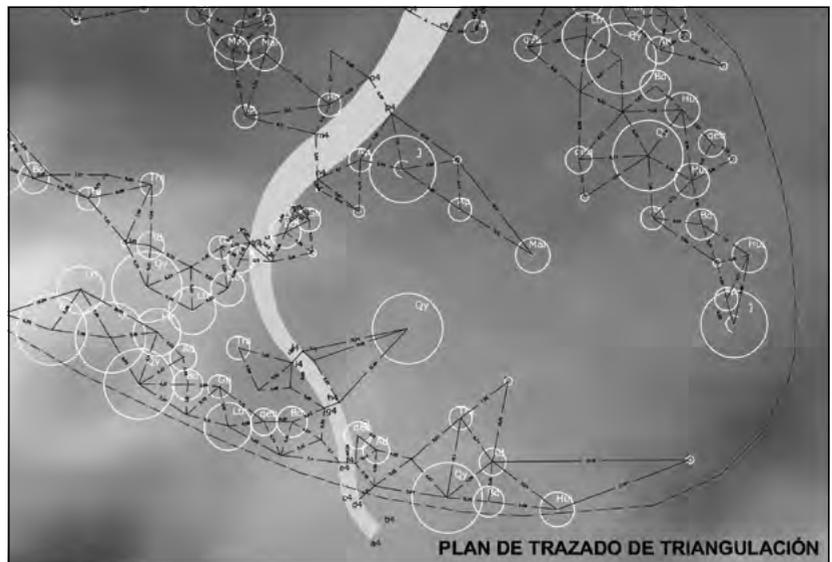
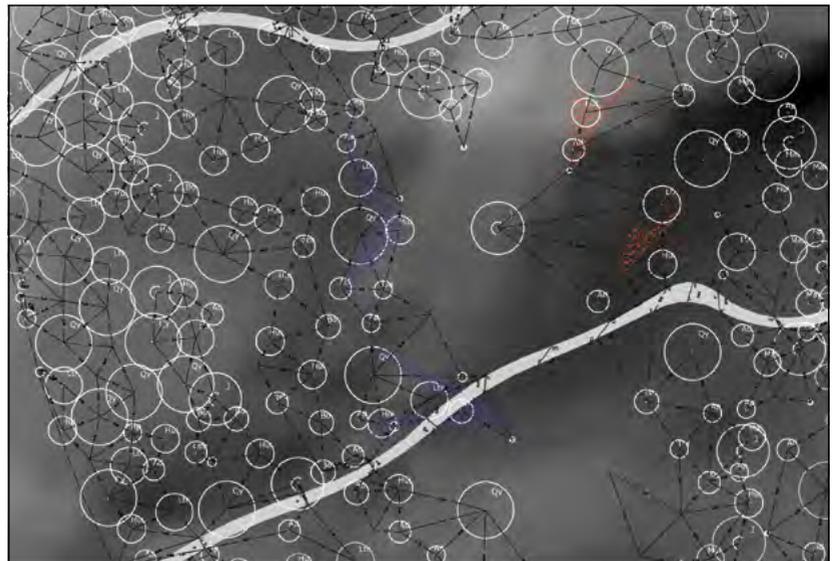
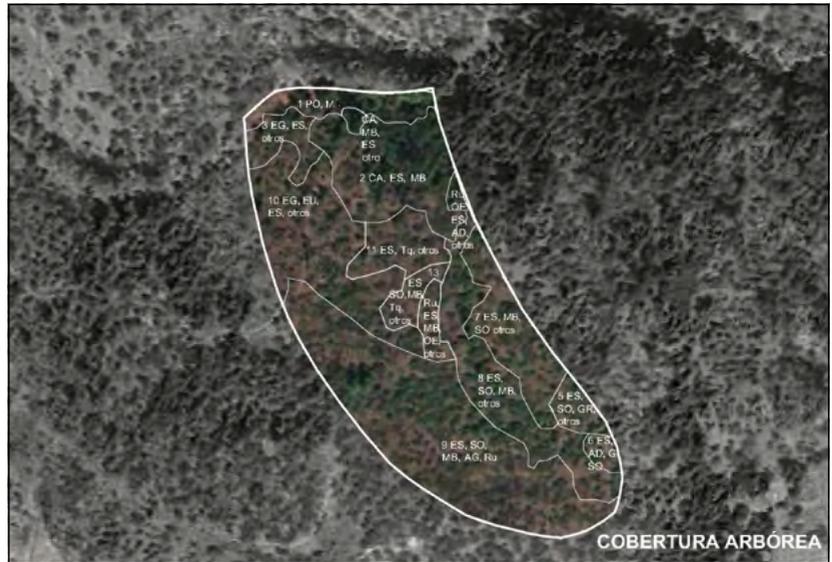
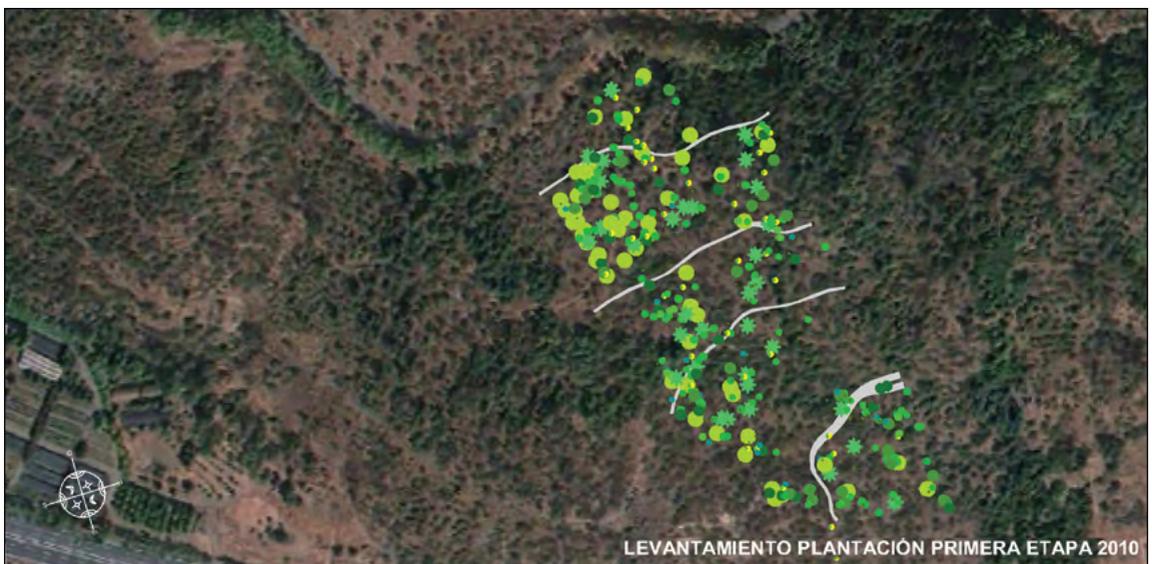
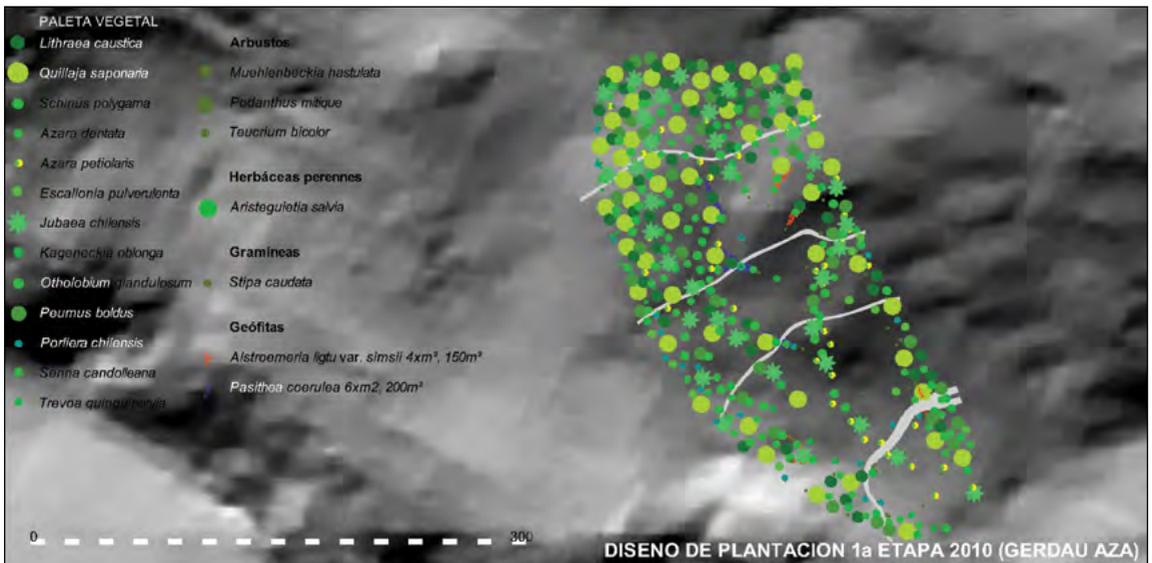
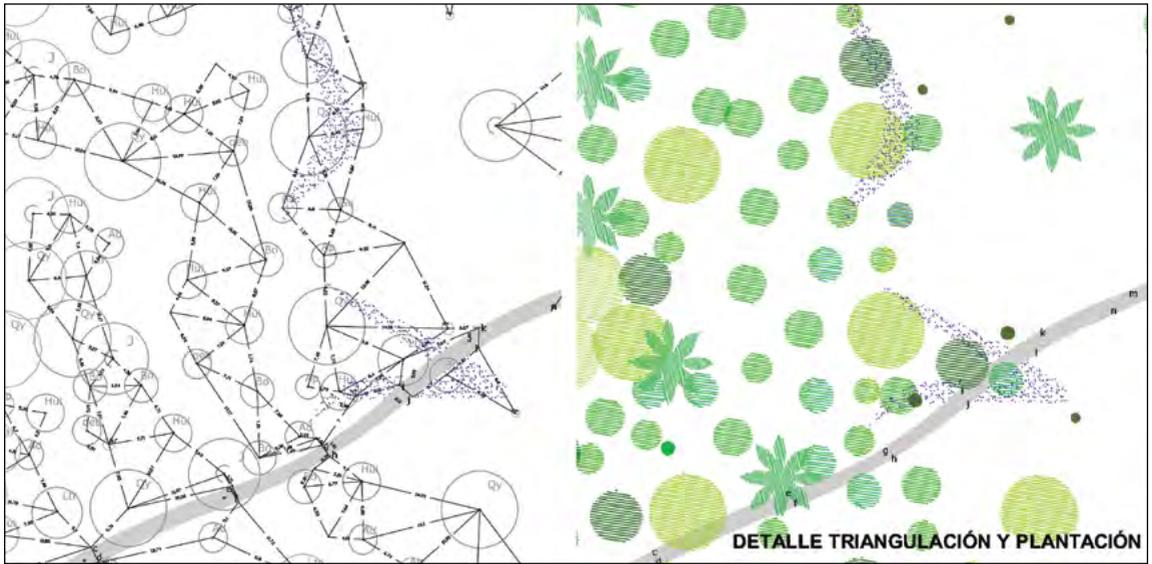


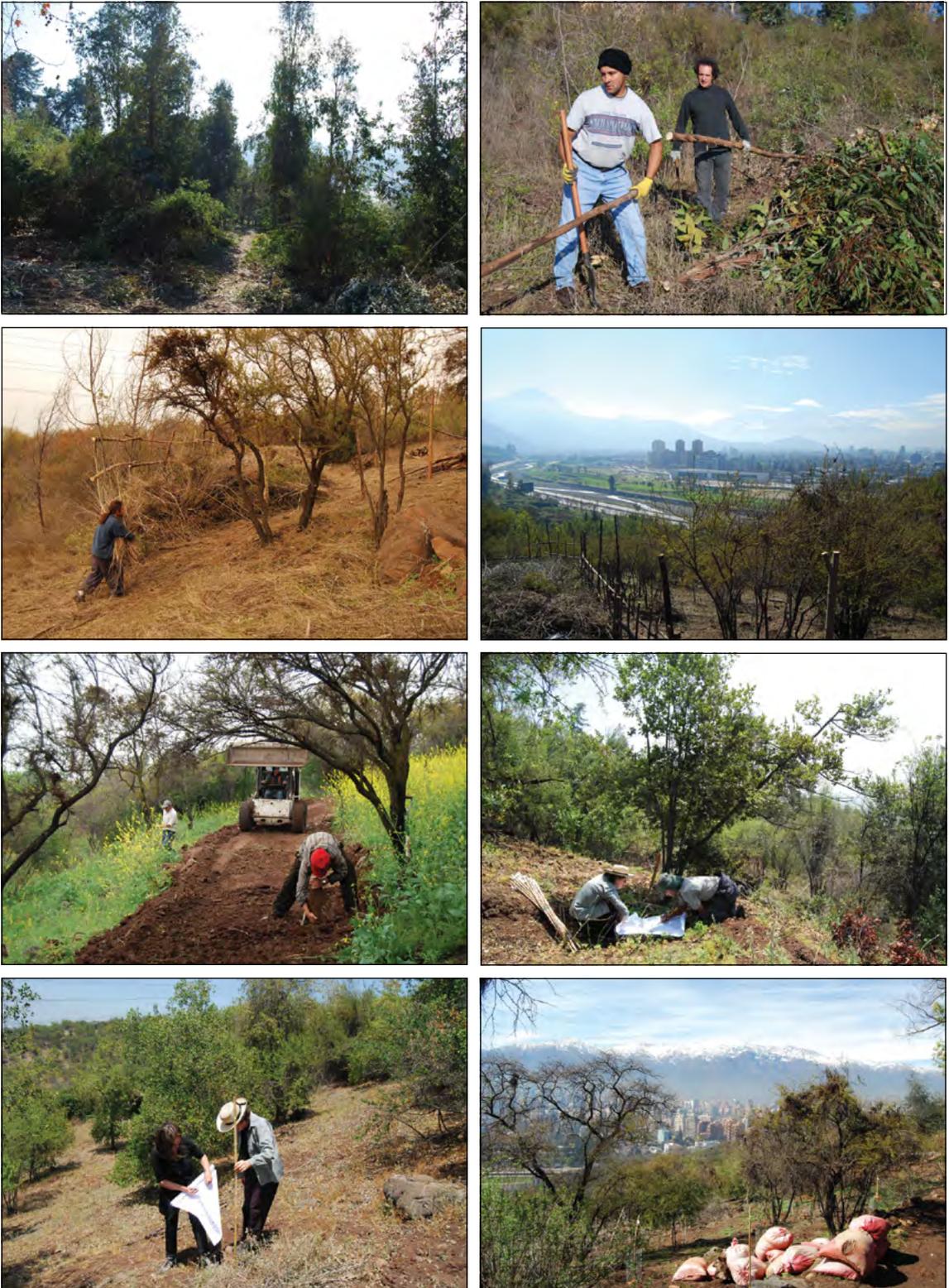
Figura 8. Plan Maestro. Planos de Solana y Umbría. Topografía y Rocas. Micro-orientaciones.

- SIMBOLOGÍA  
 AD *Acacia dealbata*  
 AG *Acacia saligna*  
 CA *Cryptocarya alba*  
 EG *Eucalyptus globulus*  
 ES *Acacia caven*  
 GR *Grevillea robusta*  
 MB *Maytenus boaria*  
 OE *Olea europea*  
 PO *Platanus orientalis*  
 Ru *Rubus ulmifolius*  
 SO *Schinus molle*  
 TQ *Trevoa quinquenervia*



Figuras 9. Planos de paisaje Comunidad Litre-Quillay-Palma. Figuras 10. Detalle de triangulaciones, diseño de plantación 2010 y levantamiento de lo plantado 2011.





**Fig. 11.** Preparación del terreno, ubicación de las colecciones vivas y plantación.

etiquetas que contienen los datos de la accesión y el código que se les asignó en el plano de triangulaciones. Completando el procedimiento, estos mismos datos se inscribieron en estacas y se ubicaron en el sitio de plantación, marcando las hoyaduras donde debía establecerse cada uno de los especímenes (ver Figuras 9, 10 y 11).

Para favorecer el arraigamiento o consolidación de la comunidad en su conjunto se consideró necesario seguir una pauta de sucesiones en el establecimiento de las especies. La plantación se inició con los árboles y los arbustos, estructuralmente más resistentes para adaptarse al medio y con capacidad de conformar un nicho apropiado para el desarrollo de especies de menor tamaño y con diversos requerimientos. Esta característica de las leñosas coincide con las exigencias de selección de especies definidas para los planes de compensación de emisiones de material particulado.

Especies plantadas en 2010: *Lithraea caustica*, *Quillaja saponaria*, *Schinus polygama*, *Azara dentata*, *Azara dentata*, *Azara petiolaris*, *Escallonia pulverulenta*, *Jubaea chilensis*, *Kageneckia oblonga*, *Maytenus boaria*, *Peumus boldus*, *Porlieria chilensis*, *Senna candolleana*, *Trevoa quinquenervia*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Podanthus mitique*, *Alstroemeria ligtu* var. *simsii*, *Pasithea coerulea*, *Aristeguetia salvia*, *Stipa caudata*.

Considerando su lento crecimiento y con el fin de conservar una mayor variabilidad genética, 15 ejemplares de *Jubaea chilensis* de 10 años fueron adquiridos al vivero de la Fundación para la recuperación y fomento Palma Chilena, en la Reserva Ecológica Oasis de la Campana, Ocoa. Y se recibió la donación de otros 20, de 15 años de edad, provenientes de Parque Nacional Palmas de Cocalán.

## CONSIDERACIONES FINALES

El Proyecto de compensación asumido por Gerda Aza considera 5 años de mantención. Con este propósito se realizó un diagnóstico y se definieron las actividades culturales relacionadas con el proceso de consolidación de la comunidad Litre-Quillay-Palma, principalmente: riego, fertilización y reposición de individuos, así como desmalezamiento, poda, raleo sanitario y la extracción paulatina de las especies vegetales ajenas a esta asociación.

La plantación no pudo obviar la presencia de especies nativas e introducidas preexistentes. Previendo algún

proceso erosivo o afectar la nidificación por una reducción inadecuada o acelerada de la cobertura, se determinó el reemplazo gradual de la vegetación en un plazo de cinco años. Como puede observarse en el levantamiento de la figura 10, las especies preexistentes impidieron la correcta ubicación de todas las especies plantadas, situación se irá revertiendo en la medida que se sustituyan.

El prendimiento de lo establecido fue cercano al 80%, las especies con menor capacidad de arraigar fueron *Porlieria chilensis* y *Azara dentata*.

La evolución, potenciación y consolidación de la comunidad Litre - Quillay - Palma del Jardín Botánico Chagual dependerá tanto de la capacidad para establecer sus demás componentes y completarla como del efectivo embate a otros los factores antrópicos y bióticos que inciden en su mantención, especialmente el control del conejo silvestre y la regulación de la práctica de *bicicross*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astaburuaga F. 1899. 1899. Diccionario Geográfico de la República de Chile. Leipzig, Imprenta Brockhaus.
- Elórtegui S & Moreira A. 2009. Parque Nacional La Campana. Orígenes de una Reserva de la biosfera en Chile Central. Taller La Era. Santiago.
- Gajardo R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Chile. 165 pp
- Iturriaga & Mcrostie V. Flora del Jardín Botánico Chagual. Revista Chagual 2: 26 – 36. 2004. Santiago. Chile.
- Luebert F & Plissock P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago.
- Montalva J. J L Allendes & B Castro. Las abejas (*Hymenoptera: Apoidea*) del Jardín Botánico Chagual. Estudio de caso de abejas nativas en zonas urbanas de Santiago de Chile. Revista Chagual 8: 13 – 23. 2010. Santiago. Chile.
- Revista Chagual. Año I, número 1, diciembre 2003.
- Teillier S. Las comunidades vegetales de Chile Central. Revista Chagual 1: 23 – 30. 2003. Santiago. Chile.
- Vicuña Mackenna B. 1877. De Valparaíso a Santiago. Datos, impresiones, noticias, episodios de viaje. Santiago, Imprenta de la Librería del Mercurio.
- Wyse Jackson P S. 1999. Experimentation on a Large Scale – An analysis of the Holdings and Resources of Botanic Gardens. BGC News vol 3 (3) December 1999. Botanic JGardens Conservation International, U. K.

---

## CRÉDITOS DE PLANOS Y FOTOGRAFÍAS

---

**Figura 1.** Plano de ubicación, Constanza Valenzuela.

**Figura 2.** Plan Maestro JB Chagual, SEREX, PUC. Arquitectos y paisajistas: Cristina Felsenhardt, Hans Muhr y Juana Zunino.

**Figura 3.** Fotografías por autor. Andrés Moreira, árboles 2, hierbas 3; Antonia Echenique, árboles 4; Constanza Valenzuela, árboles 11, 12, 13, arbustos 2, 17a, 17b, gramíneas 6; Francisca Prieto, árboles 6a, 6b, hierbas 9a, 9b; Internet, arbustos 5, 8, 12, 16, gramíneas 3, 4, trepadoras 1, hierbas 22, 34; Juana Zunino, árboles 1, 7, 9, arbustos 1, trepadoras 2, hierbas 33; Liliana Iturriaga, hierbas 32; Mario Carreño, hierbas 2; Mónica Musalem, árboles 5; M. Victoria Legassa, árboles 9, 10a, 10b, arbustos 3, 4, 5, 6, 10, 13, 14, gramíneas 1, 5, 8, 3, hierbas 4, 12, 13, 17, 18, 23, 24, 31, 35; Piera Sartori, arbustos 9, 11, 18, hierbas 14, 15, 25, 30; Sebastián Teillier, arbustos 7, 15, gramíneas 2, 7, hierbas 1, 5, 8, 10, 11, 16, 19, 20, 21, 26, 27, 28, 29; Diego Alarcón, hierbas 6, 7.

