

REVISTA  
DEL JARDÍN  
BOTÁNICO  
CHAGUAL

Año VIII, número 8  
Diciembre 2010

08

chagual



chagual

JARDÍN BOTÁNICO  
DE SANTIAGO



# chagual

REVISTA DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL

Año VIII, número 8  
Diciembre de 2010

## 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: \$ 5.500 + envío

Precio compra directa: \$ 6.000

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](mailto:mvlegassa@gmail.com)

[amoreira@geo.puc.cl](mailto:amoreira@geo.puc.cl)

[www.chagual.cl](http://www.chagual.cl)



## Foto portada:

*Mimulus luteus*

(Gustavo Aldunate)



## Contenidos

---

EDITORIAL	
<i>/ Antonia Echenique</i>	3
INTERNACIONAL	
Jardín del Desierto en el Jardín Botánico de Huntington. Historia y visión a futuro <i>/ James P. Folsom &amp; Gary Lyons</i>	5
DESDE EL JARDÍN	
Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) del Jardín Botánico Chagual. Estudio de caso de abejas nativas en zonas urbanas de Santiago de Chile <i>/ José Montalva, Juan Luis Allendes &amp; Benjamín Castro</i>	13
PROPAGACIÓN	
Técnicas de propagación de <i>Menodora linoides</i> Phil. <i>/ Patricia Letelier, Daniela Suazo, Romina Reyes &amp; Jaime Acevedo</i>	24
GÉNEROS CHILENOS	
Acerca de la desintegración de las Scrophulariaceae y la clasificación de los taxones chilenos <i>/ Andrés Moreira-Muñoz</i>	31
ECOLOGÍA 1	
Las interacciones complejas de la herbácea <i>Mimulus luteus</i> con sus polinizadores <i>/ Rodrigo Medel</i>	37
ECOLOGÍA 2	
Expansión de un arbusto nativo-invasivo en dunas costeras: causas y consecuencias ecológicas <i>/ Juan B. Gallego Fernández, Sara Muñoz Vallés &amp; Claudia M. Dellafiore</i>	41
REGENERACIÓN	
Evaluación de la regeneración de poblaciones de dos especies de violetas en tierras desvastadas por incendio <i>/ Ana María Planchuelo &amp; A. C. Ravelo</i>	49
PATRIMONIO BOTÁNICO	
El renacer del invernadero de la Quinta Normal, una historia ligada al antiguo jardín botánico <i>/ María Magdalena Barros C.</i>	55
EN VIAJE	
Visita a los jardines Butchart en Canadá <i>/ Mélica Muñoz-Schick</i>	62
CONGRESOS, SEMINARIOS Y TALLERES	
• X Congreso Latinoamericano de Botánica. Reunión Satélite de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Jardines Botánicos. La Serena, Chile, 7 de octubre de 2010	64
• Nuevo comité ejecutivo de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Jardines Botánicos	71
• Trabajos presentados por el Jardín Botánico Chagual en el X Congreso Latinoamericano de Botánica	72
LIBROS	
Recomendados por la revista <i>Chagual</i>	75
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	
Noticias vinculadas al Jardín Botánico Chagual	76

---



Mimulus cupreus. Foto: Mónica Rodríguez.

## Editorial

---

**D**urante el año 2010 en que el país celebró el Bicentenario de la República, el desarrollo del proyecto del primer Jardín Botánico para Santiago no alcanzó la anhelada meta que se había propuesto cuando recién se fundó la institución, en 2002, cual era abrir sus puertas al público celebrando esta fecha.

Sin embargo, los esfuerzos realizados hasta ahora para recorrer este largo camino por senderos nunca antes experimentados, como era la creación de un jardín botánico del siglo XXI en la ciudad capital, fueron premiados por el inicio de la plantación del primer ecosistema planificado en su Plan Maestro: la Comunidad Litre-Quillay-Palma chilena. Esta acción se realizó gracias a la acción mancomunada y conjunción de intereses entre el Jardín Botánico Chagual y la ONG Cultiva dedicada a la Reforestación Pedagógica Ambiental, los que actuaron como nexo para que la empresa siderúrgica GERDAU AZA eligiera presentar un plan de compensación de emisiones (de mp polvo resuspendido indirectas) a través de la creación y mantención de áreas verdes (Jardín Botánico Chagual), para el cumplimiento de la resolución de Calificación Ambiental 346/2006, plan que fue aprobado por la Comisión Nacional del Medioambiente de la Región Metropolitana.