**Figura 4.** Revista Museos N° 28, Año 2009. DIBAM, Chile.

**Figura 5.** Fotografías de especies de Ocoa, Juana Zunino.

**Figura 6.** Diagrama color floración Comunidad Litre-Quillay-Palma. Juana Zunino & M. Victoria Legassa

**Figuras 7 y 8.** Planos. Plan Maestro JB Chagual, SEREX, PUC. Adaptación dibujos, Constanza Valenzuela.

**Figuras 9 y 10.** Planos paisaje Comunidad Litre-Quillay-Palma, Constanza Valenzuela.

**Figura 11.** Fotografías del sitio, M. Victoria Legassa.

---

# Aroma floral como nuevo atributo para *Alstroemeria*: evaluación de nuevas líneas aromáticas de *A. caryophyllaea*

Danilo Aros Orellana

Departamento de Producción Agrícola  
Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile  
danilosw@gmail.com

---

## EL GÉNERO ALSTROEMERIA Y EL DESARROLLO DE NUEVAS VARIEDADES

El género *Alstroemeria* fue descrito por Linneo en 1762; y aunque en un principio autores como Herbert en 1837 y Baker en 1888 lo clasificaron dentro de la familia Amaryllidaceae, actualmente se considera de la familia Alstroemeriaceae establecida por Dumortier en 1829. El género *Alstroemeria* comprende alrededor de 60 especies descritas, es nativo de Sudamérica y se identifica a Chile (49 taxones) y Brasil (39 taxones) como los principales centros de biodiversidad (Bayer 1987, Muñoz & Moreira 2003). Debido a sus atractivas flores y su amplia biodiversidad, fue mejorado genéticamente para su uso ornamental en Europa, y luego en Japón y Estados Unidos.

Las primeras variedades se obtuvieron a partir de híbridos de *A. ligtu*. Sin embargo, para su uso ornamental, las especies nativas presentan problemas de dormancia y poscosecha (Bridgen *et al.* 2009). Por tal razón, se comenzaron a utilizar diversas especies, tanto chilenas como brasileñas, para obtener nuevas variedades con mejor aptitud para la poscosecha, así como más productivas; es decir, en floración durante más tiempo.

Se han utilizado diversas técnicas para el mejoramiento genético, comenzando con la inducción de mutaciones

con rayos X (Broertjes & Verboom 1974) y luego rayos gamma (Przybyla 1992, 2000), poliploidización mediante colchicina (Takayuki 1999, Bridgen *et al.* 2009) y principalmente mediante cruzamientos interespecíficos (Buitendijk *et al.* 1995, Kristlansen 1995, Burchi *et al.* 1997, Lu & Bridgen 1997).

Actualmente la alstroemeria es reconocida como una de las principales flores de corte en el mercado mundial (Kamminga 2008), y su uso se ha ampliado, además, a planta de maceta y jardín. Sin embargo, este proceso de mejoramiento genético y posicionamiento en el mercado mundial ha considerado tradicionalmente como criterios de selección caracteres convencionales como color y tamaño de flor, productividad, adaptabilidad a distintos ambientes y vida poscosecha. Así se han ido generando variedades con una base genética y fenotípica bastante estrecha (Aros *et al.* 2006), carentes de algún atributo distintivo.

## EL AROMA, UN ATRIBUTO SENSORIAL DE LAS FLORES

El aroma floral posee diversas funciones, la mayoría involucradas en la interacción entre las plantas y su medio ambiente, aunque está bastante definido que su principal función es atraer y guiar polinizadores (Ando

---

*et al.* 2001, Reinhard *et al.* 2004, Dudareva *et al.* 2004, Jürgens *et al.* 2003).

La percepción del aroma floral como un atributo hedónico ha sido desarrollado exclusivamente por el ser humano (Vainstein *et al.* 2001) y se ha estudiado en relación con el efecto sensorial que provocan tanto su composición (Croteau y Karp 1991, Knudsen *et al.* 1993) como su concentración (Burdock 1995). Cultivos como la rosa, la fresa y el liliun se han desarrollado considerando el aroma floral como un caracter distintivo. Distinto es el caso de la alstroemeria, pues no se ha considerado comúnmente el aroma como criterio de selección en programas de mejoramiento genético.

Existen antecedentes, como la complicada heredabilidad y segregación de este carácter (Dudareva *et al.* 1996), o su supuesta correlación negativa con la longevidad de flores (Porat *et al.* 1993), que probablemente expliquen la postergación del aroma como atributo de esta flor. Además, las variaciones de composición e intensidad de la emisión del aroma durante el día (ritmo circadiano) (Loughrin *et al.* 1990, Dudareva *et al.* 2003) y la vida en florero (Dudareva y Pichersky 2000) hacen que este carácter sea difícil de manejar a nivel comercial, desde el punto de vista de la satisfacción del consumidor. Así pues, actualmente existen en el mercado solo dos variedades aromáticas de *Alstroemeria*: *A.* cv. 'Sweet Laura', producto del cruce de *A. aurea* × *A. caryophyllaea* (Bridgen 2008), y *A.* cv. 'Ajax', obtenida a partir de cruzamientos entre *A. caryophyllaea* y otras seis o siete líneas de *Alstroemeria* (Meijles 2008).

## A. CARYOPHYLLAEA, ÚNICA ESPECIE AROMÁTICA DEL GÉNERO

*Alstroemeria caryophyllaea* fue identificada y descrita por primera vez por Jacquin en 1804 y luego por Foster en 1945. Más reciente es el estudio de Assis (2004), quien identificó esta especie como nativa y endémica de Brasil en zonas húmedas y sombreadas de las regiones de Minas Gerais y Río de Janeiro. Sin embargo, en la actualidad es muy difícil apreciar esta especie creciendo en forma silvestre; más bien se encuentra principalmente como cultivo en regiones del sureste de Brasil (Assis 2004).

*A. caryophyllaea* presenta tallos erectos de 0,4 a 0,7 m de altura; hojas resupinadas, elípticas a espatuladas de ápice agudo en tallos vegetativos y lineares a lanceoladas de ápice agudo a acuminado en tallos florales; flores campanuladas, dispuestas en umbelas simples; tépalos externos espatulados con ápice mucronado, tépalos internos espatulados, maculados y con ápice cuspidado, agudo o acuminado; estambres exsertos y filamentos glabros, estigma exserto y estilo glabro (Assis 2004).

El aroma es sin duda el carácter más distintivo de esta especie, siendo la única aromática del género *Alstroemeria*. Estudios previos (Aros *et al.* 2008, Aros 2010) han determinado que ciertos compuestos terpenoides son los principales componentes de su aroma.

Respecto a la fenología de esta especie, el período de floración se ha descrito durante junio y julio en estado



Figura 1.



Figura 2.

silvestre (Brasil) de acuerdo con Assis (2004), aunque Foster (1945) la observó floreciendo durante todo el año, en condiciones favorables, en el estado de Florida, Estados Unidos.

### DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UNA POBLACIÓN F1 DE *A. CARYOPHYLLAEA*

Considerando la importancia de *A. caryophyllaea* como la única fuente conocida de aroma de este género, se produjeron nuevas líneas de esta especie mediante una autopolinización manual con polen recolectado desde anteras maduras sobre pistilos receptivos; es decir, estigmas trífidos con líquido estigmático sobre su superficie (Figura 1).

Las flores polinizadas se mantuvieron a temperatura ambiente; y las semillas, obtenidas 60-75 días después de la polinización, se trataron de acuerdo con Machuca (2006) y luego se sembraron en un invernadero ubicado en el University Botanical and Research Garden de la Universidad de Cardiff (Reino Unido). Las semillas germinadas se trasplantaron individualmente y se identificaron con un código alfanumérico.

La población F1 obtenida se evaluó considerando las características morfológicas (en estado de floración), fenológicas y sensoriales. Todas las evaluaciones se realizaron durante dos períodos de floración (2008/2009 y 2009/2010). Los datos obtenidos se analizaron determi-

nando la desviación estándar (DEVST) y el error estándar (ES). Además se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y, en los casos que mostraron diferencias significativas, un test de separación de medias Tukey's HSD (Honestly Significant Difference) con un nivel de significancia de 0,05 utilizando el programa SPSS 17.0 para Windows.

### RESULTADOS DE LAS NUEVAS LÍNEAS AROMÁTICAS

Diecisiete plantas conformaron la población F1 obtenida, de las cuales 13 presentaron floración al menos una vez durante las temporadas 2008/2009 y 2009/2010. Ninguno de los individuos presentó dormancia y permanecieron con follaje durante todo el período de evaluación (Figura 2).

Si bien la mayoría de los individuos presentaron hojas lanceoladas (8 de 13), también se observaron formas elípticas (DANCAR 005) y lineares (DANCAR 017). Además, los individuos evaluados presentaron una alta variabilidad respecto al tamaño de las hojas (Figura 3). En comparación con la descripción de *A. caryophyllaea* hecha por Assis (2004), las variaciones elípticas y de mayor tamaño de hojas de esta población se podrían explicar por un carácter heterocigoto en el individuo parental, o bien pueden ser una respuesta a las condiciones limitantes de luz en esta localidad durante el período de evaluación (septiembre-marzo, 51° 28' N).

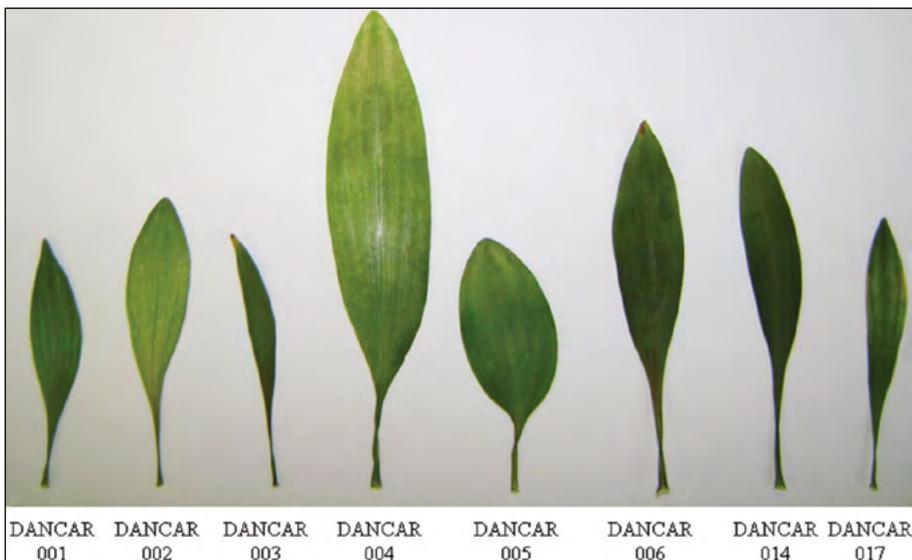


Figura 3.



Figura 4.

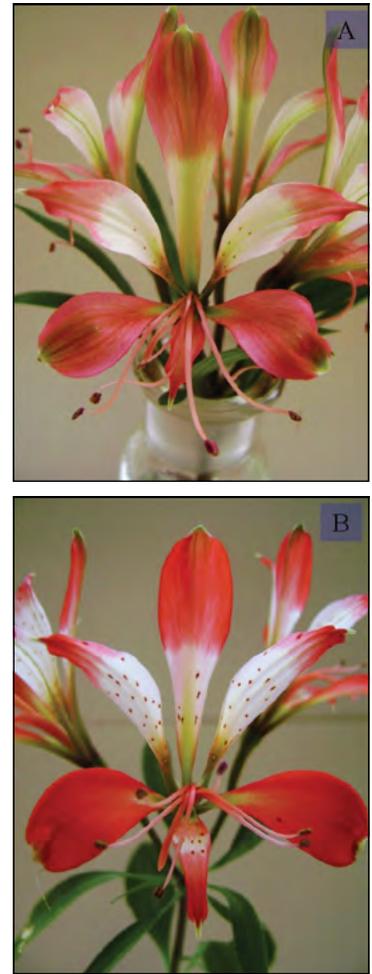


Figura 5.

Entre los individuos F1 también se observaron diferencias significativas en el largo del tallo floral, desde 35,5 (DANCAR001;  $\pm 0,91$ ,  $n = 34$ ) hasta 70,6 cm (DANCAR004;  $\pm 1,57$ ,  $n = 49$ ). En cuanto a la calidad del tallo floral, considerando firmeza y grosor, DANCAR 006 y 009 se evaluaron como “fuertes” ( $= 5$ ), mientras que DANCAR005 se evaluó como “débil” ( $= 1$ ).

Las flores de los individuos F1 fueron bastante similares morfológicamente a las flores del individuo parental de *A. caryophyllaea*. Todas presentaron tépalos angostos sin traslape entre ellos, y un color de fondo blanco que en algunos casos cubrió casi la totalidad de los tépalos (Figura 4A). Las diferencias se asociaron a los diversos tonos del color de cubrimiento de los tépalos, variando desde rosado pálido (Figura 4B) y tonalidades verdes (Figura 4C) hasta rojo intenso (Figura 4D); y a la abundancia de máculas sobre los tépalos, desde casi ausentes (Figura 5A) hasta muy abundantes, incluso en el tépalo externo superior (Figura 5B). Además, uno de los

individuos resultó ser estéril; éste presentó llamativas anteras blancas en estado inmaduro (Figura 6). El tamaño de las flores se evaluó respecto a ancho y alto. El ancho consideró la distancia máxima entre los márgenes externos de los tépalos internos laterales o de los tépalos externos laterales; el alto se midió desde el ápice del tépalo externo medio hasta el ápice del tépalo interno medio (Figura 7). Se observaron diferencias significativas para este carácter entre los individuos F1: desde 7,48 ( $\pm 0,04$ ;  $n = 49$ )  $\times$  5,45 ( $\pm 0,06$ ;  $n = 49$ ) cm en DANCAR004 hasta 5,00 ( $\pm 0,58$ ;  $n = 49$ )  $\times$  4,10 ( $\pm 0,20$ ;  $n = 49$ ) cm en DANCAR005 (Ver figura 4). El número de flores por inflorescencia no presentó grandes diferencias: varió entre 3 y 5 (Figura 8A), a excepción de DANCAR006, que mostró un promedio de 6,50 ( $\pm 2,12$ ;  $n = 49$ ), con varas de hasta 8 flores por inflorescencia (Figura 8B).

La segregación observada en la F1 evaluada mediante las diferencias morfológicas de flor, tallo y hoja, deja en manifiesto la heterocigosidad del individuo parental de



Figura 6.

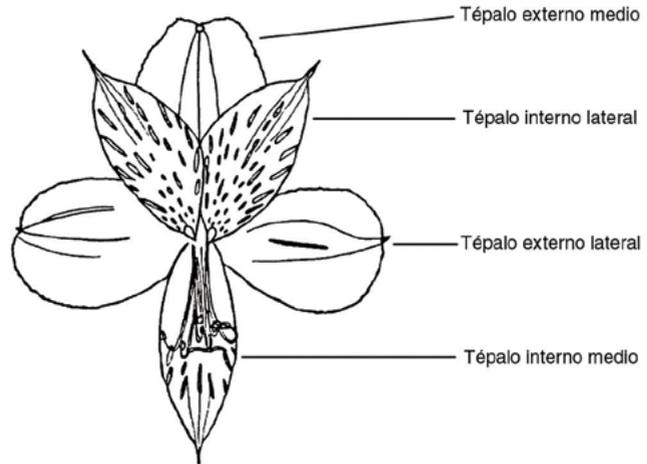


Figura 7.

*A. caryophyllaea*. Esto resulta bastante esperable debido a la protandria que presenta este género, lo que impide la autopolinización de sus flores.

En relación con la fenología, la floración se concentró en los meses de invierno (hemisferio norte) para todas las líneas F1, siendo DANCAR003 la más precoz al iniciar su floración durante la tercera semana de septiembre. Las floraciones más tardías se observaron hacia la primera semana de marzo (DANCAR001, 002, 003, 006 y 014). En cuanto al tiempo de floración, DANCAR003 presentó la más prolongada: se extendió durante 13 semanas la primera temporada (2008/2009) y 20 semanas la segunda

(2009/2010). Por otro lado, algunas líneas florecieron solo una semana (DANCAR005, 008 y 009) y otras solo durante la primera temporada (DANCAR005, 006, y 014) o solo durante la segunda temporada (DANCAR008, 009, 010, 013 y 016).

De acuerdo con su coincidencia en floración, disponibilidad de material y atributos morfofenológicos, se seleccionaron 5 de las 16 líneas F1 de *A. caryophyllaea* para la evaluación sensorial. El análisis se realizó en un laboratorio de la Facultad de Biociencias de la Universidad de Cardiff. Se utilizó una pauta de evaluación estructurada (1 a 9) con un panel no entrenado ( $n = 70$ ) que respondió a 3



Figura 8.

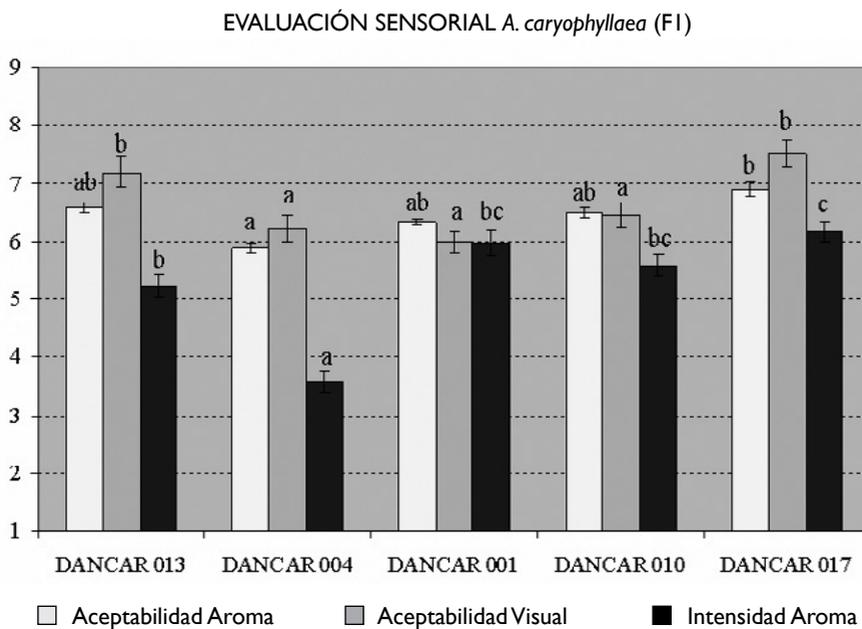


Figura 9.

evaluaciones: aceptabilidad del aroma, aceptabilidad visual e intensidad del aroma. La máxima aceptabilidad del aroma se observó en DANCAR017, con un valor promedio de 6,9 (7 = “me gusta moderadamente”), significativamente distinta frente a la flor peor evaluada para este atributo, DANCAR004, con un valor promedio de 5,9 (6 = “me gusta ligeramente”). La más alta aceptabilidad visual se encontró en DANCAR017, con un valor promedio de 7,5 (8 = “me gusta mucho”). La aceptabilidad de la apariencia más baja se observó en DANCAR001, que mostró un valor promedio de 6. En cuanto a la intensidad del aroma, nuevamente DANCAR017 mostró el valor promedio más alto, con 6,2 (6 = “ligeramente alta”), mientras que DANCAR004 presentó la menor intensidad, con un valor promedio solo de 3,6 (4 = “ligeramente baja”). DANCAR001; 010 y 013 mostraron valores de intensidad entre 5 (“ni alta ni baja”) y 6 (Figura 9).

El hecho de que DANCAR017 presentara los mayores valores de aceptabilidad de aroma y apariencia parece no ser casualidad, y se explicaría por una interacción entre los sentidos del olfato y de la vista (Walla 2007): una percepción visual positiva afectará positivamente la percepción del aroma (Thesen *et al.* 2004). Respecto a correlaciones entre intensidad y apreciación del aroma, DANCAR017 fue nuevamente la más alta calificada en estos dos aspectos. También se estudiaron las interacciones entre intensidad y

apreciación del aroma, y es bastante aceptada la correlación tipo “U invertida”, definida por una correlación positiva hasta alcanzar un *peak* en el cual la alta intensidad comienza a ser desagradable (Doty 1975, Moskowitz 1977).

### PROYECCIÓN DEL AROMA COMO NUEVO ATRIBUTO EN LA ALSTROEMERIA

Como se mencionó, hoy existen en el mercado solo dos variedades aromáticas de alstroemeria, por lo que estas líneas generadas a partir de *A. caryophyllaea* resultan muy atractivas. Sin embargo existen limitaciones importantes, particularmente en relación con el tamaño de la flor y el largo del tallo floral. Los estándares actuales del mercado exigen variedades con varas por sobre los 100 cm de longitud y flores sobre 7 u 8 cm (Kuipers 2008, Meijles 2008). Además, se buscan solo variedades que presenten un traslape total de sus tépalos en la flor. Aunque ninguno de estos atributos se cumple en las líneas acá presentadas, este material se puede considerar como promisorio para comenzar un programa de mejoramiento genético, ya que mediante otras técnicas se podrían obtener nuevas variedades que cumplan con las exigencias impuestas. Por otro lado, se ha definido una necesidad de innovación

en el mercado de la alstroemeria para seguir aumentando su producción (Kammaing 2008), por lo cual el desarrollo de nuevas variedades con el carácter diferenciador otorgado por el aroma podría responder a este desafío.

---

## AGRADECIMIENTOS

---

Agradezco la participación del señor Lyndon Tuck en el cuidado y la mantención de las líneas F1 de *A. caryophyllaea*, y a la señora Argyrw Mouchliadou por su colaboración en las evaluaciones.

---

## GLOSARIO

---

**evaluación sensorial** = identificación, análisis e interpretación de las propiedades de un producto que se perciben mediante los sentidos.

**F1** = progenie que se obtiene a partir de un cruzamiento entre dos individuos.

**heterocigosidad** = condición de un individuo que presenta dos genes diferentes determinando un mismo carácter; es decir, está formado por la unión de dos células sexuales con diferentes dotaciones genéticas.

**poliploidización** = proceso biológico natural o inducido que origina células, tejidos u organismos con tres o más juegos completos de cromosomas.

**protandria** = desfase producido en la maduración de los órganos sexuales de una flor, caracterizado por la maduración temprana de la parte masculina o anteras.

**ritmo circadiano** = variación fisiológica (tasa metabólica, producción de aroma, floración, etcétera) que presenta un organismo, asociada con un cambio ambiental y que se produce en intervalos regulares de tiempo.

**terpenoides** = clase de compuestos orgánicos sintetizados principalmente por plantas, encargados de cumplir tanto funciones primarias (por ejemplo, pigmentos u hormonas) como secundarias (por ejemplo, aromas, resina, aceites, etcétera).

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Ando T, M Nomura, J Tsukahara, H Watanabe, H Kokubun & T Tsukamoto. 2001. Reproductive isolation in a native population of *Petunia sensu* Jussieu (*Solanaceae*). *Annals of Botany* 88: 403-413.
- Aros D. 2010. Floral scent evaluation in Alstroemeria. Tesis para optar al grado de PhD en Biología Molecular. School of Biosciences, Cardiff University, Gales, Reino Unido. 258 pp.
- Aros D, C Meneses & R Infante. 2006. Genetic diversity of wild species and cultivated varieties of alstroemeria estimated through morphological descriptors and RAPD markers. *Scientia Horticulturae* 108: 86-90.
- Aros D, HJ Rogers & C Rosati. 2008. Floral scent evaluation in Alstroemeria through gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and semiquantitative RT-PCR. In: X<sup>th</sup> International Symposium on Flower Bulbs and Herbaceous Perennials. Lisse, Holanda. 20-24 de abril de 2008. *Acta Horticulturae* (ISHS) 886: 19-26.
- Assis MC. 2004. *Alstroemeriaceae* no estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia* 55 (85): 5-15.
- Bayer E. 1987. Die Gattung Alstroemeria in Chile. *Mitteilungen der Botanischen Staatsamml. Munchen* 241-362.
- Bridgen M. Profesor de la Universidad de Cornell, Estados Unidos. 2008. Comunicación personal.
- Bridgen M, E Kollman & C Lu. 2009. Interspecific hybridization of Alstroemeria for the development of new, ornamental plants. *ISHS Acta Horticulturae* 836: XXIII International Eucarpia Symposium, Section Ornamentals: Colourful Breeding and Genetics. Leiden, Holanda.
- Broertjes C & H Verboom. 1974. Mutation breeding of Alstroemeria. *Euphytica* 23: 39-44.
- Buitendijk JH, N Pinsonneaux, AC van Donk, MS Ramanna & AAM van Lammeren. 1995. Embryo rescue by half-ovule culture for the production of interspecific hybrids in Alstroemeria. *Scientia Horticulturae* 64 (1-2): 65-75.
- Burchi G, A Mercuri, C Bianchini, L Guglieri & T Schiva. 1997. Breeding of Alstroemeria through interspecific crosses and embryo-rescue. *Culture Protette* 9: 113-118.
- Burdock GA. 1995. *Fenaroli's handbook of flavor ingredients*, ed 3. CRC Press, Boca Raton, Florida, 249 pp.
- Croteau R & F Karp. 1991 *Perfume: art, science and technology*. Elsevier Applied Sciences, Nueva York, 101-126.
- Doty RL. 1975. An examination of relationships between the pleasantness, intensity, and concentration of 10 odorless stimuli. *Perception and Psychophysics* 17, 492-496.

- Dudareva N, L Cseke, VM Blanc & E Pichersky. 1996. Evolution of floral scent in *Clarkia*: novel patterns of S-linalool synthase gene expression in the *C. breweri* flower. *Plant Cell* 8: 1137-1148.
- Dudareva N & E Pichersky. 2000. Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents. *Plant Physiology* 122: 627-633.
- Dudareva N, D Martin, CM Kish, N Kolosova, N Gorenstein, J Faldt, B Miller & J Bohlmann. 2003. (E)-b-Ocimene and myrcene synthase genes of floral scent biosynthesis in snapdragon: function and expression of three terpene synthase genes of a new TPS-subfamily. *Plant Cell* 15: 1227-1241.
- Dudareva N, E Pichersky & J Gershenzon. 2004. Biochemistry of plant volatiles. *Plant Physiology* 135: 1893-1902.
- Foster, M. 1945. *Alstroemeria caryophyllaea*. *Herbetia* 1945: 44-48.
- Jürgens A, T Witt & G Gottsberger. 2003. Flower scent composition in *Dianthus* and *Saponaria* species (*Caryophyllaceae*) and its relevance for pollination biology and taxonomy. *Biochemical Systematics and Ecology* 31: 345-357.
- Kamminga H. 2008. *Alstroemeria* may be the new eye catcher. *FlowerTECH* 11 (4): 7-8.
- Knudsen JT, L Tollsten & G Bergstrom. 1993. Floral scents-a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. *Phytochemistry* 33: 253-280.
- Kristlansen K. 1995. Interspecific hybridization of *Alstroemeria*, en A Vainstein & D Weiss (eds.), *Ornamental plant improvement: classical and molecular*. Tel Aviv. *Acta Horticulturae* (ISHS) 420: 85-88.
- Kuiper M. Encargado programa de mejoramiento genético de *Alstroemeria* en Hilverda, Ámsterdam. 2008. Comunicación personal.
- Loughrin JH, TR Hamilton-Kemp, RA Andersen & DF Hildebrand. 1990. Volatiles from flowers of *Nicotiana sylvestris*, *N. otophora* and *Malus x Domestica*: headspace components and day/night changes in their relative concentrations. *Phytochemistry* 29: 2473-2477.
- Lu C & MP Bridgen. 1997. Chromosome doubling and fertility study of *Alstroemeria aurea* × *A. caryophyllaea*. *Euphytica* 94: 75-81.
- Machuca A. 2006. Efecto de la estratificación de embriones y escarificación de semillas sobre el crecimiento de *Alstroemeria spp.* in vitro. Memoria de título. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 21 pp.
- Meijles R. Encargado del Programa de Mejoramiento Genético de *Alstroemeria* en Konst. Ámsterdam. 2008. Comunicación personal.
- Moskowitz HR. 1977. Intensity and hedonic functions for chemosensory stimuli, en MR Kare & O Maller (eds.), *Chemical Senses and Nutrition*. Academic Press, Nueva York, 71-101.
- Muñoz M & A Moreira. 2003. *Alstroemerias* de Chile: diversidad, distribución y conservación. Taller La Era, Santiago, 140 pp.
- Porat R, A Borochoy & AH Halevy. 1993. Enhancement of petunia and dendrobium flower senescence by jasmonic acid methyl ester is via the promotion of ethylene production. *Plant Growth Regulation* 13: 297-301.
- Przybyla A. 1992. Mutation breeding of *Alstroemeria* in Poland. VI International Symposium on Flower Bulbs, Skierniewice, Poland. *Acta Horticulturae* (ISHS) 325: 561-566.
- Przybyla A. 2000. Mutagenesis in creation of new *Alstroemeria* genotypes. XIX International Symposium on Improvement of Ornamental Plants, Angers, France. *Acta Horticulturae* (ISHS) 508: 351-356.
- Reinhard J, MV Srivivasan & S Zhang. 2004. Scent-triggered navigation in honeybees. *Nature* 427: 411.
- Takayuki I. 1999. Amphidiploids between *Alstroemeria ligula* L. hybrid and *A. pelegrina* L. var. *rosea* induced through colchicine treatment. *Journal of Food and Agriculture* 22 (12): 12-16.
- Thesen T, JF Vibell, GA Calvert & RA Österbauer. 2004. Neuroimaging of multisensory processing in vision, audition, touch and olfaction. *Cognitive Process* 5: 84-93.
- Vainstein A, E Lewinsohn, E Pichersky & D Weiss. 2001. Floral fragrance. New inroads into an old commodity. *Plant Physiology* 127: 1383-1389.
- Walla P. 2007. Olfaction and its dynamic influence on word and face processing: cross-modal integration. *Progress in Neurobiology* 84: 192-209.

# Las mariposas como indicadoras de regiones biogeográficas en la Península Ibérica

Helena Romo Benito  
 Universidad Autónoma de Madrid, España  
 helena.romo@uam.es

## INTRODUCCIÓN

Las áreas mediterráneas son uno de los puntos de mayor diversidad biológica en el mundo, sin embargo, uno de los principales problemas con los que contamos actualmente es que se desconoce la distribución detallada de la mayor parte de las especies (Balletto & Casale, 1991), especialmente en cuanto a invertebrados se refiere, y este conocimiento es fundamental para la mayoría de los estudios.

Para poder comprender la distribución de los organismos se necesita determinar sus patrones y tendencias espaciales. Una manera efectiva para lograrlo consistiría en buscar patrones comunes de especies o de regiones geográficas que permitan sintetizar nuestro conocimiento de la distribución geográfica de la diversidad. De esta forma podríamos realizar una agrupación objetiva de unidades geográficas o “sectorización” de un área en concreto (en este caso el área de estudio elegido es la Península Ibérica) en base a sus similitudes biológicas, para constatar la homogeneidad de las especies en este área.

Para realizar una sectorización necesitamos por un lado conocer la distribución geográfica de las especies y por otro, tener en cuenta la escala geográfica a la que vamos a trabajar. En la Península Ibérica la mayoría de las sectorizaciones se han realizado con plantas (ej. Moreno *et al.*, 1998) y sólo recientemente se ha empezado a incorporar animales (como p.ej. Hortal *et al.*, 2003). Las mariposas son un buen candidato para realizar estas selecciones debido a que su distribución geográfica en la Península Ibérica es razonablemente bien conocida, ya que son animales vistosos y relativamente de fácil identificación, y

es un grupo moderadamente rico en especies en el área de estudio (existen aproximadamente 230 especies diferentes; García-Barros *et al.*, 2004).

En base a esto, los objetivos que se persiguen son:

1) proponer una sectorización (división geográfica) de la Península Ibérica y Baleares basada en la presencia-ausencia de las mariposas diurnas en cuadrículas UTM (Universal Transverse Mercator) de 50 km de lado

2) señalar las especies características de cada zona propuesta.

Del mismo modo, a partir de esta sectorización, se puede comprobar si las áreas que se encuentran dentro de la Red de Espacios Naturales Protegidos, o si áreas consideradas bien estudiadas desde el punto de vista lepidopterológico (en donde las especies que se sabe que contienen son representativas de la fauna real que poseen), representan adecuadamente las regiones obtenidas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos de presencia-ausencia de las mariposas diurnas ibero-baleares en cuadrículas UTM (Universal Transverse Mercator) de 50 x 50 km (ver figura 1) para la realización de los análisis.

Para asegurarnos de la calidad de los datos se hizo previamente un análisis de las cuadrículas que se pudieran considerar relativamente bien muestreadas (con más del 70% de la fauna que pueda albergar inventariada; Romo & García-Barros, 2005; Romo, 2007). Las cuadrículas que

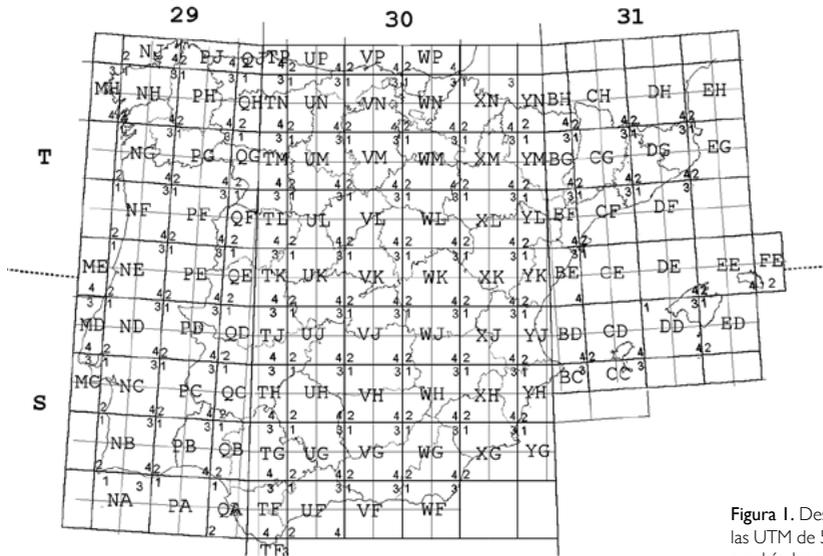


Figura 1. Designación y representación de las cuadrículas UTM de 50 km de lado en la Península Ibérica. Estas cuadrículas se encuentran dentro de las cuadrículas de 100 km numeradas del 1 al 4.



Figura 2. Unidades geográficas utilizadas en este trabajo como resultado de la fusión de las cuadrículas insuficientemente estudiadas con las adyacentes que presentaban más del 70% de su fauna conocida.

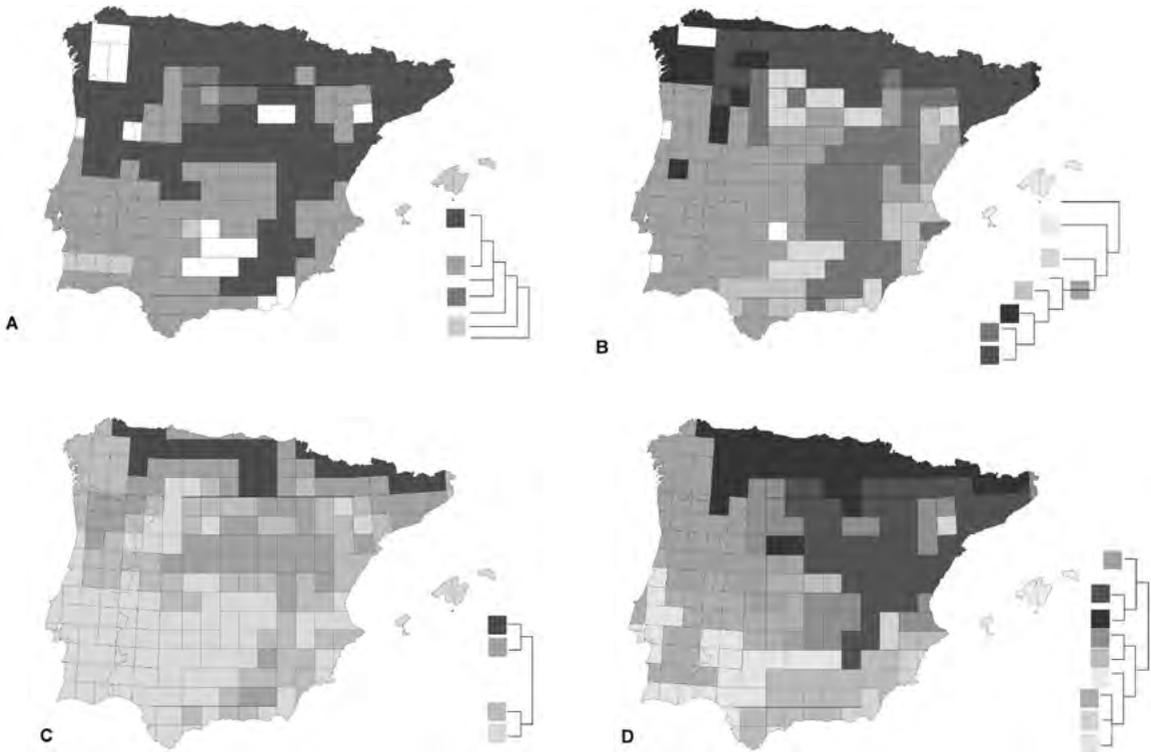
no cumplieran este criterio se juntaron con las cuadrículas contiguas que sí lo verificaban, con lo que se obtuvieron 194 unidades geográficas que se pueden considerar bien estudiadas (Figura 2).

Se realizaron varias aproximaciones basadas en la afinidad entre las distintas cuadrículas con diferentes metodologías (semejanza entre las cuadrículas basada en el índice de Jaccard, mediante el método de parsimonia buscando las agrupaciones de áreas caracterizadas por un máximo número de especies con distribuciones coincidentes, y otros métodos de clasificación de acuerdo con sus preferencias ecológicas como DECORANA y TWINSPAN dentro

del software CAP -Community Analysis Package-) y se realizó una síntesis de todas ellas (más detalles en Romo & García-Barros, 2010).

En cada uno de los análisis realizados se obtuvo un cladograma o dendrograma (diagrama representativo de la clasificación biológica de los organismos en forma de árbol) que se representó gráficamente en un mapa como el de la Figura 2.

El mapa que sintetiza las sectorizaciones obtenidas con todos los métodos se realizó superponiendo cada uno de los mapas obtenidos, resaltando los resultados de las divisiones coincidentes en todos los dendrogramas que más se repetían.



**Figura 3.** A la derecha se representa la estructura basal de los dendrogramas obtenidos en los diferentes análisis (A: índice de Jaccard, B: análisis de parsimonia, C: TWINSPAN, D: DECORANA) y a su izquierda se observa la representación gráfica, en un mapa de la Península Ibérica, de las agrupaciones de las cuadrículas con mayor similitud obtenidas en ellos. Las cuadrículas blancas se corresponden con asociaciones no significativas entre las cuadrículas.

Para determinar las especies características de las diferentes regiones se calculó un índice de preferencia (Carey *et al.*, 1995), el cual tiene en cuenta el número de unidades geográficas ocupadas por una determinada especie en una región respecto al número de unidades geográficas de esa región; y el número de unidades geográficas ocupadas por esa especie en la Península Ibérica respecto al número de unidades geográficas de la Península Ibérica.

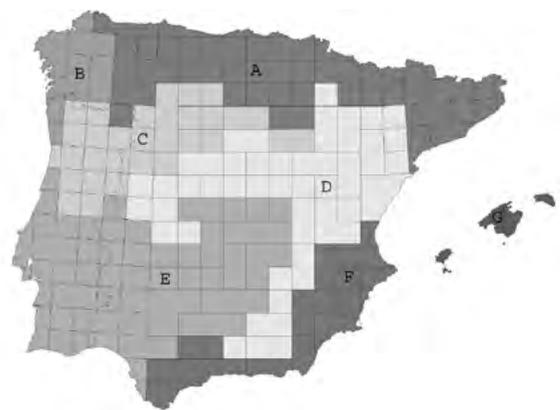
En la mayoría de los casos, las cuadrículas con pocas especies, como por ejemplo las cuadrículas de las Islas Baleares o las áreas dominadas por extensos monocultivos en la submeseta norte, se muestran siempre en posiciones basales en los dendrogramas y se separan del resto de las cuadrículas de la península.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las divisiones más significativas de los diferentes métodos utilizados se muestran en la Figura 3.

La síntesis de todos ellos produjo un total de siete regiones principales (Figura 4), seis en el área continental de la península y la restante comprendiendo las Islas Baleares.

Aunque los resultados individuales difieren según el método usado, se pueden apreciar unos patrones generales de fondo.



**Figura 4.** Sectorización de la Península Ibérica basada en la similitud de la fauna de mariposas entre las cuadrículas.

Del mismo modo se observan dos gradientes básicos, una separación Noreste y Suroeste de la península combinada con rangos altitudinales, y una diferenciación marginal Este-Oeste superpuesta a este gradiente principal. El primer patrón coincide ampliamente con la distribución de la riqueza de mariposas en la península, decreciendo desde el noreste hacia el suroeste, lo que refleja la importancia

de los procesos históricos y la influencia de las condiciones ecológicas. Las mariposas dependen de la temperatura ambiental para realizar sus ciclos vitales y son muy sensibles a los cambios climáticos, con lo que sus patrones actuales pueden reflejar las fluctuaciones ambientales de épocas pasadas (Hewitt, 1999). La Península Ibérica constituyó un refugio durante la última glaciación y las diferentes especies



**Figura 5.** Ejemplos de algunas de las especies características de las regiones biogeográficas obtenidas según la fauna de mariposas que comparten. A) *Aphantopus hyperantus* y B) *Melanargia galathea*, como especies características y confinadas a la región A. Otras especies que presentan preferencia por una determinada región pero no se encuentran confinadas en ella son C) *Boloria selene* y D) *Lycaena tityrus* en la región B. E) *Aglais io* en la región C, y F) *Cupido lorquini* en la región F. Fotografías realizadas por Helena Romo.

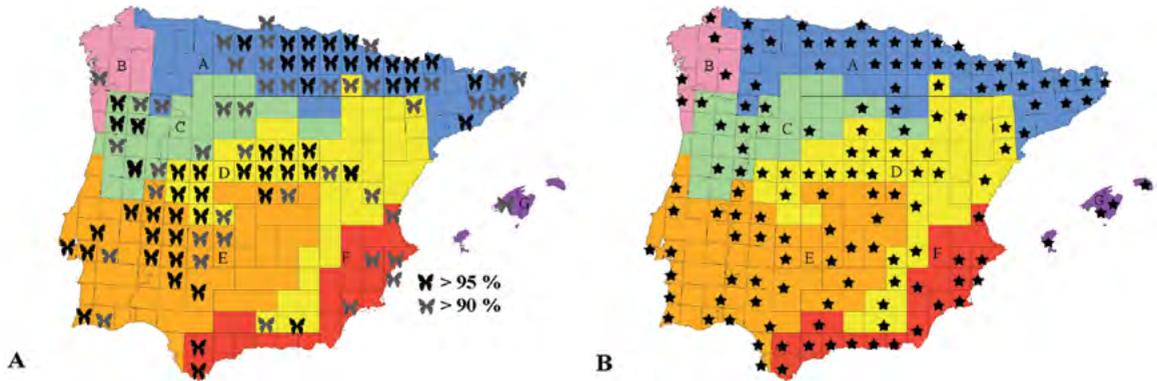


Figura 6. A) Cuadrículas consideradas con un porcentaje de estudio de su fauna de mariposas asociada mayor al 90% representada en gris, y mayor del 95% representada en negro, según las siete regiones biogeográficas obtenidas basadas en la fauna de mariposas. B) Las estrellas representan alguna de las figuras consideradas en la red de Espacios Naturales Protegidos (como puede ser Parque Nacional, Parque Natural, Reserva Natural o Monumento Natural), observándose su distribución en las diferentes regiones biogeográficas obtenidas.

de mariposas resultaron afectadas de distinta manera por los ciclos glaciares e interglaciares, según los requisitos climáticos de cada especie. En los largos períodos de glaciaciones solamente sobrevivieron las especies tolerantes a las bajas temperaturas, quedando confinadas en las montañas y pudiendo dar lugar a los endemismos y poblaciones aisladas que encontramos en la actualidad, mientras que la mayoría de las demás especies no pudieron soportar esas temperaturas y sufrieron la extinción de las poblaciones que presentaban al norte o en zonas elevadas. En estas especies su área de distribución quedó por tanto relegada a una serie de refugios existentes a bajas latitudes. En los períodos interglaciares, como en el que nos encontramos actualmente, las especies con mayor tolerancia climática expanden sus áreas de distribución a mayores altitudes recolonizando Europa desde el Sur. La recolonización post-glacial combinada con la disposición de las cadenas montañosas ibéricas puede explicar la importancia de las montañas y el gradiente Norte-Sur. El segundo patrón parece representar una gradación de zonas secas a húmedas, o lo que es lo mismo, de un clima Mediterráneo a un clima Atlántico, y una diferencia geológica que separa las rocas básicas (en el Este) y las ácidas (en el Oeste). En definitiva, se observa que las mariposas diurnas de la Península Ibérica se encuentran condicionadas por la altitud y latitud, y secundariamente por la climatología o litología.

Se obtuvieron 35 especies características de las diferentes regiones pertenecientes a las familias Nymphalidae, Lycaenidae, Pieridae y Hesperidae (Romo & García-

Barros, 2010) (Figura 5). Las especies características obtenidas que sólo se encontraron en una determinada región son: *Boloria dia*, *Cupido argiades*, *Melanargia galathea* y *Aphantopus hyperantus* en la región A; *Polyommatus fabressei* y *Erebia zapateri* en la región D; *Colotis evagore* y *Tarucus theophrastus* en la región F; y *Gegenes pumilio* en la región G. Las regiones situadas al oeste (B, C y E) no pueden definirse por la presencia de ninguna especie característica única de estas regiones (al menos a la escala de trabajo considerada, 50 km de lado).