Este importante acontecimiento ha creado un precedente para que otras empresas colaboren en el desarrollo del JB Chagual utilizando esta vía para sus compensaciones ambientales, dejando así su huella en este necesario proyecto patrimonial para la ciudad de Santiago.

Otro hito relevante fue la presentación de la nueva Red Chilena de Jardines Botánicos en el contexto internacional latinoamericano, en el marco del X Congreso Latinoamericano de Botánica realizado en octubre de 2010. Esta gestión, impulsada por nuestra institución y transmitida a miembros de la red latinoamericana de jardines botánicos –la *Asociación Latinoamericana y del Caribe de Jardines Botánicos*– fue posible gracias al desarrollo un simposio y mesa redonda donde interactuaron la gran mayoría de las redes de jardines botánicos latinoamericanos, muchas de las cuales nunca antes se habían reunido. Ello no sólo enriqueció el conocimiento entre sus miembros, sino también la renovación de la ALACJB, en la cual la Red Chilena pasó a formar parte de su directorio como vocal.

Por otra parte, este año se desarrolló la primera actividad de carácter cultural conjuntamente con el Jardín Botánico de Edimburgo, con el cual recientemente se había firmado un convenio de colaboración mutua. El Jardín Botánico Chagual organizó una interesante exhibición en la Exposición anual de Flores del Club de Jardines de Chile, de una muestra de las bellas acuarelas de flora nativa chilena pintadas del natural en el Jardín Botánico de Edimburgo. Esta actividad fue precedida por la organización de un curso de pintura botánica conjuntamente con la Pontificia Universidad Católica. Posteriormente, nuestra institución acogió y le organizó a la comitiva de Edimburgo la estadía en terreno para continuar

---

pintando *in situ* flores de la costa de Chile central. Estas acuarelas formarán un magnífico libro de pintura botánica de más de 80 especies nativas de Chile programado para dos años más.

Finalmente, hemos dado otro paso más en nuestra institución con la creación del servicio de voluntariado en el Jardín Botánico. Ello permitirá abrir nuestras puertas a personas sensibles al quehacer de la institución, que es una forma de ir transmitiendo el conocimiento de nuestra flora nativa a través del trabajo cotidiano.

En este número, correspondiente a la octava entrega de la revista del Jardín Botánico Chagual, ofrecemos un interesante artículo sobre el Jardín del Desierto del Jardín Botánico de Huntington en Estados Unidos, lugar que conserva una de las colecciones botánicas más completas de plantas suculentas del mundo. Siguiendo con las colaboraciones internacionales, una sobre la identificación de *Retama monosperma* (L.) como arbusto nativo invasivo en dunas costeras del suroeste de España, otra sobre la regeneración de poblaciones de especies de violetas en tierras devastadas por incendios en el valle de Paravachasca, Córdoba, Argentina. Destacamos dos trabajos relacionados con polinización, uno aborda el estudio de las abejas nativas presentes en el Jardín Botánico Chagual, poblaciones de vital importancia como agentes polinizadores de las angiospermas que están declinando dramáticamente a nivel mundial; el otro, las complejas interacciones de la hierba *Mimulus luteus* con sus polinizadores.

En la sección *Géneros Chilenos*, un recuento acerca de la desintegración de las Escrofulariáceas y la nueva clasificación de los taxones presentes en el país. Además, se presenta: un trabajo sobre propagación sexual y asexual, mediante semillas y mediante cultivo *in vitro* de *Menodora linooides*, especie clasificada como “en peligro” y “rara” según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres; un relato histórico sobre el invernadero del antiguo Jardín Botánico de la Quinta Normal y la gestión de un proyecto para su recuperación; y un relato sobre los jardines Butchart en Canadá, en los que se encuentran varias especies chilenas.

Por último, se incluyen dos notas sobre la reunión de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Jardines Botánicos, celebrada en La Serena en el marco del X Congreso Latinoamericano de Botánica.

**Antonia Echenique Celis**  
Directora Ejecutiva  
Jardín Botánico Chagual

## Jardín del Desierto en el Jardín Botánico de Huntington. Historia y visión a futuro

Gary Lyons  
Curador del Jardín del Desierto de Huntington  
glyons@huntington.org

James P. Folsom  
Director del Jardín Botánico de Huntington  
jfolsom@huntington.org

### INTRODUCCIÓN

El Jardín del Desierto de Huntington, en sus magníficas 4 ha, ostenta una de las dos o tres colecciones botánicas más completas de plantas suculentas del mundo: cerca de 2.800 *taxa*. Ningún otro jardín de suculentas está tan de-

sarrollado, tiene tantos especímenes adultos o recibe tantas visitas. Efectivamente, pocas colecciones de plantas vivas o jardines de cualquier tipo de América del Norte pueden competir con este Jardín del Desierto en lo que a belleza, diversidad, importancia científica, originalidad e impacto se refiere. Ninguna otra colección tiene un mayor potencial para contribuir a la conservación *ex situ* de plantas raras o de constituir una fuente y modelo de preservación en el árido sudoeste.