Las regiones B, F y G son las que presentan un menor número de cuadrículas bien muestreadas (si consideramos un porcentaje del 90% de la fauna estudiada), lo que sugiere la necesidad de realizar más muestreos en estas regiones para mejorar el conocimiento de la distribución de las especies en estos sectores (Figura 6A). La red de Espacios Naturales Protegidos es representativa de la diversidad biogeográfica de las mariposas diurnas, ya que estaba representada en todas las regiones, especialmente en las regiones A, D y E (Figura 6B).

Los resultados sugieren la temperatura, precipitación y altitud como las variables más relevantes a la hora de definir la distribución de las mariposas diurnas, lo que se traduce en una división norte-sur, la cual se combina con divisiones longitudinales secundarias y un gradiente montañoso, que son difíciles de distinguir del gradiente geológico (oeste-este). Sin embargo, esto no excluye que haya más explicaciones a este respecto, como pueden ser los diversos patrones históricos.

---

## REFERENCIAS

---

- Balletto, E. & Casale, A., 1991. Mediterranean insect conservation. Pp.: 121-142 In: N. M. Collins & J. A. Thomas (eds.), *The conservation of insects and their habitats*. Academic Press, Londres.
- Carey, P. D., Preston, C. D., Hill, M. O., Usher, M. B. & Wright, S. M., 1995. An Environmentally Defined Biogeographical Zonation of Scotland Designed to Reflect Species Distributions. *Journal of ecology*, 83(5): 833-845.
- García-Barros, E., Munguira, M. L., Martín, J., Romo, H., García-Pereira, P. & Maravalhas, E. S., 2004. Atlas de las mariposas diurnas de la Península Ibérica e islas Baleares (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea). Atlas of the butterflies of the Iberian Peninsula and Balearic Islands (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea). *Monografías de la SEA*, vol 11. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza. 228 pp.
- Hewitt, G. M., 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68(1-2): 87-112.
- Hortal, J., Lobo, J. M. & Martín-Piera, F., 2003. Una estrategia para obtener regionalizaciones bióticas fiables a partir de datos incompletos: el caso de los escarabeidos (Coleoptera, Scarabaeinae) Ibérico-Baleares. *Graellsia*, 59(2-3): 331-344.
- Moreno, J. C., Castro, J. & Sainz, H., 1998. Numerical analyses of distributions of Iberian and Balearic endemic monocotyledons. *Journal of Biogeography*, 25: 179-194.
- Romo, H. & García-Barros, E., 2005. Distribución e intensidad de los estudios faunísticos sobre mariposas diurnas en la Península Ibérica e islas Baleares (Lepidoptera, Papilionoidea y Hesperioidea). *Graellsia*, 61(1): 37-50.
- Romo, H., 2007. Diversidad geográfica de las mariposas diurnas ibero-baleares. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. 279 pp.
- Romo, H. & García-Barros, E., 2010. Biogeographic regions of the Iberian Peninsula: butterflies as biogeographical indicators. *Journal of Zoology*, 282: 180-190.
-

## La Mariposa del Chagual *Castnia psittacus*

José Montalva  
631 West Sola Apt B.  
Santa Barbara CA, USA 93101.  
montalva.jose@gmail.com

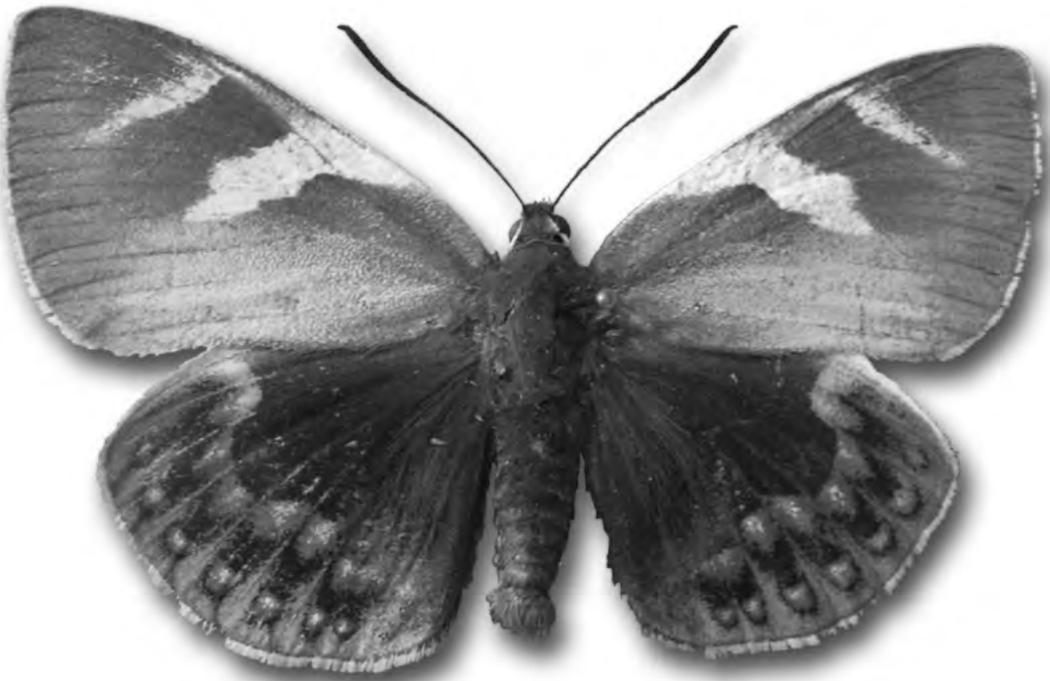


Figura 1. Mariposa del Chagual *Castnia psittacus*.

También conocida como “mariposa papagayo” debido a la diversidad de colores que presentan sus alas (Reed 1935, Ureta 1955), resulta curioso hacer notar que este hermoso ejemplar está más emparentado con las polillas que con las mariposas.

Con aproximadamente siete cm de envergadura alar para los machos y diez para las hembras, este lepidóptero se encuentra dentro de los más grandes presentes en el país

(Reed 1935, Ureta 1955). Suele observarse su vuelo pausado, a finales de la primavera y gran parte del verano (Reed 1935, Angulo & Olivares 1993), asociada principalmente a las quebradas de exposición norte, pues es allí donde crece su casa, “el chagual” (Reed 1935, Solervicens *et al.* 2004).

Existe una estrecha relación entre la planta y la mariposa, tanto es así que *C. psittacus* sólo puede desarrollarse en dos especies de chagual presentes en la zona central de



Figura 2 *Castnia psittacus*. A. restos de los huevos. B. larva. C. pupa.

Chile, *Puya chilensis* y *Puya berteroa* (Reed 1935, Angulo & Olivares 1993, Solervicens *et al.* 2004).

El ciclo de este insecto comienza cuando la hembra grávida deposita entre siete a diez huevos sobre las hojas o tallos del chagual (Figura 2A) (Reed 1935) de los cuales y al cabo de algunos días aparecen pequeñas larvas, estas armadas de fuertes mandíbulas comienzan a alimentarse de los tallos leñosos de la planta, creciendo considerablemente durante algunos meses. Una larva de último estado puede alcanzar fácilmente los diez cms de longitud (Figura 2B) (Reed 1935, Angulo & Olivares 2009).

En este estado es cuando comienza la construcción del capullo (Figura 3). El capullo es una estructura con forma de cono, de alrededor de 25 cm de largo, el cual está compuesto de: seda, detritus de la pulpa, fibras del tallo y fragmentos de las hojas y la corteza (Figura 3) (Reed 1935, Angulo & Olivares 1993). Una vez terminado el capullo la larva comienza su transformación a pupa (Figura 2C). El estado de pupa dura alrededor de un mes, luego del cual aparece un adulto de *C. psittacus*.

Los adultos buscan a sus parejas para reproducirse y recontinuar el ciclo, pero dentro de este periodo los adultos también beben néctar de las flores del chagual, en esta acción remueven polen y lo transfieren entre plantas (Reed 1935) ayudando a la polinización de las especies que le han servido de hospede (Figura 4).



Figura 3. Capullo de la mariposa del Chagual.



Figura 4. Pintura de Marianne North donde se muestra a *C. psittacus* sobre *Puya berteroa* (Echenique & Legassa, 1999).

## ESTADO DE CONSERVACIÓN RELACIÓN PLANTA/MARIPOSA/HOMBRE

Hoy en día el estado de conservación de *C. psittacus* es vulnerable, esto en gran medida debido a su estrecha relación con el chagual, pues cuanto menos chaguales existan, menos hogares existirán para la mariposa. Las poblaciones de chaguales en la actualidad se ven afectadas principalmente por la pérdida y fragmentación de hábitat.

Otro de los factores que juega en contra de *C. psittacus* es que en algunas zonas del país los tallos tiernos del chagual son consumidos por las personas, aumentando la presión sobre ambas especies.

## BIBLIOGRAFÍA

- Angulo A & Olivares T. 1993. Biology and immature stages of the bromeliad based borer, *Castnia psittacus* in Chile (Lepidoptera: Castniidae). *Tropical Lepidoptera Research*, 4(2): 133-138.
- Angulo A & Olivares T. 2009. Real larva of *Castnia eudesmia*. *Tropical Lepidoptera Research*, 19: 56-57.
- Echenique A & Legassa M V. 1999. La flora chilena en la mirada de Marianne North 1884. Pehuén. Chile. 132 pp.
- Reed E. 1935. *Castnia eudesmia* Gray Revista Chilena de Historia Natural, 39: 267-271.
- Solervicens J, P Estay & Beeche M. 2004. Entomofauna asociada a tallos florales e infrutescencias de especies de Puyas (Bromeliaceae) de Chile Central. *Revista Chilena de Entomología*, 30(2): 31-34.
- Ureta E. 1955. *Castnia psittacus* (Molina 1781), nueva combinación. *Revista Chilena de Entomología*, 4: 229-231.

## AGRADECIMIENTOS

A Cristopher Guerra y Felipe Jofre por la ayuda en coleccionar los ejemplares en terreno.

# Nuevas especies altoandinas del género *Pseudolucia* (Lepidóptera) en Chile

Dubi Benyamini  
4D MicroRobotics, 91 Levona Street,  
Bet Arye, 71947, Israel.  
Email: dubi\_ben@netvision.net.il

Zsolt Bálint  
Department of Zoology,  
Hungarian Natural History Museum,  
H-1088 Budapest, Baross utca 13, Hungary.  
Email: balint@nhmus.hu

---

## INTRODUCCIÓN

El género *Pseudolucia* (familia Lycaenidae) se distribuye en Chile, Argentina y el Sureste de Brasil (estados de Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul). Al momento de establecer el género *Pseudolucia*, Nabokov (1945) reconoció dos especies para Chile. Este número se elevó a 21 en el primer libro de las mariposas de Chile (Peña & Ugarte 1997). Luego, seis especies fueron agregadas por Bálint & Benyamini (2001) y Bálint *et al.* (2001). Recientemente, gracias a una intensificación del trabajo de campo, se han agregado otras ocho nuevas especies a la lista (Benyamini & Bálint 2011). De esta forma, el género *Pseudolucia* se encuentra representado en Chile por 35 especies.

Las especies chilenas se distribuyen desde la cordillera de San Pedro de Atacama en la Región de Antofagasta, hasta el Río Baguales en Magallanes. Se piensa que aun quedan muchos sectores altoandinos, así como en la Patagonia y Tierra del Fuego, que no han sido adecuadamente prospectados, de manera que es de esperar nuevos descubrimientos taxonómicos en este género, de llevarse a cabo las necesarias expediciones entomológicas.

### *A. Pseudolucia barrigai*

Distribución: En Chile desde Curicó hasta el límite con Argentina (Los Queñes, Termas del Flaco, Río Teno, Paso Vergara). En Argentina es común en Las Leñas y Valle Hermoso, Mendoza. Frecuente sobre 2000 m snm.

Biología: Se observa desde noviembre a enero. Los potenciales hospederos de las larvas son *Astragalus cruckshanksii* y *Astragalus pebuenches*.

Etimología: Dedicado al entomólogo chileno Ing. Agr. Juan Enrique Barriga, de Los Niches, Curicó, quien fue el primer colector de la especie en Paso Vergara.

### *B. Pseudolucia faundezi*

Distribución: Sólo conocida de la localidad tipo: Volcán Lonquimay, Región de la Araucanía.

Biología: Ejemplar visto y colectado en noviembre. El hospedero de las larvas es posiblemente una especie de *Astragalus* (Fabaceae).

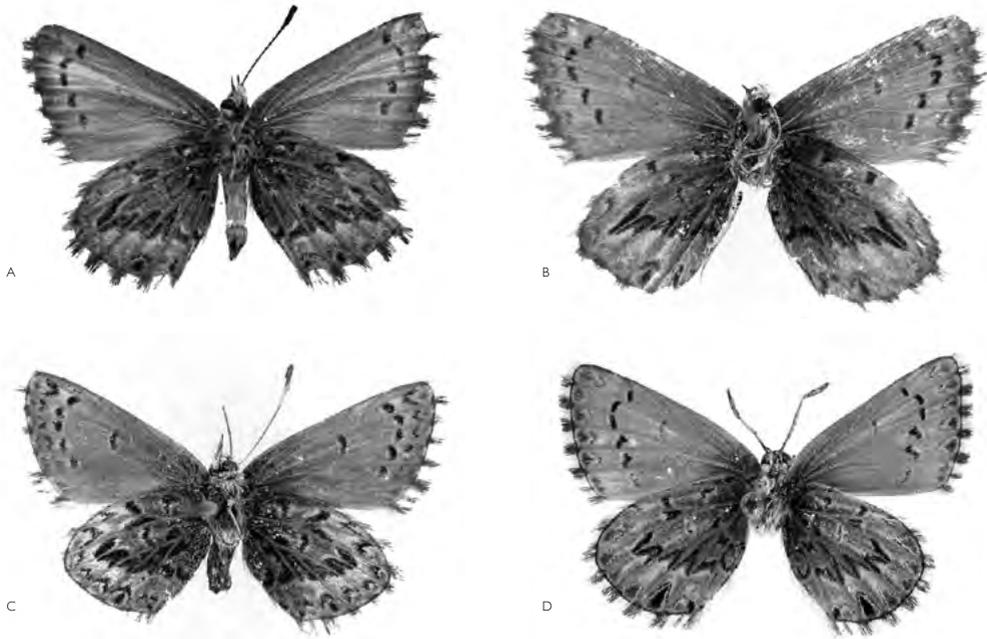


Figura 1. Vista ventral de las especies descritas: A) *Pseudolucia barrigai*, B) *P. faundezii*, C) *P. johnsoni*, D) *P. luzmaria*.

Etimología: Dedicado al botánico chileno Luis Faúndez de la Universidad de Chile, quien ha apoyado el trabajo lepidopterológico de los autores desde los años 1990's.

### C. *Pseudolucia johnsoni*

Distribución: Sólo conocida de la localidad tipo: Termas de Chillán, Región del Biobío.

Biología: Ejemplar visto y colectado en diciembre. El hospedero de las larvas es posiblemente una especie de *Astragalus* (Fabaceae). Paradojalmente este género no es común en las Termas de Chillán.

Etimología: Dedicado a Kurt Johnson, famoso lepidopterólogo estadounidense.

### D. *Pseudolucia luzmaria*

Distribución: Río Tres Quebradas y Río Yerba Loca, cuenca superior del Río Illapel, Coquimbo, sobre 3000 m snm.

Biología: El período de vuelo empieza a mitad de diciembre a 2750 m snm hasta fines de febrero. Tres especies de *Astragalus* (Fabaceae) son usadas como hospedero para las larvas; *Astragalus pehuenches* en las laderas de exposición norte del Río Tres Quebradas entre 2850–3000 m snm; *Astragalus looseri* en el fondo de quebrada del Río Yerba Loca, a 2865 m snm; *Astragalus cruckshanksii* en el Río

Tascadero, a 2424 m snm.

Etimología: Dedicado a Luzmaría Ugarte, esposa de Alfredo Ugarte, investigador chileno de la fauna entomológica de América del Sur.

### E. *Pseudolucia munozae*

Distribución: Bosque maulino (El Radal, Parque Inglés, Parque Nacional Siete Tasas y Parque Nacional Alto de Lircay), Región del Maule.

Biología: Ejemplares colectados en octubre, noviembre e inicios de diciembre, entre 900 y 1500 m snm en los bordes del bosque. Posible hospedero es *Astragalus cruckshanksii*. Las larvas comen las semillas al interior del fruto (legumbre), que es de un intenso rojo en las poblaciones de Vilches Alto.

Etimología: Dedicado a la botánica Ing. Agr. Mélica Muñoz, curadora por 40 años del Herbario Nacional SGO en el Museo Nacional de Historia Natural, en la Quinta Normal, Santiago de Chile.

### F. *Pseudolucia zoellneri*

Distribución: Paso Vergara, cordillera de Curicó, Región del Maule, entre 1300 y 1900 m snm. Algunos especímenes han sido encontrados en el Paso Pehuenche, a 2250m

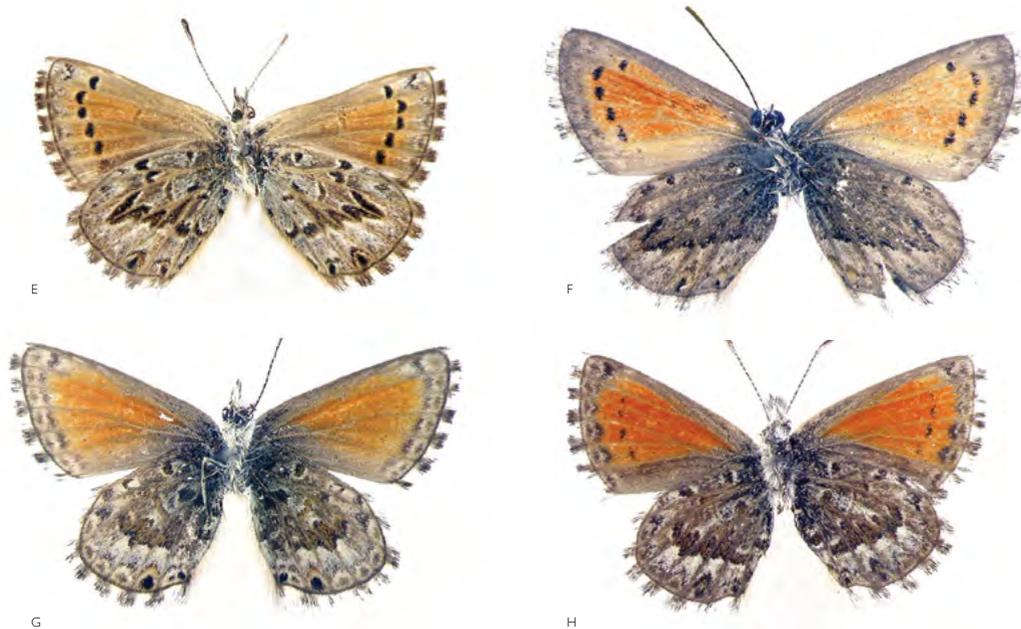


Figura 2. Vista ventral de las especies descritas: E) *P. munozae*, F) *P. zoellneri*, G) *P. sigal*, H) *P. valentina*.

snm cerca de la Laguna del Maule. También colectado en el lado argentino.

**Biología:** Período de vuelo entre diciembre e inicios de Marzo. Adultos, larvas y huevos han sido encontrados en *Montiopsis umbellata* (Portulacaceae) en el Paso Vergara.

**Etimología:** Dedicado al eminente botánico chileno don Otto Zöllner (1909–2007).

### ***G. Pseudolucia sigal***

**Distribución:** Conocida solo de la localidad tipo, Rio El Encanto, 3200–3300 m, cordillera de Illapel, Región de Coquimbo.

**Biología:** Ejemplar colectado en enero. El hospedero conocido es la planta en cojín *Adesmia aegiceras* (Fabaceae), la cual domina el piso vegetal.

**Etimología:** Dedicado a Sigal Benyamini, hija menor del autor.

### ***H. Pseudolucia valentina***

**Distribución:** Conocida sólo de la localidad tipo, Laguna del Maule, Región del Maule.

**Biología:** La planta hospedera es *Adesmia emarginata* (Fabaceae).

**Etimología:** Nombrada en memoria del entomólogo

chileno José Valentín Herrera González (1913–1992), el primer revisor de las mariposas de Chile.

---

## REFERENCIAS

---

- Bálint Zs, Benyamini D (2001) Taxonomic notes, faunistics and species descriptions of the austral South American Polyommata genus *Pseudolucia* (Lepidoptera: Lycaenidae): the chilensis- and collina-species groups. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 93: 107–149.
- Bálint Zs, Benyamini D & Johnson K (2001) Species descriptions and miscellaneous notes on the genus *Pseudolucia* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Folia Entomologica Hungarica* 62: 151–165.
- Benyamini D, Bálint Zs (2011) Descriptions of eight new *Pseudolucia* species from Chile (Lepidoptera, Lycaenidae: Polyommatainae). *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 103: 261–280
- Nabokov V (1945) Notes on neotropical Plebejinae (Lycaenidae, Lepidoptera). *Psyche* 52: 1–61.
- Peña L, Ugarte A (1997) *Las Mariposas de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 359 pp.

## Las mariposas ¡van a la escuela!

Sergio Elórtgui F.

Programa de doctorado en Ciencias de La Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Departamento de Exploración Pedagógica, Colegio Sagrada Familia de Reñaca.

Corporación Taller La Era: investigación y divulgación científica ([www.tallerlaera.cl](http://www.tallerlaera.cl)).

[saelorte@uc.cl](mailto:saelorte@uc.cl)



Figura 1. Purpario en mariposario de Mindo, en Quito.

¿Cuál es la puerta de entrada a la ciencia y a la comprensión del cosmos? Pareciera ser que para muchos sabios el ingreso por excelencia es el fenómeno de “la observación”. Pero: ¿qué observar?...esa pregunta para nuestro despertar cognitivo no existe en lo absoluto. Simplemente la observación se nos da; viene impresa en toda la dimensión compleja de nuestra esencia humana. Entonces, si simple o complejamente el mundo inevitable-

mente “se nos aparece” ¿Qué entes de ese mundo tienen ventajas frente a nuestros sentidos hambrientos?

Claramente para los niños hay ciertos “entes” que son totalmente irresistibles... Escribiendo esta línea le pregunto a mi hija que juega cerca: - si tuvieras que escoger el bicho que más te guste, cuál eleg...- ¡LAS MARIPOSAS!). En clases de ciencias naturales basta sacar una red entomológica y entreabrir la puerta para que ocurra ¡una estampida!



Figura 2. *Morpho meneaus* y *Caligo brasiliensis* en purpario.



Figura 3. Visita escolar al purpario del mariposario de Mindo, en Quito.

Hermosas, coloridas, frágiles, silenciosas; no muerden, no pican ¡y vuelan! Definitivamente diseñadas para ser las mejores embajadoras del mundo natural. Pero que poco sabemos de ellas. La mayoría de ellas en Chile no cuentan con nombres comunes. Ni hablar de asociar tal o cual oruga a una adulta, diferenciar machos de hembras o de reconocer su planta huésped. Al parecer, como en muchas otras cosas, hemos desaprovechado su gestión diplomática del todo.

En Chile el conocimiento de los lepidópteros ha sido prácticamente exclusivo de entomólogos y taxónomos que han escrito para la academia. Pocos de ellos han incluido ilustraciones como es el caso del magnífico Atlas de Claudio Gay. Los grandes aportes a la historia natural de las mariposas y a su divulgación llegaron recientemente en

los años 70 con los trabajos de Luis Peña y luego Alfredo Ugarte (Peña 1975, Peña y Ugarte 1996).

La escasez de trabajos de divulgación en Chile hace muy difícil la integración de los conocimientos de historia natural, en la escuela. A pesar del indudable interés y atracción que ejercen en los niños, las mariposas permanecen en el espacio de la incompreensión. Tal como los otros representantes del mundo natural. Por desconocimiento y desinterés hemos privilegiado el ingreso de los computadores a las aulas, y mantenemos a los otros seres relegados a un mundo desconocido y ajeno: el mundo natural (Louv 2008). Podríamos quebrar esta tendencia por la vía de los seres más serviciales (plantas y abejas) o los más bellos (las mariposas), pero las experiencias pedagógicas con ellas son escasas. Una en particular y con resultados exitosos fue la emprendida por la profesora María Eugenia Cruzat con el ciclo pre básico del colegio Francisco de Asís. Junto a profesoras y alumnos han criado *Phoebis sennae* (mariposa amarilla o limonera) por varias temporadas para poder observar y estudiar su ciclo de desarrollo y metamorfosis; para ello viverizaron y plantaron árboles de “quebracho” (*Sophora macrocarpa*) atrayendo a sus jardines la puesta de huevos. Una vez obtenidos los huevos alimentaron las cuncunas en terrarios confeccionados con malla de tul que los niños podían ver desde sus ventanas hasta que las mariposas adultas salieron de sus pupas.

## LOS MARIPOSARIOS

En otras latitudes el tema de “las mariposas” cuenta con un nutrido interés no solo en el contexto de la investigación científica o coleccionismo. También hay un creciente interés por la divulgación y por dar un salto a la escuela.

Pocas aulas pueden ser más hermosas que un mariposario: estos son espacios cerrados, acondicionados para cohabitar con las mariposas. Muchos museos importantes les han integrado a sus exhibiciones permanentes. Entre ellos destacan el Smithsonian en Washington y el Museo de Historia Natural de Nueva York. Son espacios que imitan las condiciones originales del ambiente de las especies que contienen. Estas son en muchos casos condiciones tropicales; en este sentido el costo de dichos recintos solo puede ser sostenido por instituciones que cuenten con un número importante de visitantes durante todo el año.

El caso de “Mindo” —pueblo ubicado a las afueras de Quito en el bosque nublado— es un caso interesante: sus



Figura 4. Mariposario en el Smithsonian de Washington.



Figura 5a. Dibujo de mariposa naranja con manchas *Caligo brasiliensis morpheus* (vista ventral de mariposa búho dibujada por Clarita Furniss 3ºbásico, Colegio Sagrada Familia de Reñaca

Figura 5b. Dibujo de mariposa azul *Caligo brasiliensis morpheus* (vista dorsal de mariposa búho dibujada por Diego Jaramillo 3ºbásico, escuela de Mindo).

mariposarios pasaron a ser parte de la identidad local. Toda la vida de este pueblo gira en torno a las mariposas. Hoteles, artesanía, restaurantes, ecoturismo, todo es sostenido por un flujo constante de visitantes atraídos por los mariposarios y un comercio sustentable de pupas de mariposas a otros mariposarios del mundo. El concepto general es, aprovechando su ubicación, establecer una retroalimentación sustentable y positiva con la selva: “si la selva se acaba se acaba el pan”. Un buen alcance de esta relación entre conservación y mariposas de la selva ecuatoriana la desarrolla María Checa (2008) en “Mariposas de Canandé”.

### CONSTRUCCIÓN DE JARDINES PARA MARIPOSAS EN LAS ESCUELAS

¿Es posible repensar la escuela como un espacio dinámico y complejo? El aula se clausura sobre sí misma y los tiempos fragmentados encierran a los alumnos en cajas para aprender mirándole la nuca al compañero.

La estructura conceptual de la escuela, sus tiempos y espacios, incluyendo las salas, datan ya de tres siglos (Foucault 2008). Es hora ya de generar espacios de descubrimiento y asombro en la escuela. Como toda empresa tiene nombre de persona, el salto generalmente lo debe dar un profesor o director motivado con esta visión oxigenada. Dependiendo de la localidad o situación urbana es necesario salir a observar las áreas silvestres colindantes y hacer un registro de las plantas más visitadas, luego investigar sus nombres y la factibilidad de cultivar o conseguir en viveros para crear un espacio de jardines dentro del colegio y así atraer a las mariposas. Una experiencia interesante de educación naturalista la está desarrollando el Colegio Sagrada Familia de Reñaca con flora dunar y que es visitada por más de 12 especies de mariposas en primavera (Elórtégui 2005).

Las mariposas y la historia natural son aportes a la educación que aun tienen un largo camino que recorrer en las escuelas de Chile, pero este camino ya lo están recorriendo profesores, alumnos y científicos reflexivos, intuitivos y apasionados por el mundo natural. El horizonte: una ciencia vivida y pensada, no solo contada.



Figuras 6. Mariposa de cristal (*Methona confusa*).



Figura 7. *Morpho menelaus*.

---

## GLOSARIO

---

**lepidóptera** (polillas y mariposas): *lepidó* significa escama y *ptera*, significa alas. Los lepidópteros son los únicos insectos que tienen estructuras complejas similares a escamas recubriendo en parte o totalmente sus alas (Scoble 1995). Aclaración para niños y noveles: no es polen y si se las sacan igual vuelan, claro si en el proceso no las dañan.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Checa, M. 2008. Mariposas de Canandé. Ed. TRAMA, Quito-Ecuador.
- Elórtgui, S. (ed) 2005. Las Dunas de Concón: el desafío de los espacios silvestres urbanos. Ed. Taller La Era, Viña del Mar, Chile.
- Foucault M. 2008. Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión. Siglo XXI Editores, Buenos Aires.
- Gay C. 1854. Atlas de la Historia Física y Política de Chile, reedición 2004, LOM Ediciones, Santiago, 2 tomos.
- Louv, R. 2008. Last Child in the Woods: Saving Our Children From Nature-Deficit Disorder. Algonquin Books, Chapel Hill, USA.
- Peña, L. 1975. Guía para reconocer las mariposas de Chile, en Expedición a Chile. Ed. Gabriela Mistral, Santiago, Chile.
- Peña, L. Ugarte, A. 1996. Las Mariposas de Chile. Ed. Universitaria, Santiago.
- Scoble, M. 1995. The Lepidoptera: Form, Function and Diversity. Oxford University Press, USA.

## El nacimiento de una polilla

Camila López Vallejos  
Estudiante de Biología  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
camilaclv@gmail.com

*Manduca* spp. es una polilla que pertenece al orden de los Lepidópteros, familia Sphingidae. En nuestro país podemos encontrar 3 especies, que se ubican en diferentes zonas del territorio. Puede generar problemas económicos, ya que se considera una plaga para determinados cultivos. Los capullos de estas polillas los podemos encontrar en el suelo protegidos por algún elemento, ya sea bajo cortezas, en pequeñas cuevas, etcétera.

### SEMANA 1

**Día 1: Lunes 8 de noviembre del 2010**

**19:30 horas**

Me regalan un capullo (Figura 1) encontrado en un cerro de la quinta región de nuestro país.

Cuando llega a mis manos hace 5 años que lo han encontrado, por lo que supongo que es solo el cascarón: después de tanto tiempo, es difícil que haya sobrevivido en ese estado. Sin embargo, al momento de tomarlo comienza a moverse. Durante la primera semana lo observo y lo dejo cada día unos minutos al sol.

**Día 6: sábado 13 de noviembre del 2010**

Me doy cuenta de que el cascarón comienza a verse más transparente. Pueden observarse los colores del abdomen de la polilla que se está desarrollando en su interior. Al tacto, se siente más blando.



Figura 1. Capullo de *Manduca* spp. Fotografía tomada el martes 9 de noviembre.

### SEMANA 2

**Día 10: miércoles 17 de noviembre del 2010**

**4:00 horas**

Escucho unos crujidos y sé inmediatamente que ha llegado el momento. La saco del frasco en donde está y busco mi



Figura 2. *Manduca* spp. posada en una rama. Miércoles 17 de noviembre, 4:30 horas.



Figura 3. *Manduca* spp. posada en una rama. Miércoles 17 de noviembre, 10:00 horas.

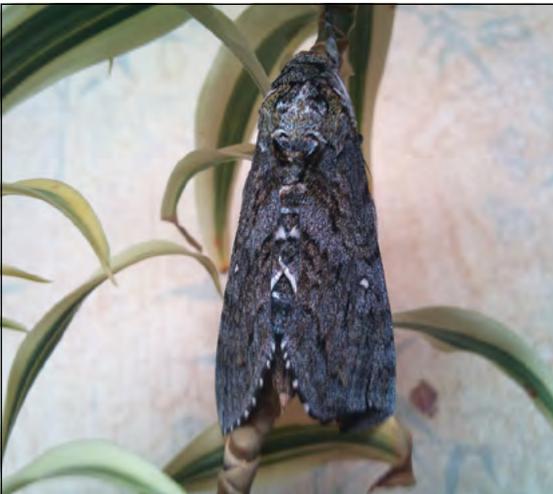


Figura 4. *Manduca* spp. posada en una rama, con sus alas secas y con su tamaño y posición definitivos. Miércoles 17 de noviembre, 15:00 horas.

teléfono celular para grabarla. En ese instante comienza a luchar para liberarse. Noto que tiene dificultad, así que, sin intervenir mucho en este proceso, la ayudo a salir.

#### 4:15 horas

Queda totalmente liberada y comienza a secretar un líquido oscuro por su abdomen (meconio), en gran cantidad. Me puedo percatar de que sus alas son muy pequeñas con respecto al resto de su cuerpo. Al mismo tiempo que este fluido sale de su abdomen, la polilla camina rápidamente, al parecer en busca de algún lugar que le proporcione altura.

#### 4:25 horas

La tomo con cuidado y la llevo a una planta.

#### 4:30 horas

Deja de trepar por las ramas. Se queda inmóvil, con sus alas hacia abajo, y de a pocos comienza a enrollar su probóscide (Figura 2).

#### 5:30 horas

La polilla está aún en la misma posición en que se había quedado. Me doy cuenta de que sus alas comienzan a secarse y a expandirse poco a poco.

#### 6:10 horas

Sus alas ya alcanzan el largo de su abdomen; aun así, se notan húmedas y angostas en comparación con otras polillas de su tamaño.

#### 6:20 horas

La tomo cuidadosamente y la traslado a una habitación más cerrada. Ahí se instala otra vez en una rama, en la misma posición anterior.

#### 10:00 horas

Su probóscide está completamente enrollada y sus alas ya se encuentran definidas; aunque en una posición perpendicular al abdomen, se notan más firmes y estiradas (Figura 3). Ahora se aprecia el diseño de sus alas, de color gris, con líneas negras y manchas café claro y blancas. Su abdomen es de un color entre café y gris; en cada lado hay unas manchas amarillas de borde negro y entre cada mancha se ven franjas de color blanco.

#### 15:00 horas

Sus alas se encuentran totalmente estiradas, endurecidas y secas. Han cambiado de posición: ahora cubren el abdomen



Figura 5. *Manduca* spp. con alas extendidas. Viernes 19 de noviembre.

en la forma característica de las polillas y su probóscide se encuentra oculta (Figura 4).

#### Día 11: Jueves 18 de noviembre de 2010

Esta polilla no hace mucho. De vez en cuando vuela por la habitación y se queda detrás de algún mueble, por lo que tengo que tomarla con cuidado y volver a dejarla en la planta.

#### Día 12: Viernes 19 de noviembre de 2010

Este día la polilla se encuentra muy dócil: deja que la tome

y se queda inmóvil en mis manos, por lo que puedo tomarle varias fotos (Figura 5).

#### Día 13: Sábado 20 de noviembre de 2010

Decido dejarla cerca de una ventana abierta. No ha esperado cinco años en estado de pupa para eclosionar y permanecer encerrada dentro de una habitación. Tiene que volar libre, por lo que decido dejar cerca de una ventana abierta la planta en la que siempre se posa. Luego de unas horas la voy a ver y ya no está, ha volado hacia su libertad. Solo me queda de ella el cascarón de su capullo y la experiencia de haber presenciado este hermoso acontecimiento.

---

## GLOSARIO

---

**capullo** = cápsula en la cual las polillas se encierran para protegerse durante el estado sésil de la metamorfosis

**meconio** = sustancia viscosa de desecho, producida en el estado sésil, que posteriormente el adulto elimina por el ano después de la eclosión.

**probóscide** = apéndice alargado y tubular, utilizado para alimentarse.

## Las fitolacáceas de Chile Ilustraciones y herbarios históricos

Mélica Muñoz-Schick

Curadora emérita Museo Nacional de Historia Natural  
mmunoz@mnhn.cl

La familia comprende 17 géneros y cerca de 70-80 especies de zonas tropicales y subtropicales de América, pero también hay especies en África, Australia y Hawái.

Reiche (1911) realiza el primer tratamiento de la familia en Chile y luego vendría Sparre en 1954. Posterior-

mente, y después de varias interpretaciones, la familia se ha subdivido en 6 subfamilias: Phytolacchoideae, Rivinoideae, Microteoideae, Agdestioideae, Stegnospermoideae y Barbeuioideae (Nowicke 1968); las especies chilenas están incluidas en la subfamilia Phytolacchoideae, con 3 géneros: *Anisomeria*, *Ercilla* y *Phytolacca*.

Las especies son poco frecuentes o poco recolectadas, y la taxonomía está aún poco clara, principalmente las especies de *Phytolacca* para Chile.

En cuanto a sus relaciones geográficas, los géneros *Anisomeria* y *Ercilla* pertenecen al elemento florístico Endémico, es decir, presentes solo en Chile continental; en cambio *Phytolacca* pertenece al elemento florístico Pantropical, ya que la mayoría de sus especies se encuentran en los trópicos, a veces extendiéndose a áreas subtropicales o templadas (Moreira-Muñoz 2011).

***Anisomeria* D. Don, Edinb. New Phil. Jour. 13: 238, 1832.**

*Anisomeria* = del griego, 'desigual' y 'partes', ya que los angostos frutos son de porte desigual.

Género con 2 especies endémicas de Chile.

***Anisomeria coriacea* D. Don, Edinb. New Phil. Jour. 13: 238, 1832, "pircún de cordillera".**

Sinónimos: *Anisomeria drastica* (Bertero) Moq., *Pircunia drastica* Bertero, *Phytolacca drastica* (Bertero) Poepp. & Endl.

Arbusto débil o hierba suculenta de tallos rojizos, con base leñosa, que alcanza hasta 30-40 cm de alto. Hojas suculentas o coriáceas, ovadas, raramente lanceoladas o espatuladas, onduladas, más de 6 cm de largo por 3 cm de ancho, con peciolo muy corto. Flores sésiles, en espigas alargadas de



Figura 1A. *Anisomeria coriacea*, dibujo original de Poeppig en Poepp. et Endl., Nov. Gen. et Sp. Pl. 1: 26, t. 43, 1835 [como *Phytolacca drastica* (Bert.) P. et E.].



Figura 1B. *Anisomeria coriacea*, dibujo original de Poeppig en Poepp. et Endl., Nov. Gen. et Sp. Pl. 1: 26, t. 44, 1835 [como *Phytolacca drastica* (Bert.) P. et E.].  
 Figuras 1C. *Anisomeria coriacea*, Herbario SGO (frutos). Figura 2A. *Anisomeria littoralis*. En Poepp. et Endl. Nov. Gen. et Sp. Pl. 1: 27, t. 45, 1835 (como *Phytolacca littoralis* Poepp. et Endl.). Figura 2B. Herbario SGO (flores).



Figura 3A. *Ercilla spicata*. En Bot. Misc. 3: 168, t.102, 1833 [como *Bridgesia spicata* (Bert.) H. et A.]. Figura 3B. Herbario SGO (flores).

hasta 25 cm de largo, de color rojizo, sin pétalos. Fruto: 5-6 drupas de color café-rojizo.

Florece en primavera.

Vive entre las regiones de Coquimbo a Maule.

La raíz, napiforme, se usa en medicina popular como purgativa, pero debe emplearse en muy pequeñas dosis (Muñoz *et al.* 1981). (Figura 1)

***Anisomeria littoralis*** (Poepp. et Endl.) Moq., en DC., Prod. 13(2): 25, 1849, "pircún, pirco, congrio".

Sinónimos: *Phytolacca chilensis* Miers, nom. nud., *Phytolacca littoralis* Poepp. & Endl., *Anisomeria chilensis* Miers ex H. Walter.

Arbusto semiapoyante, con hojas en su mayoría fasciculadas, succulentas o coriáceas, ovado-elípticas, de base obtusa o raramente atenuada, de hasta 5 cm de largo y 2 cm de ancho. Pecíolos de 1,5 cm de largo. Flores pediceladas, en inflorescencias racemosas, de más de 7 cm de largo, de color rojizo, sin pétalos. Fruto: 3-5 drupas de color morado. Florece a fines de primavera.

Vive entre las regiones de Antofagasta y Maule. (Figura 2) Los frutos de ambas especies, de color intenso, que maduran a fines de verano o en otoño, son tóxicas y producen intensos trastornos gastrointestinales (Riedemann & Aldunate 2001).

***Ercilla* A. Juss., Ann. Sci. Nat. 25: 11, 1832.**

*Ercilla* = En honor del poeta de La Araucana, Alonso de Ercilla y Zúñiga.

Género con 2 especies de Chile.

***Ercilla spicata*** (Bert.) Moq., in DC., Prod. 13(2): 35, 1849, "voqui-traro, voqui-auca, coralillo, siete huiras".

Sinónimos: *Ercilla volubilis* A. Juss., *Galvezia spicata* Bertero, *Suriana volubilis* (A. Juss.) Dombey & Cav. ex D. Don, *Bridgesia spicata* (Bertero) Hook. & Arn., *Apodostachys densiflora* Turcz., *Phytolacca volubilis* (A. Juss.) Heimerl.

Arbusto trepador de tallos delgados, color rojizo oscuro. Hojas delgadas o coriáceas, glabras, pecioladas, ovado u ovado-elípticas, base cordada u obtusa, bordes enteros o algo ondulados. Flores en inflorescencias como espigas, axilares o raramente terminales, muy perfumadas, de color blanco-verdoso o rosado, sin pétalos. Fruto: 4-8 drupas de color rojo coral que maduran durante el verano. Florece en invierno-primavera. (Figura 3)

Vive entre las regiones de Valparaíso y la de Los Lagos.

***Ercilla syncarpellata*** Nowicke. Descrita por dicha autora en 1969, la única diferencia con *E. spicata* es que tiene los

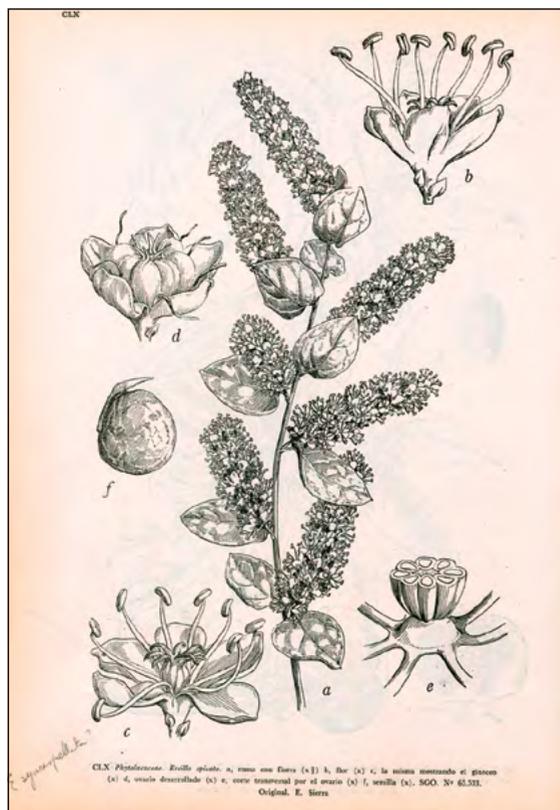


Figura 4. *Erccilla syncarpellata*. En Muñoz C., Sinopsis de la flora chilena, lámina CLX, Edic. Univ. Chile, 1966 (como *Erccilla spicata*).



Figura 5. *Phytolacca bogotensis*. Herbario SGO.

carpelos unidos en vez de libres, pero habría que realizar mayores observaciones porque se podría deber al nivel de maduración de los carpelos.

Reiche (1911), en su tratamiento sobre la familia, indica, por ejemplo, que en *Phytolacca* los frutos son apocárpicos con 5-16 carpelos libres o sincápicos, lo cual también se presentaría entonces en el género *Erccilla*. (Figura 4) Vive en las regiones de Maule, Los Lagos y Aysén.

#### *Phytolacca* L., Sp. Pl. 441, 1753.

*Phytolacca*, del griego *phyto*, 'planta' y del latín *lacca*, 'barniz', porque el fruto es de un hermoso color rojoromado brillante.

Género: 25 especies de distribución cosmopolita, generalmente en zonas tropicales; en Chile, 2 especies.

*Phytolacca bogotensis* H.B.K., Nov. Gen. Sp. Pl. 2: 183, 1817, "carmín", de distribución compartida con Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú. Sinónimos: *Phytolacca australis* Phil., *Phytolacca bogotensis* Kunth var. *australis* (Phil.) Hauman, *Phytolacca micrantha* H. Walter, *Phytolacca parviflora* Hauman.