## HISTORIA DEL JARDÍN DEL DESIERTO

En 1907, cuando el superintendente del predio, William Hertrich, propuso establecer una colección de cactus y otras plantas del desierto, la reacción inicial de Henry Huntington fue negativa. Él recordaba encuentros muy dolorosos con cactus mientras supervisaba la construcción del ferrocarril Southern Pacific a través del desierto de Arizona, y se sorprendió al constatar el entusiasmo de Hertrich con estas espinosas plantas. De todas formas, el señor Huntington consideró la idea como una posibilidad para acondicionar paisajísticamente un área difícil.

El área propuesta para lo que Hertrich llamó el Jardín de las Cactáceas era una ladera yerma, exactamente al este del recién establecido Jardín de las Palmas. Hertrich observó que el desgastado suelo no se adecuaba para plantaciones convencionales. Apeló entonces a los instintos de coleccionista de Huntington, señalando lo novedoso y el potencial valor científico de tal colección. Huntington accedió a experimentar, pero a escala limitada. Inicialmente, el jardín consistía en unas 300 cactáceas diseminadas en menos de 1 ha. El jardín prosperó, y cuando importantes

visitantes mostraron un particular interés por su espinoso jardín, el señor Huntington se convirtió en un entusiasta de los cactus.

En 1908 Hertrich se lanzó en su primera gran expedición de recolección de plantas, que lo llevó por los desiertos de Arizona, Nuevo México y Texas. Regresó con tres vagones de tren cargados de cactáceas. Uno estaba lleno de especímenes jóvenes de saguaro (*Carnegiea gigantea*) de la zona sur de Arizona. Estos cactus gigantes no soportaron el clima del nuevo lugar, si bien algunos pocos se mantuvieron hasta fines de 1960. En 1912 Hertrich viajó a México, de donde volvió con dos vagones adicionales cargados sobre todo con cactáceas, pero incluyendo también algunas otras suculentas. Cuando estas se establecieron, la colección tenía más de 2 ha de extensión (figuras 1, 2 y 3).

En 1925, el Jardín de las Cactáceas duplicó su tamaño cuando rellenaron un reservorio de agua cercano al Estanque de los Lirios. Antes habían usado el lago artificial para regar cultivos de cítricos en la zona sur del predio, pero ya era innecesario porque el terreno se estaba urbanizando para la venta. El terreno, ahora árido, lo destinaron a la colección de plantas desérticas que no cesaba de expandirse. En esos tiempos ubicaron algunas grandes yucca y cereus en el jardín inferior, junto con varios asientos de la suegra (*Echinocactus grusonii*) propagados a partir de semillas recolectadas en México. En 1929—dos años después del fallecimiento de Huntington— usaron más de 200 toneladas de escoria roja, un basalto poroso de lava del Mioceno, proveniente de Arizona o posiblemente de California, para construir grandes rocallas a lo largo del camino central. Hertrich colocó personalmente cada piedra. En ese momento se plantó el banco de mammillarias.

Las áreas establecidas de nuestro jardín botánico se abrieron al público en 1928. Resulta difícil recabar información sobre las plantaciones iniciales del Jardín de las Cactáceas, especialmente en lo que se refiere a fechas y fuentes. Se pueden rescatar algunos datos de los recibos de ventas y de breves menciones en la correspondencia entre Huntington y Hertrich, pero lo cierto es que existe poca información sobre los años iniciales de este jardín.

El primer estudio y catalogación de plantas comenzó en 1930. El botánico Eric Walther fue contratado para estudiar y desarrollar un sistema de registro que se sigue usando hasta hoy. Las plantas se ordenaron alfabéticamente y a cada acceso se le dio un número. La planta número 1, *Agave celsii* var. *albicans*, aún está viva. Desde esos tiempos se ha ido conservando información más precisa sobre las fuentes, la identificación, el hábitat natural y otros aspectos pertinentes acerca de cada nueva planta que se ha ido adquiriendo,

primero en un archivo de tarjetas en la oficina botánica y posteriormente en una base de datos computarizada. Al año 2010, la lista de accesos sobrepasa los 105.000.