Fitogeográficamente es interesante el hecho de que la especie es de zonas tropicales, sin embargo en Chile y Argentina habita la zona centro-sur de ambos países (Zuloaga et al., 2008).

Hierba más o menos suculenta, de hasta 2 m de alto. Hojas lanceoladas a elípticas, enteras, generalmente cartáceas y blanco punteadas, de hasta 18 cm de largo por 7 cm de ancho. Flores cortamente pediceladas, con un verticilo estaminal, en inflorescencias espigadas, en general más cortas que las hojas. Fruto: una baya de carpelos unidos, con 7-10 surcos, de color rojizo brillante. (Figura 5).

Vive entre las regiones de Biobío y Los Lagos.

*Phytolacca chilensis* (Miers ex Moq.) H. Walter, Pflanzenreich IV, 83 (Heft 39): 45, 1909.

Sinónimo: *Pircunia chilensis* Miers ex Moq.

Se diferencia de la anterior por las flores con 2 verticilos estaminales y espiga alargada del mismo largo o más que las hojas. Fruto de carpelos libres.

El ejemplar tipo de Miers, depositado en Kew, solo dice "Chile", sin localidad.

En el Herbario SGO existen dos ejemplares con este nombre, uno de Bertero, de la localidad de Rancagua, colectado



Figura 6. *Phytolacca chilensis*. Herbarios de Bertero (A) y Gay (B), (Herbario SGO).

en 1828; y otro de Gay, de Santiago. Ambos indican en la etiqueta “planta cultivada”. (Figura 6)

Vive en las regiones Metropolitana y de O’Higgins.

## BIBLIOGRAFÍA

- Moreira-Muñoz A. 2011. Plant geography of Chile. Plant and Vegetation, vol. 5, Springer, 343 pp.
- Muñoz C. 1966. Sinopsis de la flora chilena. Edic. Univ. Chile, 500 pp.
- Muñoz M, E Barrera & I Meza, 1981. El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Publicación ocasional, MNHN 33: 1- 91.
- Nowicke J. 1969. Palynotaxonomic study of the Phytolaccaceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 55(3): 294-363.
- Reiche C. 1911. Flora de Chile 6: 140-145.
- Riedemann P & G Aldunate. 2001. Flora nativa de valor ornamental. Chile, zona centro. Edit. A. Bello, 566 pp.
- Sparre B. 1954. Las Phytolaccaceae de Chile. Revista Univ. (Santiago) 39: 159-166.
- Zuloaga FO, O Morrone & MJ Belgrano (eds). 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, vol. 107, 3 vols., Missouri Botanical Garden, St. Paul, MO.

## Conectando la ecología de una especie con la conservación de ecosistemas: el caso del monito del monte (*Dromiciops gliroides*)

Francisco E. Fontúrbel  
Laboratorio de Ecología Evolutiva.  
Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de  
Ciencias, Universidad de Chile,  
[fonturbel@ug.uchile.cl](mailto:fonturbel@ug.uchile.cl)

Jaime E. Jiménez  
Programa de Conservación Biocultural y  
Department of Biological Sciences,  
University of North Texas, Denton, Estados Unidos.  
Parque Etnobotánico Omora,  
Universidad de Magallanes, Puerto Williams, Chile

Los ecosistemas terrestres vienen siendo modificados por el ser humano desde hace cientos de años, con diferentes niveles de intensidad y tipos de perturbación a lo largo de la historia (Armesto *et al.* 2010). Sin embargo, el acelerado crecimiento de la población humana posrevolución industrial ha llevado también a una mayor presión sobre los

recursos naturales, los que deben abastecer a una población cada vez más numerosa y que demanda más bienes y servicios ambientales (por ejemplo, alimentos, agua limpia, espacio). La masiva modificación del uso del suelo para diversas actividades productivas ha llevado a una crisis de la biodiversidad (Sala *et al.* 2000), de la cual los científicos y las autoridades han pasado a formar parte activa en los últimos 20 años. Actividades humanas como la ganadería extensiva o la expansión de la frontera agrícola han llevado a la pérdida, fragmentación y degradación de los hábitats naturales, comprometiendo la persistencia, a largo plazo,



Figura 1. Ejemplar de monito del monte registrado en los bosques de Nahuelbuta (fotografía: Jaime E. Jiménez, 1984).

de las especies nativas de éstos.

Los bosques templados lluviosos del sur de Chile y Argentina resultaron fuertemente intervenidos durante los siglos XIX y XX a raíz de la colonización y población masiva de esta parte del continente. Estos bosques están considerados un *hotspot* de biodiversidad debido a su alto número de endemismos (Mit-

termeier *et al.* 2005), por lo que su conservación debería ser una prioridad. Sin embargo, el desarrollo económico de la región ha generado una pérdida de 70% del bosque original en los sectores altos (Echeverría *et al.* 2006) y casi completa en la depresión intermedia. Por tal razón, destaca la importancia de conservar los remanentes de bosque que aún persisten.

En un trabajo recientemente publicado (Fontúrbel & Jiménez 2011), examinamos las implicancias ecosistémicas que tendría garantizar la persistencia del monito del monte (*Dromiciops gliroides* Thomas), un marsupial endémico de



**Figura 2.** Un quintral en flor, registrado en los bosques de Cascadas, comuna de Puerto Varas (fotografía: Francisco E. Fontúrbel, 2008). **Figura 3.** Ejemplar de picaflor chico, registrado en los bosques de Cascadas, comuna de Puerto Varas (fotografía: Francisco E. Fontúrbel, 2008).

estos bosques. Sobre la base de este trabajo y otros anteriores (Fontúrbel & Jiménez 2009, Fontúrbel *et al.* 2010), ilustramos cómo conectar el conocimiento ecológico de esta especie con la conservación del ecosistema donde habita.

El monito del monte (Figura 1) es una especie muy particular en el contexto del bosque templado austral, ya que es la única especie viviente del orden Microbiotheria, un linaje antiguo de marsupiales australianos (Nilsson *et al.* 2004). La evidencia molecular y filogenética sugiere que este marsupial pasó de Australia a Sudamérica antes de la separación de Gondwana, en estricta asociación con su hábitat, compuesto de bosques de antiguo crecimiento dominados por *Nothofagus* spp. y *Araucaria araucana* (Hershkovitz 1999).

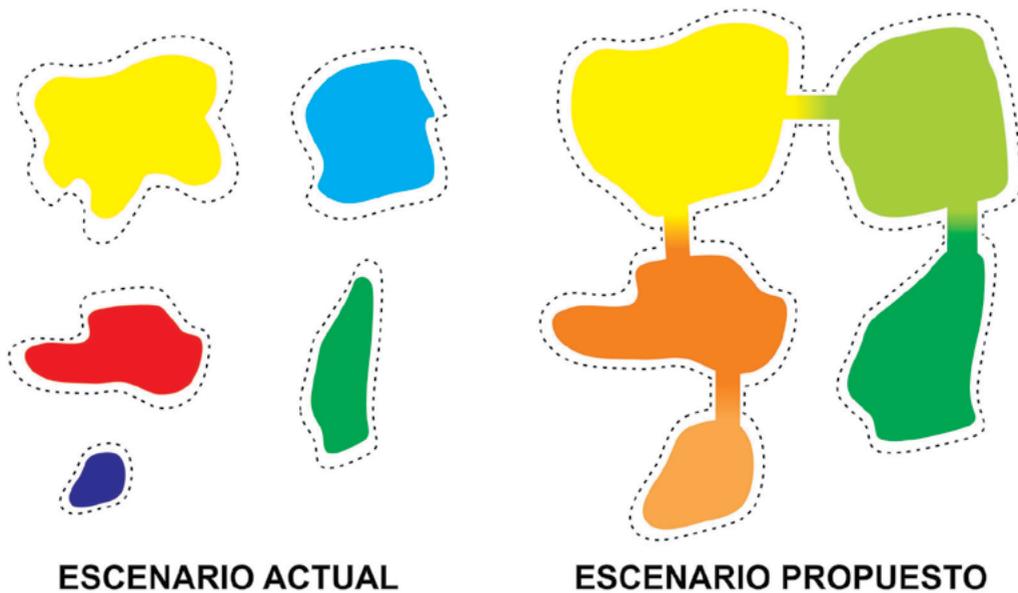
Esta especie desempeña un papel ecológico muy importante en la dispersión de semillas de al menos diez

especies de plantas nativas, entre las que se encuentran el olivillo (*Aextoxicon punctatum*), la luma (*Amomyrtus luma*), el maqui (*Aristotelia chilensis*), el roblecillo (*Azara microphylla*), el canelo (*Drimys winteri*), el arrayán (*Luma apiculata*), la luma blanca (*Myrceugenia chrysocarpa*), el sauco del diablo (*Pseudopanax laetevirens*), el arrayán espinoso (*Rhaphithamnus spinosus*) y la zarzaparrilla (*Ribes magellanicum*) (Amico *et al.* 2009).

Un caso especial de esta relación mutualista se presenta entre el monito del monte y el quintral (*Tristerix corymbosus*, Figura 2), especie de planta parásita de la familia de las lorantáceas, que depende del monito como único agente conocido de dispersión en los bosques templados (Amico *et al.* 2011). Esta relación mutualista incluye un tercer actor, el picaflor chico (*Sephanoides sephanioides*, Figura 3), único polinizador conocido del quintral, que usa esta planta como su principal recurso alimenticio durante la época invernal (Aizen 2003). Por lo tanto, su conservación debería ser una prioridad no solo por su unicidad evolutiva, sino por su importancia como agente de regeneración natural de los bosques vía la dispersión de semillas, y por ser un agente indirecto de la mantención de biodiversidad mediante la conservación de las interacciones ecológicas de primer (monito-quintral-picaflor) y segundo orden (monito-otras plantas dispersadas, picaflor-otras plantas polinizadas, quintral-otras plantas frugívoras). Sin embargo, esta especie se ve amenazada por la pérdida y la degradación de su hábitat, ya que depende de la estructura tridimensional del bosque (Hershkovitz 1999) y debido a que no es capaz de moverse en matrices no forestales (Fontúrbel *et al.* 2010).

El monito del monte se presenta como un “arquitecto ecológico” del bosque templado lluvioso (Fontúrbel & Jiménez 2011), ya que su actividad frugívora influencia positivamente la regeneración natural del bosque y es capaz de determinar la configuración espacial de las plantas (García *et al.* 2009). Más aún, asegura el éxito reproductivo de diversas especies con frutos carnosos de las que se alimentan muchas otras especies nativas (en especial aves), e indirectamente mantiene los servicios de polinización del picaflor chico al permitir el reclutamiento del quintral. Por lo tanto, la persistencia de este marsupial en el bosque templado lluvioso ayuda a la conservación de múltiples especies nativas (plantas y animales) asociadas a él.

Para mantener poblaciones viables de monito del monte en los remanentes de bosque templado lluvioso es necesario tomar en cuenta dos aspectos centrales: la estructura y la conectividad (Fontúrbel & Jiménez 2011). En el componente *estructura* se toman en cuenta los aspectos de la geometría del área (tamaño, forma, borde) y la



**Figura 4.** Comparación de la situación actual y el escenario propuesto. La línea punteada representa el máximo potencial de dispersión del mono del monte. Las diferencias de color entre los fragmentos de bosque denotan una mayor diferencia estructural entre ellos.

presencia de elementos clave como la cobertura del dosel, la densidad de árboles, la presencia de bambú (*Chusquea* spp.) y la densidad de ramas, factores que determinan la textura del hábitat y proveen refugio y vías de movimiento (Fischer *et al.* 2008) a este marsupial. La *conectividad* se refiere a generar vías forestadas de dispersión a nivel del paisaje, que permitan a los monitos moverse entre parches de bosque (Figura 4).

En una mirada más amplia, manejar la estructura y la conectividad del hábitat según los requerimientos del mono del monte redundaría en una mejora de la calidad del hábitat, beneficiando indirectamente a muchas otras especies dependientes del bosque (por ejemplo, aves de la familia de los rinocriptidos, Castellón & Sieving 2006). De esta forma, la conservación del mono se convierte en una estrategia paraguas para conservar a muchas otras especies nativas dependientes del bosque, y que también se ven amenazadas por la destrucción, degradación y fragmentación del hábitat. Manejar los remanentes actuales de bosque hacia una situación como la que se propone aquí necesita tanto el compromiso de las instituciones gubernamentales involucradas (Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Nacional Forestal-CONAF, Comisiones Regionales de Medio Ambiente-COREMA) como el

compromiso y el cambio actitudinal de la población para crear conciencia de la necesidad de mantener la calidad del hábitat (por ejemplo, evitando la extracción del detrito leñoso grueso o evitando el pastoreo de ganado en lugares con plántulas nativas).

---

#### AGRADECIMIENTOS

---

Nuestra gratitud a Andrés Moreira por la invitación a escribir este artículo. Agradecemos también a Nelson Cárdenas y Eduardo Silva por su valiosa colaboración durante el desarrollo del proyecto.

---

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Aizen MA. 2003. Influences of animal pollination and seed dispersal on winter flowering in a temperate mistletoe. *Ecology* 84(10): 2613-2627.

- Amico GC, MA Rodríguez-Cabal & MA Aizen. 2009. The potential key seed-dispersing role of the arboreal marsupial *Dromiciops gliroides*. *Acta Oecologica* 35: 8-13.
- Amico GC, MA Rodríguez-Cabal & MA Aizen. 2011. Geographic variation in fruit colour is associated with contrasting seed disperser assemblages in a south-Andean mistletoe. *Ecography* 34(2): 318-326.
- Armesto JJ, D Manuschevich, A Mora, C Smith-Ramirez, R Rozzi, AM Abarzúa & PA 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.
- Castellón TD & KE Sieving. 2006. Landscape history, fragmentation, and patch occupancy: models for a forest bird with limited dispersal. *Ecological Applications* 16(6): 2223-2234.
- Echeverría C, D Coomes, J Salas, JM Rey-Benayas, A Lara & A Newton. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forest. *Biological Conservation* 130(4): 481-494.
- Fischer J, DB Lindenmayer & R Montague-Drake. 2008. The role of landscape texture in conservation biogeography: a case study on birds in south-eastern Australia. *Diversity and Distributions* 14: 38-46.
- Fontúrbel FE & JE Jiménez. 2009. Underestimation of abundances of the monito del monte (*Dromiciops gliroides*) due to a sampling artifact. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1357-1362.
- Fontúrbel FE, EA Silva-Rodríguez, NH Cárdenas & JE Jiménez. 2010. Spatial ecology of monito del monte (*Dromiciops gliroides*) in a fragmented landscape of southern Chile. *Mammalian Biology* 75(1): 1-9.
- Fontúrbel FE & JE Jiménez. 2011. Environmental and ecological architects: guidelines for the Chilean temperate rainforest management derived from the monito del monte (*Dromiciops gliroides*) conservation. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 203-211.
- García D, MA Rodríguez-Cabal & G Amico. 2009. Seed dispersal by a frugivorous marsupial shapes the spatial scale of a mistletoe population. *Journal of Ecology* 97: 217-229.
- Hershkovitz, P. 1999. *Dromiciops gliroides* Thomas, 1894, last of the Microbiotheria (Marsupialia), with a review of the family Microbiotheriidae. *Fieldiana Zoology* 93: 1-60.
- Mittermeier RA, PR Gil, M Hoffman, J Pilgrim, T Brooks, CG Mittermeier, J Lamoreux & GAB da Fonseca (eds.). 2005. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. CEMEX, Monterrey, México.
- Nilsson MA, U Arnason, PBS Spencer & A Janke. 2004. Marsupial relationships and a timeline for marsupial radiation in South Gondwana. *Gene* 340: 189-196.
- Sala OE, FS Chapin, JJ Armesto, E Berlow, J Bloomfield, R Dirzo, E Huber-Sanwald, LF Huenneke, RB Jackson, A Kinzig, R Leemans, DM Lodge, HA Mooney, M Oesterheld, NL Poff, MT Sykes, BH Walker, M Walker & DH Wall. 2000. Biodiversity. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287(5459): 1770-1774.

# Forma de crecimiento y protecciones foliares: una estrategia de sobrevivencia en plantas altoandinas de la zona central de Chile

Ana María Mujica

Departamento de Ciencias Vegetales  
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
amujicar@uc.cl

## INTRODUCCIÓN

La vegetación altoandina se ubica entre los 2000 y 3000 metros de altitud, donde las condiciones abióticas son extremas y altamente estresantes para el desarrollo y crecimiento de las plantas (Luebert & Pliscoff 2006); fuertes vientos, bajas temperaturas, alta radiación solar, inestabilidad del sustrato y una estación corta de crecimiento (Cavieres *et al* 2000). Estas condiciones limitan la disponibilidad de agua que las plantas necesitan para su óptimo crecimiento y reproducción, condicionando su forma de crecimiento.

La comunidad vegetal altoandina mediterránea de Chile central se encuentra representada en un porcentaje importante por arbustos esclerofilos caméfitos de forma achaparrada en forma de cojines (Molina-Montenegro *et al.* 2005). Los arbustos esclerofilos se caracterizan por ser bajos, con yemas de renuevo muy cercanas al suelo los que presentan alta densidad de ramas o tallos entrecruzados con hojas revolutas que suelen modificarse en espinas, en algunos casos estos órganos están ausentes y en algunos casos reemplazadas por brácteas protectoras.

La forma de crecimiento de una especie vegetal se puede resumir como un complejo de caracteres vegetativos y reproductivos genéticamente constantes, que varían solo dentro de un rango específico de plasticidad fenotípica (Meusel *et al.* 1977). El estudio de las formas de crecimiento es comparativo y va unido al análisis de las interacciones con el hábitat; toma en cuenta las etapas sucesivas que

llevan a la construcción del cuerpo de la planta desde la germinación, y analiza además las distintas fases fenológicas por las que atraviesa durante el año (Montenegro & Ginocchio 1992).

En las últimas décadas han surgido importantes aportes que permiten un enfoque dinámico e integral del crecimiento de una planta, un enfoque morfológico que induce a la forma de crecimiento y la arquitectura metamérica de la misma (Perreta & Vegetti 2005). La arquitectura vegetal es una disciplina científica que comenzó alrededor de 30 años atrás, aplicable a cualquier tipo de plantas; y que ha sido estudiada por diversas “escuelas” de botánicos. Desde sus inicios, ella ha provisto de poderosas herramientas para estudiar y entender el crecimiento de determinadas especies y su comportamiento a nivel de comunidad. El análisis arquitectural permite entender cómo se construye una planta, por dónde crece una planta, dónde se ubican las zonas meristemáticas (yemas de renuevo), qué tipo de ramas originan éstas y cómo tal desarrollo se reitera en el tiempo (Barthelémy & Caraglio 2007).

En el análisis de las relaciones planta-ambiente, la forma de crecimiento (arquitectura) y la caracterización anatómica de las hojas son una herramienta para interpretar caminos distintos que han seguido las plantas para adaptarse a un determinado ambiente en el cual deben sobrevivir y reproducirse exitosamente.

El patrón arquitectónico representa la estrategia de crecimiento global de la planta. La formación de módulos y su disposición está dada por la diferenciación de los

meristemas responsables (yemas de renuevo) de formar estos módulos arquitectónicos (Montenegro & Ginocchio 1999).

Por otro lado, las hojas —órgano fotosintético por excelencia— son las que mejor reflejan las adaptaciones desarrolladas por las plantas para sobrevivir en ambientes altamente estresantes. Exhiben una multiplicidad de características xeromórficas que les ayudan a conservar el agua (Montenegro & Ginocchio 1993), a evitar el daño producido por la radiación ultravioleta y a protegerse de las bajas temperaturas imperantes en los ecosistemas de montaña.

El objetivo de este estudio fue determinar patrones arquitectónicos de crecimiento de arbustos dominantes del matorral esclerófilo altoandino e identificar sus caracteres morfológicos foliares desarrollados como estrategias de protección contra los factores abióticos limitantes de su desarrollo.

## METODOLOGÍA

El sitio de estudio correspondió a La Parva (33°19' S, 69°17' O), a 2800 metros de altitud y 50 km al este de Santiago. En el lugar domina un matorral esclerófilo bajo caracterizado por especies leñosas achaparradas y un estrato herbáceo estacional. El clima imperante es templado mediterráneo microtermal subhúmedo

Las especies leñosas dominantes se identificaron mediante el sistema de línea interceptada. Se seleccionaron tres lugares y en cada uno de ellos se dispusieron cuatro

transectos lineales de 30 m de largo paralelos entre sí, separados por 20 m, con el fin de registrar las especies leñosas interceptadas en cada transecto.

Se estimó la cobertura relativa de las especies leñosas y se consideraron especies dominantes aquellas que mostraron una cobertura de más de 10%. Luego se seleccionaron 10 individuos de cada especie dominante y se marcaron 20 ramas de cada uno, al azar, con la finalidad de estudiar patrones de crecimiento.

Durante el período libre de nieve se realizaron visitas periódicas mensuales al sitio de estudio para hacer inspecciones visuales del crecimiento vegetativo de las ramas marcadas en cada individuo. Con los antecedentes recogidos se caracterizaron las especies dominantes y se determinó el patrón arquitectónico de cada una de ellas. Se recolectaron hojas maduras de cada especie para prepararlas en laboratorio y posteriormente analizarlas en el microscopio electrónico de barrido (MEB).

## RESULTADOS CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DEL DOSEL DE ESPECIES LEÑOSAS DOMINANTES ALTOANDINAS

Se consideró como especies leñosas dominantes aquellas que presentaron una cobertura de más de 10% (Tabla 1). Teniendo en cuenta esta condición, las especies dominantes

**TABLA 1.** COBERTURA RELATIVA DE LAS ESPECIES ARBUSTIVAS ENCONTRADAS EN EL SITIO DE ESTUDIO

Especies vegetales	Cobertura (%)												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	RAC
<i>Acaena digitata</i> Phil.	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,5
<i>Anarthrophyllum andicola</i> (Gill. ex H. et A.) F. Phil.	3,0	2,7	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	4,0	9,3	2,2
<i>Berberis empetrifolia</i> Lam.	31,5	34,0	43,7	15,3	4,3	7,0	2,3	5,0	1,3	1,7	8,7	1,3	13,0
<i>Chuquiraga oppositifolia</i> D. Don	20,0	19,0	27,3	37,0	5,0	18,0	0,7	29,3	2,3	1,7	4,7	1,0	13,8
<i>Ephedra chilensis</i> Miers	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	7,0	2,0	2,3	5,7	12,3	16,0	8,3	4,6
<i>Haplopappus schumannii</i> (O. K.) Br. Et Clark	0,0	0,0	1,7	16,7	0,0	7,3	2,7	5,3	9,7	2,3	4,0	2,3	4,3
<i>Nardophyllum lanatum</i> (Meyer) Cabr.	0,0	4,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,2	0,9
<i>Nassauvia axillaris</i> (Lag.) D. Don	1,5	1,0	0,7	7,0	4,0	7,0	9,0	0,0	34,3	65,7	63,0	46,0	19,9
<i>Tetraglochin alatum</i> (Gill. ex H. et A.) O. K.	0,0	0,0	0,0	0,0	44,3	33,7	49,3	17,0	13,3	1,0	12,0	0,0	14,2
Sin cobertura vegetal	30,5	33,0	13,3	29,7	40,7	22,7	32,7	38,3	27,3	14,3	20,7	14,0	26,4

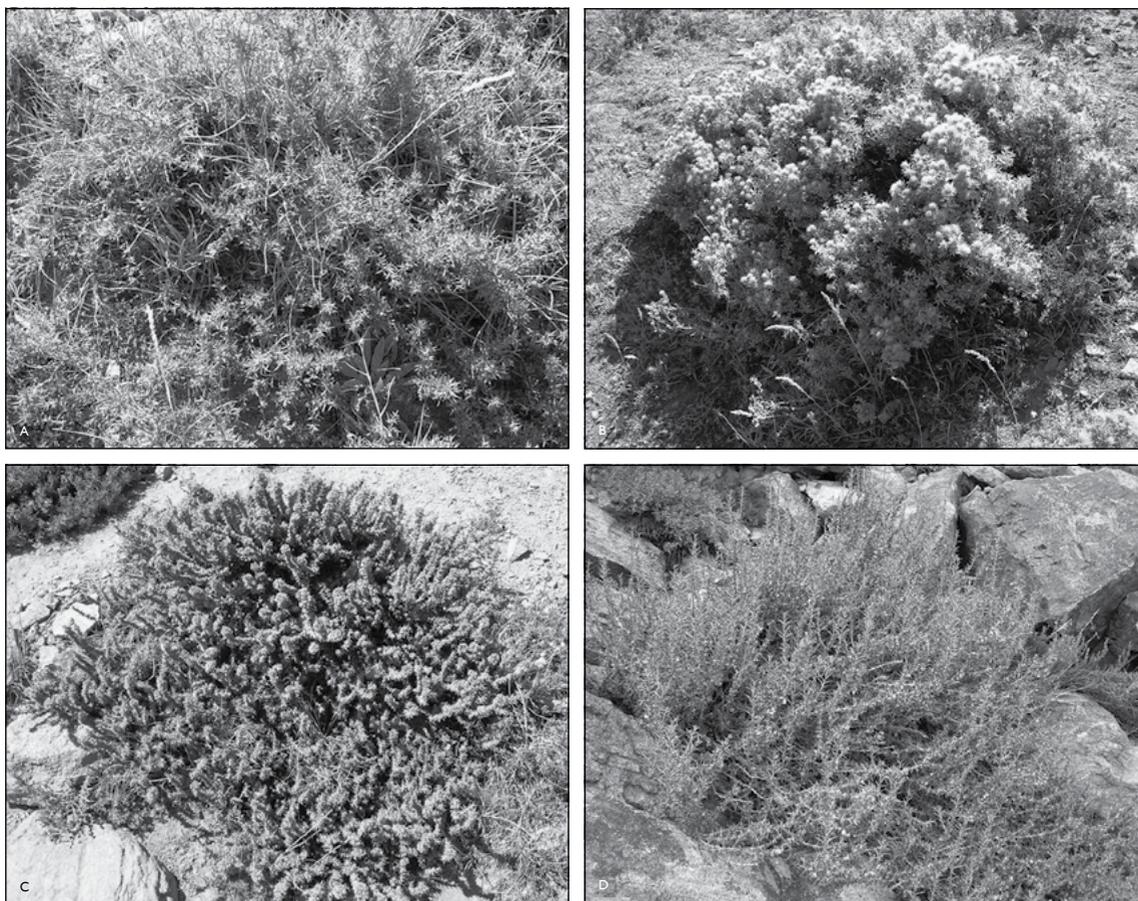


Figura 1. Forma de vida (caméfito) de las cuatro especies estudiadas en el matorral montano. A: *Berberis empetrifolia*; B: *Chuquiraga oppositifolia*; C: *Nassauvia axillaris*; D: *Tetraglochin alatum*.

correspondieron a *Berberis empetrifolia* (13%), *Chuquiraga oppositifolia* (13,8%), *Nassauvia axillaris* (19,9%) y *Tetraglochin alatum* (14,2%) (Figura 1).

Los tipos de ramas o módulos arquitectónicos encontrados en las 4 especies dominantes seleccionadas fueron dolicoblastos (ramas largas) y braquiblastos foliosos temporales y absolutos (ramas cortas). Los dolicoblastos se originaron a partir de yemas apicales de dolicoblastos y de braquiblastos temporales foliosos (*T. alatum*, *B. empetrifolia* y *N. axillaris*) y a partir de yemas apicales y axilares de dolicoblastos (*Ch. oppositifolia*), mientras que los braquiblastos temporales foliosos solo se originaron a partir de yemas axilares de dolicoblastos (*T. alatum*, *B. empetrifolia* y *N. axillaris*). Se detectaron braquiblastos absolutos (con floración terminal) y braquiblastos foliosos temporales, los que forman otro braquiblasto en la siguiente estación de crecimiento (mesoblasto). Las especies *B. empetrifolia*, *T. alatum* y *N. axillaris* desarrollan

tanto dolicoblastos como braquiblastos, mientras que *Ch. oppositifolia* desarrolla solo dolicoblastos (Figura 2). *Ch. oppositifolia* correspondió a la especie que presentó la menor longitud de los dolicoblastos y el menor número de hojas durante la estación de crecimiento. La menor longitud de estas ramas se debió a la presencia de solo unos pocos entrenudos (3 a 4), más que a la longitud de ellos. La mayor longitud y número de hojas de los dolicoblastos de *B. empetrifolia*, *T. alatum* y *N. axillaris* se podría explicar por la presencia de dos morfofolios en estas especies. Las hojas de los dolicoblastos cumplen su función asimiladora durante un período muy corto y luego se lignifican y se convierten en espinas, de tal manera que la función fotosintetizadora la llevan a cabo esencialmente las hojas de los braquiblastos. Por esta razón los dolicoblastos deben tener mayor longitud para lograr un mayor número de yemas axilares, las cuales desarrollarán braquiblastos portadores de hojas fotosintetizantes.

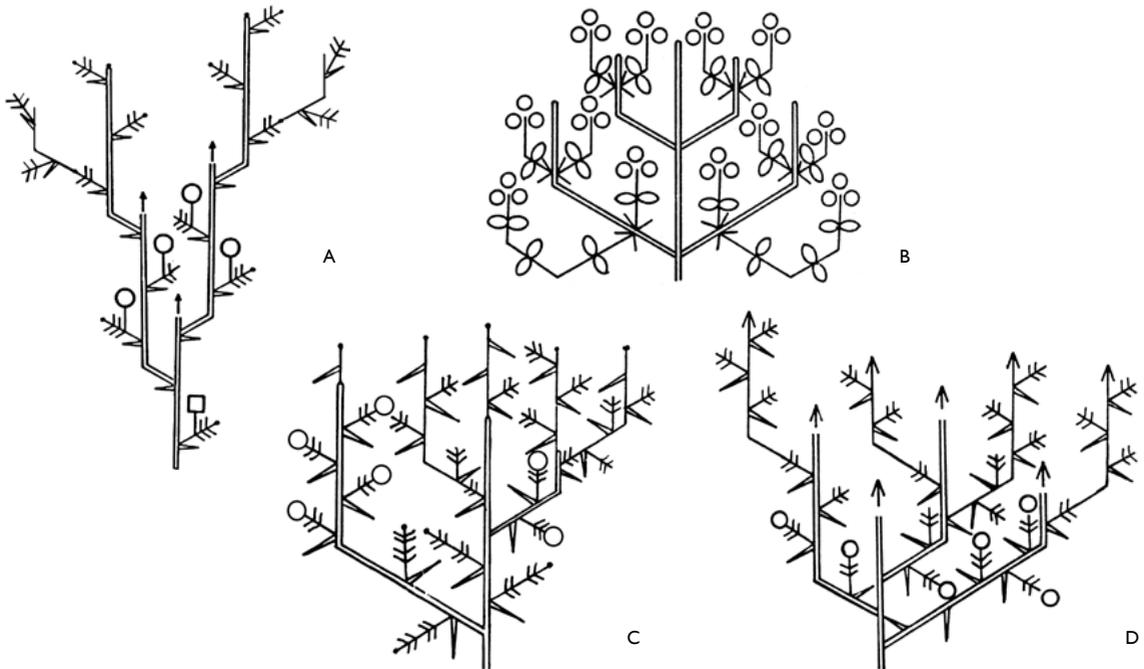


Figura 2. Patrones arquitectónicos de las cuatro especies dominantes. Se muestra la distribución espacial de los tipos modulares que se originan del desarrollo de una yema axilar o apical. A: *B. empetrifolia*; B: *Ch. oppositifolia*; C: *N. axillaris*; D: *T. alatum*.

### CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y ANATÓMICA DE LAS HOJAS

Las especies leñosas seleccionadas se pudieron separar en dos grupos: uno primero (*Ch. oppositifolia*) con un solo morfofoliar caracterizado por una hoja simple, séssil, con

dos estípulas foliosas y anatómicamente bifacial, proyecciones epicuticulares, tricomas y estomas en ambas superficies (Figura 3); y uno segundo (*B. empetrifolia*, *N. axillaris* y *T. alatum*) (Figuras 4, 5, 6 y 7) con dos morfofoliares, aquél que portan los dolícbloastos, que corresponde a hojas que modificaron su función fotosintetizadora y su morfología para transformarse en espinas, con un alto grado de lignificación en sus tejidos y que cumple una función mecánica de

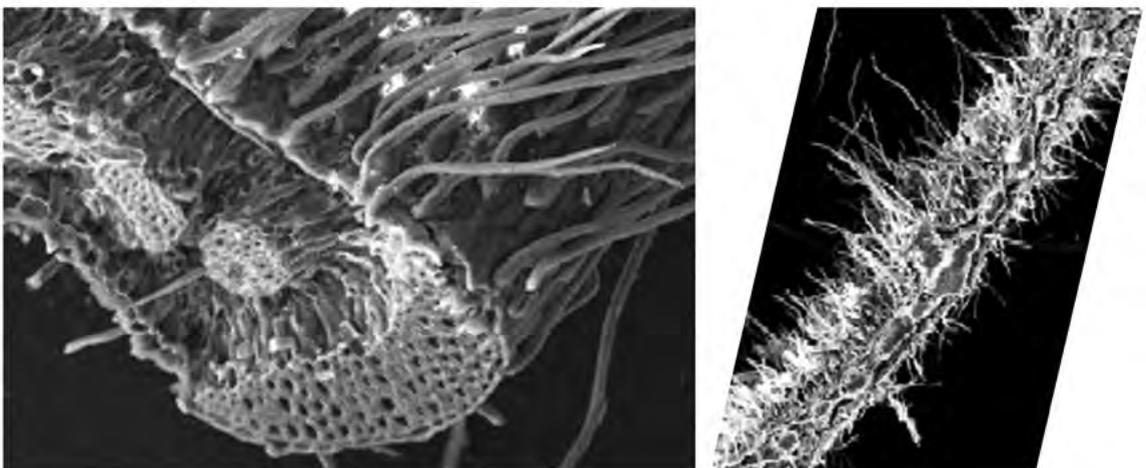


Figura 3. Corte transversal por hoja de *Ch. oppositifolia* observada mediante microscopía de barrido.

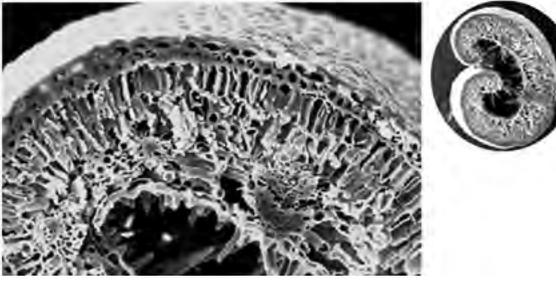


Figura 4. Corte transversal por hoja de *B. empetrifolia* mediante el microscopio electrónico de barrido (A). Epidermis inferior con estomas y proyecciones epicuticulares (B).

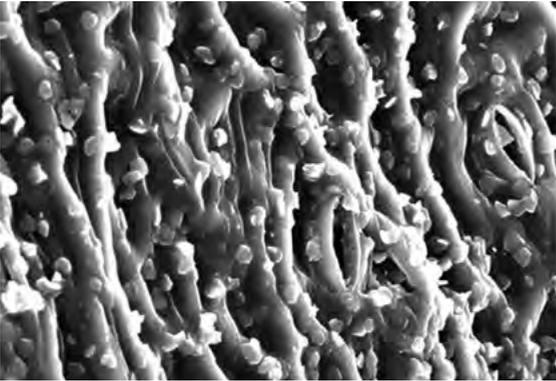


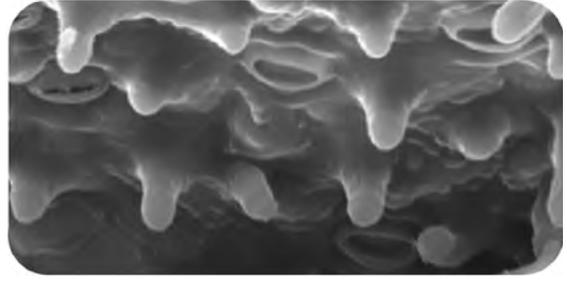
Figura 5. *B. empetrifolia*: epidermis superior, con estomas y proyecciones epicuticulares (ceras).



Figura 6. *N. axillaris*: corte transversal por hoja, que presenta una gruesa cutícula epidérmica.



Figura 7. *T. alatum*: estoma epidérmico superior rodeado de proyecciones epicuticulares, estructura frecuente en especies altoandinas.



protección permitiendo soportar el peso de la nieve durante el invierno, y el segundo morfofoliar, aquél que portan los braquiblastos, que corresponde a hojas fotosintetizadoras muy pequeñas, simples, lineares, dispuestas sobre pequeños braquiblastos axilares

## CONCLUSIONES

Solo se encontraron dos patrones arquitectónicos en las cuatro especies de estudio. El más frecuente (75%) correspondió a arbustos con dolicoblastos portadores de hojas modificadas en espinas y braquiblastos portadores de nomófilos fotosintetizadores. El patrón menos frecuente (25%) solo presentó dolicoblastos portadores de nomófilos fotosintetizadores. Esta morfología permitiría a los arbustos soportar el peso de la nieve en invierno y resistir el daño producido por fuertes vientos y bajas temperaturas nocturnas durante el verano.

La formación de braquiblastos temporales con un gran número de hojas o de dolicoblastos cortos con hojas de mayor tamaño permitiría un rápido incremento del área foliar fotosintéticamente activa, con bajo gasto energético, permitiendo la maximización del proceso fotosintetizador de la planta en el corto período favorable para el crecimiento en este tipo de ecosistemas.

La modificación de las hojas en espinas y la formación de estípulas espinosas corresponderían a mecanismos de protección desarrollados por las plantas y estarían relacionados con defensa contra herbívoros, resguardo contra factores ambientales estresantes y sostén contra la nieve en invierno.

Aun cuando las cuatro especies leñosas dominantes pertenecen a familias distintas, la necesidad de desarrollar rápidamente un cuerpo vegetativo capaz de suplir los requerimientos energéticos de las plantas para completar sus ciclos de vida en la corta estación de crecimiento, la presión

para florecer en un período de tiempo corto y favorable para los insectos polinizadores, y la necesidad de madurar frutos y semillas antes de la llegada del invierno podrían haber determinado estrategias fenomorfológicas comunes, reflejadas en patrones arquitectónicos similares.

---

## GLOSARIO

---

**adaptación** = proceso que hace apto a un organismo para resistir las condiciones del medio en que se halla y acomodarse a ellas.

**arquitectura vegetal** = resultado del funcionamiento de las meristemas, determinado por el número, el tamaño y la disposición relativa de los ejes vegetativos aéreos y subterráneos. Expresión de un equilibrio entre el programa de desarrollo endógeno y las acciones ejercidas por el ambiente, resulta de la adaptación de una especie vegetal a los distintos factores ambientales a los que se encuentra sometida.

**braquiblasto temporal** = rama de entrenudos cortos y por lo tanto con hojas muy cercanas unas de otras. Su meristema apical puede continuar desarrollándose en la estación de crecimiento siguiente, transformándose en un dolicoblasto. Posee crecimiento ilimitado.

**braquiblasto absoluto espinoso** = rama de entrenudos cortos, con capacidad de lignificación originando una espina. Posee crecimiento limitado.

**cobertura** = porcentaje del área del suelo cubierta por el follaje de las plantas.

**dolicoblasto** = rama larga, con entrenudos claramente distinguibles. Posee crecimiento ilimitado.

**fenomorfoloía** = estudio de la extensión y estacionalidad de las fases de crecimiento de las plantas y la forma en que se presentan.

**proyecciones epicuticulares** = película externa de la epidermis, constituida por cutina (ceras) y que toma formas irregulares de dispersión.

**meristema** = tejido embrional, del que se forman otros otros, diferenciados y de manera diversa.

**módulo arquitectónico** = rama que se origina a partir de una yema de renuevo.

**morfofoliar** = forma y características de la hoja.

**nomófilo** = hoja normal, sin modificaciones morfológicas.

**unidad arquitectural** = expresión específica del modelo, caracteriza la arquitectura elemental de la especie y permite describir una planta completa y precisamente.

**yema** = estructura vegetal formada por células meristemáticas protegidas por brácteas y primordios foliares. La yema apical se ubica en el ápice de la rama; la yema axilar, en las zonas laterales de la rama.

**xeromórfico** = vegetal que, por su forma, está adaptado a la aridez.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Barthelémy D & Y Caraglio. 2007. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. *Annals of Botany* 99: 375-407.
- Cavieres L, A Peñaloza & MK Arroyo. 2000. Altitudinal vegetation belts in the high Andes of central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 73: 331-344
- Luebert F & P Pliscoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 307 pp, 8 lám.
- Meusel E, Pager A & G Morcher. 1977. The study of growth forms of higher plants in relation to application of biocide. *Vegetation Science and Environmental Protection*: 71-76.
- Molina-Montenegro M, E Badano, P Inostroza & L Cavieres. 2005. Intercambio gaseoso en dos especies de plantas altoandinas de Chile central: efecto de la asociación a plantas en cojín. *Ecología Austral* 15: 49-58. Asociación Argentina de Ecología.
- Montenegro G & R Ginocchio. 1993. Modular Interpretation of shrub species. *Anales de Academia Brasileira de Ciencias* 65: 189-202.
- Montenegro G & R Ginocchio. 1999. La fenomorfoloía y su expresión a través del crecimiento modular en las plantas leñosas perennes. *Ecofisiología vegetal y recursos genéticos*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Colombia, 190 pp.
- Perreta MG & AC Vegetti. 2005. Patrones estructurales en las plantas vasculares: una revisión. *Gayana Bot.* 62(1): 9-19.

## Avances en el conocimiento del copao (*Eulychnia acida* Phil.), cactácea endémica de Chile

M. Angélica Salvatierra González

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Intihuasi  
asalvatierra@inia.cl

La región de Coquimbo (29°54'28" S, 71°15'15" O) posee alrededor de 30% de las plantas vasculares descritas para Chile, de las cuales 53% son endémicas (Squeo *et al.* 2001). Entre ellas hay 27 especies de cactáceas; y de éstas, 6 especies pertenecen al género *Echinopsis* y 3 al género *Eulychnia*. Dentro de este último género se encuentra *Eulychnia acida* (ácido o copao), especie considerada sin mayores problemas de conservación (Hoffmann & Walter 2004, Squeo *et al.* 2001), que se encuentra desde Copiapó, región de Atacama (Hoffmann & Walter 2004), hasta la provincia de Choapa, con una amplia distribución altitudinal (0-1800 msnm) (Bustamante 1996), en zonas del interior del valle del río Elqui hasta sectores costeros entre la bahía Tongoy y la punta Talinay. Crece preferentemente en laderas de exposición norte, donde tiene condiciones adecuadas de luminosidad y temperatura (Bustamante 1996).

El copao conforma el paisaje de la zona y se concentra, en mayor o menor densidad, en el secano de la región de Coquimbo, que se caracteriza por su condición de aridez permanente —con lluvias escasas, irregulares y estacionales—, deterioro de la flora nativa y suelos erosionados.

Apelando a alternativas tradicionales, continuamente se están buscando soluciones productivas para las comunidades que habitan en la zona. Sin embargo, aún se margina a las especies silvestres adaptadas a las condiciones climáticas de la región, como las cactáceas, por falta de información y proyecciones productivas.

En cuanto a la *Eulychnia*, se han realizado algunos estudios sobre su distribución y estado de conservación (Belmonte *et al.* 1998, Bustamante 1996, Hoffman 1989), taxonomía (Leuenberger & Egli 2000, Hoffmann & Walter 2004), características morfoanatómicas de los tallos

(Nyffeler *et al.* 1997), infestación por *Tristerix aphyllus* (Martínez *et al.* 1995) y usos (Montenegro *et al.* 1997). No se han reportado estudios sobre temas que se relacionen con aspectos productivos.

Nuestro trabajo, iniciado el año 2005, intenta recopilar información sobre diversas particularidades de esta especie, desde su comportamiento en condiciones silvestres hasta la caracterización química de sus frutos, con el fin de tener elementos para establecer si puede llegar a ser una alternativa productiva real, principalmente para los sectores postergados. De esta forma, la especie se podría considerar un recurso valorado por los atributos de su fruto, además de ser una especie nativa y endémica de Chile, lo que contribuiría a la protección de las poblaciones silvestres.

### APRENDIENDO A CONOCER EL COPAO

Toda la información que se presenta a continuación se obtuvo en un estudio realizado el año 2006, con financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), cuyo fin era recabar información técnica para conocer la especie y, en el caso de que se pudiera transformar en una alternativa productiva, visualizar estrategias de domesticación.

Dada mi formación agronómica, así como la de la mayoría de mis colegas involucrados, gran parte de la investigación se relaciona con aspectos ligados a un sistema productivo.

Acostumbrada a caminar en huertos y evaluar árboles frutales, al iniciar el estudio de estas plantas “difíciles de

mirar” —que finalmente se encuentran fascinantes— me vi enfrentada a varios desafíos, considerando las condiciones en que crecen y se mantienen las poblaciones silvestres, aparte de lo ariscas que parecen las plantas con sus espinas, de pinchazos muy agresivos pero a los que finalmente terminamos acostumbrándonos.

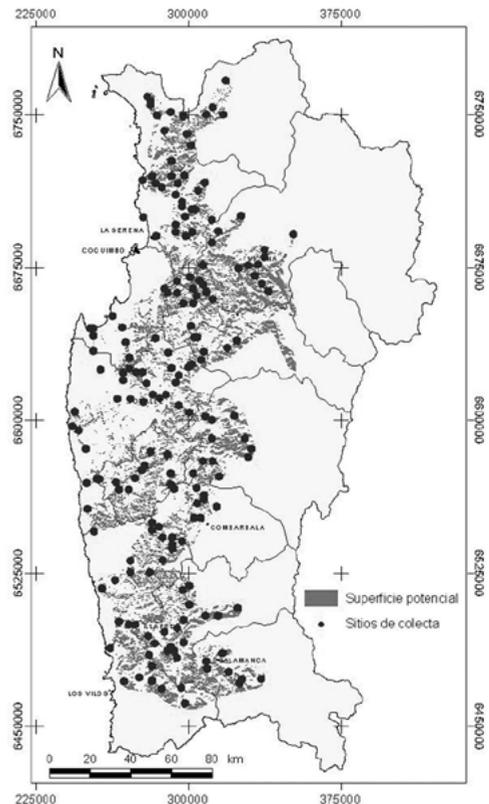
## RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA

En el valle del río Elqui, principalmente, es posible observar la comercialización informal del fruto del copao durante el verano, con los turistas como principales consumidores. La especie también se usa para artesanía (palos de agua) y alimentación animal.

El fruto se consume en estado fresco o como jugo natural; es ácido al paladar, por lo que algunos prefieren agregarle azúcar para consumirlo. La acidez titulable de la pulpa es de 2,5%, expresada como ácido cítrico, considerada baja al compararla con otro fruto cítrico como el limón (5,9%), pero similar a la naranja (2,2%) (Joublan 2002). Sin embargo, en el caso de los frutos del copao los sólidos solubles llegan a 3 °Brix, valor muy bajo comparado con la chirimoya —16-18 °Brix— o el pepino dulce —9 °Brix— (Díaz 2006), lo que señala indirectamente su falta de dulzor y resalta su acidez.

Para tener una idea sobre la firmeza de estos frutos se midió la fuerza necesaria para deformar su cáscara en 1 mm.

## Distribución potencial de *Eulychnia acida* en la IV Región de Coquimbo



Fuentes: Bases de datos flora IV Región (Squeo et al. 2001), Catastro de Vegetación IV Región (CONAF - ULS - UACH, Base de datos CEAZA)

Figura 1. Distribución geográfica de *E. acida* en la Región de Coquimbo.



Figura 2. Población natural de *E. acida* Phil. en la quebrada San Carlos, valle del río Elqui.

Así se estableció una firmeza de 226 g/mm, similar a la que presenta una baya de uva turgente, que correspondería a una baya firme.

La estimación de superficie en la región de Coquimbo, considerando el área general de distribución de la especie, laderas con pendiente mayores de 15% y de exposición norte de este a oeste, es de alrededor de 430.000 ha. (Squeo *et al.* 2001) (Figura 1), aunque si se consideran solo poblaciones silvestres de *E. acida* accesibles mediante caminos cercanos, la superficie se restringe a 35.000 ha, desconociéndose la densidad poblacional de éstas. En evaluaciones realizadas en 2006 en 4 poblaciones silvestres ubicadas en la comuna de La Serena, se determinó una densidad poblacional promedio de 430 plantas por hectárea, con casi 50% de ellas en estado productivo (Figura 2). La regeneración natural de esas poblaciones depende de las condiciones del terreno. En un terreno con grandes piedras, como Quebrada Honda (29°34'49" S, 71°10'32" O, a 370 msnm, provincia de Elqui), el índice de regeneración fue de 0,35, el más alto comparado con 0,04 de un sector como La Coipa (30°29'46" lat. S, 71°05'01" O, a 434 msnm, provincia de Limarí), donde existe un pastoreo frecuente.

Con respecto a la fenología reproductiva, se estableció la ocurrencia de los diferentes estados reproductivos del copao (Figura 3), de acuerdo con un seguimiento sistemático de las poblaciones silvestres. Las yemas florales se sitúan generalmente en la parte terminal de los tallos, en su mayoría en una ubicación noroeste. Éstas, dependiendo del año, comienzan a visualizarse en las areolas, durante los meses de invierno, alcanzando su máximo punto en septiembre, hacia el inicio de la primavera, cuando empiezan a traslaparse con la floración e incluso con la fructificación.

La floración se produce en forma progresiva desde la primavera y se extiende hasta el verano, manifestando un comportamiento unimodal con un punto sobresaliente hacia fines de la primavera. La apertura floral ocurre a partir del mediodía, para cerrar parcialmente por la tarde, estado que puede durar de 2 a 3 días. Las flores las visitan varios insectos, incluso antes de que el botón floral abra totalmente. Los insectos polinizadores identificados son algunos himenópteros pertenecientes a las familias Apoidea, Halictidae y Sphecidae, y dípteros de la familia Syrphidae (Figura 4). En cuanto a plagas, la principal especie que se encuentra atacando a plantas y frutos del copao es la polilla de la tuna, *Sigalgaita chilensis*. La polilla es la mayor causal de daño en fruto: alcanza, por ejemplo, al 12% de frutos infestados en la localidad de El Tangué (INIA-FIA 2007). Una vez polinizadas, las flores se cierran inmediatamente; los tépalos se deshidratan y forman más tarde una cicatriz



Figura 3. Diferentes estados reproductivos y traslape de éstos en tallos de *E. acida*.



Figura 4. Actividad polinizadora de diferentes insectos durante la apertura de las flores.

como un ombligo en la base de los frutos. Los frutos maduran escalonadamente, de fines de diciembre a marzo; enero es el mes con mayor número de frutos maduros. A la fecha no existen índices de madurez establecidos, pero la sabiduría popular nos enseña que los frutos están maduros cuando se hallan turgentes, se espacian sus escamas y la cáscara se pone brillante. Sin duda, es necesario establecer científicamente si tales características se pueden considerar índices de madurez.

Los frutos presentan una variabilidad morfológica en cuanto a color de cáscara, tamaño y forma; asimismo, se observan diferencias en las escamas y los pelillos. Según lo observado en los años de seguimiento, el color de la

cáscara no se relaciona con la madurez del fruto sino con el color de los tépalos de las flores. En cuanto al tamaño de los frutos, su peso promedio fluctúa entre 90 y 160 g, dependiendo de la localidad, y la relación cáscara/pulpa es de aproximadamente 50% (lo que indica el grosor de la cáscara), aunque también se han observado diferencias de esta relación en las distintas localidades.

La productividad de las poblaciones silvestres, considerando aquellas plantas adultas (más de 2,5 m) en un buen estado sanitario y sin ataque de quintral (*Tristerix aphyllus*), también es variable: de 5 a 10 kg/planta, según el tamaño y el número de tallos reproductivos. La cosecha se inicia a mediados de diciembre y se prolonga hasta fines del verano; la producción se concentra en enero. Este comportamiento está asociado a la floración extendida.

#### AVANCES SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA NUTRICIONAL DE LOS FRUTOS

Al terminar el estudio en el año 2007 surgió la inquietud de ahondar en las propiedades de los frutos del copao, para determinar sus propiedades químicas y nutricionales y sus posibles proyecciones de uso en la agroindustria. Este segundo estudio, financiado por InnovaChile, de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), tuvo como objetivo caracterizar las distintas fracciones de los frutos (cáscara, semillas y pulpa con semillas) para entregar elementos de respaldo que permitan valorizar aún más la especie como una posible alternativa productiva, y así contribuir a proteger las poblaciones silvestres de la especie de eventuales amenazas, especialmente de aquellas cercanas a sistemas productivos.

Los resultados indican que tanto la pulpa como la cáscara de los frutos del copao contienen minerales como potasio, magnesio y calcio, además de fósforo, hierro y magnesio, con el potasio como elemento más destacable: alrededor de 200 mg 100 g<sup>-1</sup> en las tres fracciones analizadas (Tabla 1). La investigación mostró que este fruto es una buena fuente natural principalmente de fibra dietética soluble, de consistencia gelatinosa, presente en las tres fracciones analizadas, con valores del orden de 2% para jugo, 3% para pulpa con semilla y alrededor de 5% para piel, constituyéndose en una buena fuente potencial de hidrocoloides para la industria de alimentos.

Con respecto a la vitamina C, efectivo componente bioactivo, este fruto se puede considerar una buena fuente de

TABLA I. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE DOS FRACCIONES DE LOS FRUTOS DEL COPAO.

Factor nutricional* (100 g de materia fresca)	Pulpa + semillas	Cáscara
Agua (g)	92,2 ± 0,92	92,8 ± 0,62
Carbohidratos totales (g)	0,55 ± 0,07	0,90 ± 0,05
Carbohidratos reductores (g)	0,40 ± 0,10	0,60 ± 0,10
Fibra dietética total (g)	3,10 ± 0,30	5,00 ± 0,50
Lípidos (g)	1,40 ± 0,12	0,13 ± 0,03
Proteínas (g)	1,00 ± 0,11	0,32 ± 0,02
Energía (Kcal)	18,5 ± 1,20	5,90 ± 0,50
Contenido mineral (g)	0,69 ± 0,12	0,91 ± 0,09
Calcio (mg)	12,4 ± 2,50	58,4 ± 5,75
Hierro (mg)	0,16 ± 0,04	0,21 ± 0,03
Fósforo (mg)	27,9 ± 4,47	5,70 ± 1,47
Potasio (mg)	205 ± 56,26	209,0 ± 31,03
Magnesio (mg)	35,6 ± 5,10	42,92 ± 1,89
Cobre (mg)	0,07 ± 0,02	0,05 ± 0,01

(\*) Datos promedio ± desviación estándar de dos temporadas de evaluación. Adaptado de Salvatierra et al. 2010.

ésta, siendo la cáscara la fracción que aporta más (53-57 mg 100 g<sup>-1</sup>), seguida por el jugo y la pulpa con semillas.

Esto indica que es posible el consumo de esta fruta en fresco y que aporta elementos importantes para la salud humana. Se incluye también el aporte de fibra, que favorece la digestión, y el bajo aporte energético de la pulpa. Todas estas características hacen que el fruto se pueda considerar una materia prima para la elaboración de bebidas naturales. La cáscara, que conforma prácticamente 50% del peso de los frutos, contiene los mismos minerales y en cantidades similares; incluso tiene más vitamina C que la pulpa (Salvatierra et al. 2010).

Financiamiento de: FIA, Fundación para la Innovación Agraria. Valorización de recurso genético nativo. Potencial productivo y económico comercial de *Eulychnia acida* (copao), FIA-ES-C-2005-1-A-077.

InnovaChile, Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Determinación de propiedades nutraceuticas y potencial de uso agroindustrial, 07CT91GM-11.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belmonte E, L Faúndez, J Flores, A Hoffmann, M Muñoz & S Teillier. 1998. Categorías de conservación de las cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.
- Bustamante R. 1996. Distribución, estado de conservación y uso de las cactáceas columnares en la región de Coquimbo. Memoria de título. Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 101 pp.
- Díaz NL. 2006. Industrialización y aprovechamiento de productos y subproductos derivados de materias primas

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco el entusiasmo y la contribución de mis colegas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Intihuasi, Pedro León, Patricia Larraín y Alfonso Osorio; a Adriana Benavides, profesora de la Universidad de La Serena, y a Lilia Masson, profesora de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Chile. Especial agradecimiento a Lucía Martínez, Luis Leris y Mario Araya.

agropecuarias de la región de Coquimbo. Universidad de La Serena, 285 pp.

Hoffmann A. 1989. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Fundación Claudio Gay, Santiago de Chile, 272 pp.

Hoffmann A & H Walter. 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Segunda edición. Fundación Claudio Gay, Santiago de Chile, 307 pp.

INIA-FIA. 2007. Valorización de recurso genético nativo. Potencial productivo y económico comercial de *E. acida* (copao), cactácea de la cuarta región. Informe técnico final. INIA Intihuasi, 163 pp.

Joublan P. 2002. Comportamiento de algunos cítricos sobre diferentes portainjertos en su tercera temporada de crecimiento, Quillón, VIII Región, Chile. Agricultura Técnica 62(3): 469-479.

Leuenberger BE & U Egli. 2000. The genus *Eulychnia* (Cactaceae) in Chile: notes on the taxonomy, types, and other old specimens. *Haseltonia* 7: 63-76.

Martínez del Río CM, A Hourdequin & R Medel. 1995. The influence of cactus size and previous infection on bird deposition of mistletoe seeds. *Australian Journal of Ecology* 20: 571-576.

Montenegro G, L Iturriaga, V Martínez & BT Timmermann. 1997. Utilización y comercialización de especies nativas por el hombre. Estudio de caso de cactáceas columnares, en RG Valdebenito y RS Benedetti, *Forestación y silvicultura en zonas áridas y semiáridas de Chile*, CORFO-INFOR, Santiago de Chile, pp. 255-256.

Nyffeler R, U Egli, and B E Leuenberger. 1997. Noteworthy idioblastic sclereids in the stems of *Eulychnia* (Cactaceae). *American Journal of Botany* 84:1192-1197.

Salatierra GA, L Masson, C Encina & A Osorio. 2010. Copao (*Eulychnia acida* Phil.), cactácea endémica de Chile. Información nutricional de los frutos de sus frutos y recomendaciones generales. Boletín 212. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones Intihuasi, La Serena, Chile, 30 pp.

Squeo F, G Arancio & L Cavieres. 2001. Sitios prioritarios de la flora nativa con riesgos de extinción en la IV Región de Coquimbo, Chile, en F Squeo, G Arancio y J Gutiérrez (eds.), Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: región de Coquimbo. Gobierno Regional de Coquimbo, Corporación Nacional Forestal de la Región de Coquimbo y Universidad de La Serena. Ediciones Universidad de La Serena, Chile, pp. 171-192, 372 pp.

---

## GLOSARIO

---

**acidez titulable** = cantidad de ácidos orgánicos libres disueltos en la vacuola de las células.

**endemismo** = distribución de un taxón limitada a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte.

**hidrocoloide** = sustancia que se usa para cuajar, gelatinizar y estabilizar todo tipo de alimentos.

**planta vascular** = aquella que presenta un cuerpo vegetativo diferenciado en raíz, tallo y hojas.

**perianto** = estructura floral constituida por tépalos.

**sincrónico** = traslape de los estados fenológicos.

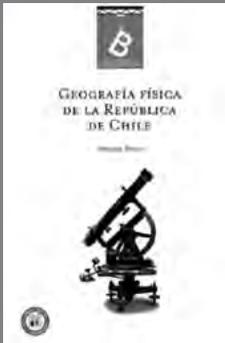
**sólidos solubles** = ácidos orgánicos, vitaminas, aminoácidos, iones presentes y, principalmente, carbohidratos en el jugo celular.

**tépalo** = cada segmento del perigonio.

---

Recomendados por revista *Chagual*

## LIBROS

**GEOGRAFÍA FÍSICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE.**

Amado Pissis. Reedición, Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile. Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile y Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. 2011. Estudio introductorio a cargo de José Ignacio González y Belisario Andrade.

**VIAJES DE EXPLORACIÓN Y ESTUDIOS EN LA PATAGONIA OCCIDENTAL 1892-1902 (2 volúmenes).**

Hans Steffen. Reedición, Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile. Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile y Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. 2010. Estudio introductorio a cargo de Carlos Sanhueza.

**ANDES PATAGÓNICOS. Viajes de exploración a la cordillera patagónica austral (2 volúmenes).**

Alberto de Agostini. Reedición, Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile. Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile y Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. 2010. Estudio introductorio a cargo de Mateo Martinic.

**DICCIONARIO DE BIOGEOGRAFÍA.**

Juan José Morrone & Tania Escalante. 2009. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. ISBN: 978-607-02-1008-2

**FLORA NATIVA DE VALOR ORNAMENTAL. Chile Zona Sur y Austral**

Paulina Riedemann & Gustavo Aldunate. 2011.

**DE AMAZONIA A PATAGONIA. Ecología de las regiones naturales de América del Sur.**

Ivan A. Sanchez. 2011. Lynx Edicions. ISBN 978-84-96553-82-8

**EL PLANETA AZUL: UN UNIVERSO EN EXTINCIÓN.**

Sergio Rossi. 2011. Ed. Debate.

**PLANT GEOGRAPHY OF CHILE.**

Andrés Moreira-Muñoz. 2011. Ed. Springer.

**EL PAISAJE VEGETAL DE CASTILLA-LA MANCHA: Manual de Geobotánica.**

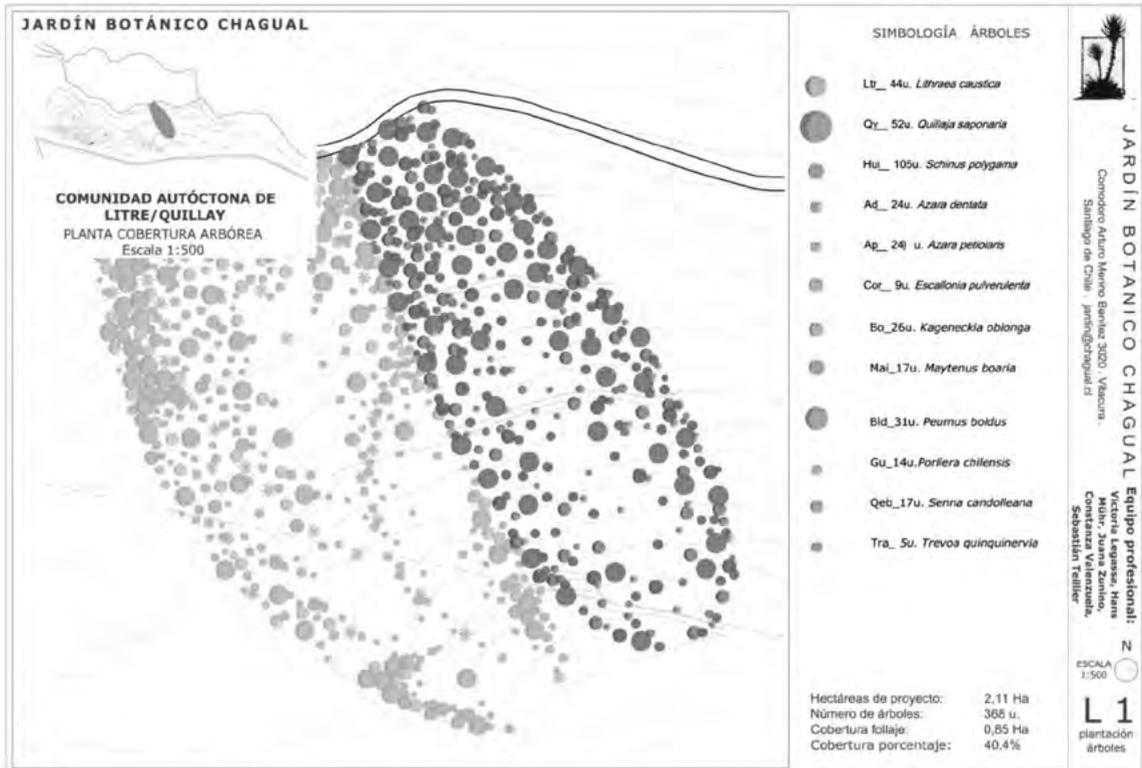
Manuel Peinado Lorca, Luis Monje Arenas & J. M.ª Martínez Parras. 2008. ISBN: 9788493651824



**Figura 1. Visitas guiadas.** En el transcurso del 2001 el proyecto JBCH hizo un convenio con la Fundación Sendero de Chile y abrió sus puertas a los colegios. En el marco de este programa, estudiantes provenientes de establecimientos de distintas comunas de Santiago realizaron una visita guiada al vivero del jardín botánico. En las imágenes, alumnos de la Escuela Palestina, Liceo Nacional Maipú y Mercedes Fontecilla de Carrera, de Quilicura.



**Figura 2. Voluntariado.** Los voluntarios constituyen hoy una parte fundamental de la vida y misión de la mayoría de los jardines botánicos en el mundo. Es así que en la actualidad un grupo de voluntarios colabora en los viveros del JBCH, área donde los trabajos son altamente exigentes en mano de obra. Desde la etapa inicial como es la preparación de las semillas y su siembra; el repique a bolsas; la continua tarea de riego y desmalezado y varias otras tareas que hacen al cultivo de plantas, que constituyen las "colecciones" de este "museo vivo" que es el JBCH. La combinación de su tiempo y talento dan una dimensión importante al trabajo del jardín. El grupo está integrado por Consuelo Marín, Rosa María Ovalle, Nicola Geddes, Rodrigo Guarda, Margarita Matte, Verónica Montt, y Ana Valdevenito.



**Figura 3.** Plano e imágenes de la plantación de la Comunidad Litre-Quillay. Realizado mediante un Plan de Compensación de Emisiones con la Clínica Las Condes, el proyecto abarca una superficie de 2,12 ha y se ejecutó en asociación con la Corporación RPA Cultiva.



4 A



4 B

**Figuras 4.** Alumnos en práctica. 4A. Macarena Díaz, Andrea Cárdenas y Josefa Ugarte, alumnas de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. 4B. Con Daniela Sauzo, encargada del vivero y el laboratorio, en el que hicieron importantes aportes mientras realizaron sus prácticas. Macarena y Andrea la práctica I, Josefa, su práctica profesional.

**Figura 5. Viaje botánico.** Bajo los auspicios de la Fundación Pacific Horticulture de California (UA), un grupo de botánicos, paisajistas y amantes de la naturaleza, en septiembre 2011, recorrió Chile de norte a sur. El JBCH colaboró en la organización del viaje y participó directamente en la gira por la zona central que incluyó visitas a Los Molles, el bosque húmedo de la zona de Zapallar, el Cerro La Cruz, el Parque Nacional Palmas de Ocoa.



5 A



5 B

5A. Kathy Musial, Curadora del JB de Huntington en Pasadena y organizadora de la gira por Pacific Horticulture, California; y Mary Kroening operadora y propietaria de la agencia de viajes botánicos "Hidden Treasures" USA. 5B. Algunos integrantes del grupo en Palmas de Ocoa.