Tal como sucedió con todas las áreas de nuestro jardín botánico, durante los años de la Depresión y la Segunda Guerra Mundial el Jardín de las Cactáceas se vio afectado por la escasez de fondos y de mano de obra. Terminada la guerra se reanudaron los cuidados, así como el crecimiento sostenido de la colección. En 1962, Myron Kimnach asumió el cargo de superintendente del predio y curador del jardín botánico. Tal como Hertrich, él era un especialista en plantas suculentas, por lo que introdujo muchas innovaciones y mejoras. Con su orientación, el nombre se cambió a Jardín del Desierto y adquirió reconocimiento internacional como una hermosa y esmerada colección de plantas del desierto. Kimnach se jubiló en 1989.

Durante la permanencia de Kimnach en el cargo, el personal llevó a cabo más de dos docenas de importantes expediciones de colectas a México y América Central, América del Sur y regiones de África, y trajo consigo nuevas especies de suculentas y otras plantas para describirlas, darles un nombre y comenzar a cultivarlas.

En 1981, junto con el rediseño de la entrada por la avenida Oxford y la inauguración del Pabellón de Entrada, el jardín se expandió hasta alcanzar las diez acres que ocupa

hoy (4 ha). Ese mismo año se completó el macizo de Baja California en la parte baja del jardín. En 1966, con el impulso de la sección africana, comenzó un largo proceso de reorganización de áreas del Jardín del Desierto para representar regiones florísticas. En 1980, se completaron unos macizos dedicados a California y otro para las Islas Canarias. El trabajo pendiente más importante implica abrir los 2 a 3 acres (0,8-1,2 ha) nunca habilitados, mejorar la infraestructura y hacer que el Jardín del Desierto sea más accesible al público.

## CARACTERÍSTICAS DEL JARDÍN DEL DESIERTO

Todas las plantas requieren algo de agua para existir. Donde el agua es escasa, el crecimiento de las plantas es limitado y ralo. En nuestro clima, el cultivo de la mayoría de las plantas del desierto resulta difícil. Es más, la colección de Huntington se basa principalmente en plantas suculentas, muchas de las cuales no provienen de zonas con condiciones xerófitas extremas. Las colecciones también incluyen plantas suculentas de zonas subtropicales, regiones con



estaciones secas o áreas localizadas con lluvias impredecibles. En esta gama de plantas suculentas uno encuentra una amplia diversidad de morfologías.

El propósito general del Jardín del Desierto no es retratar un desierto sino presentar una gran variedad de plantas suculentas asociadas a regiones áridas. Para la mayoría de los visitantes, este es un jardín extraordinario. Muchas personas nunca han entrado en contacto con tal variedad de plantas suculentas. La gran masa de material vegetal, simplemente, ya produce una fuerte impresión. A esto se suman las características propias de estas plantas, que, de acuerdo con un escritor, "lo fuerzan a uno a expandir nuestro concepto de planta".

El público puede captar nuevos significados de términos tales como *tallo*, *hoja* y *flor*. Las formas austeras, muchas veces geométricas, de las plantas suculentas, presentan texturas vigorosas, como de jardines de otros mundos. Los visitantes pueden quedar tan atrapados por lo diferente que resulta este paisaje, que no llegan a apreciar la gran variedad que se da en la colección de varios miles de *taxa* de regiones áridas de mundo (figuras 4 y 5).

Recibimos un gran número de comentarios sobre el Jardín del Desierto. A mediados de la década de 1990, poco antes de su fallecimiento, Roberto Burle Marx visitó

California del Sur para dar una conferencia en el Departamento de Arquitectura de la Universidad de California del Sur. El viaje, de acuerdo con su solicitud, incluyó una visita al Jardín del Desierto, donde Burle Marx se paseó con personal de Huntington. Burle Marx nos comentó que su interés en plantas suculentas comenzó cuando leyó un libro sobre ellas escrito por William Hertrich. En los inicios de su carrera, Burle Marx había visitado el Jardín del Desierto, encontrando que las formas y los arreglos eran inspiradores. Más tarde, ese mismo día, recibimos una llamada de un funcionario de la USC que había llevado a este famoso paisajista al aeropuerto. Querían que supiéramos que, saliendo de Huntington, Burle Marx comentó: "Este es el jardín más extraordinario del mundo".

#### ¿POR QUÉ ESTE NO ES UN DESIERTO?

El valle de San Gabriel recibe demasiada lluvia para calificarse como desierto. Un desierto se puede definir como un lugar donde el potencial de evaporación del agua excede las precipitaciones. En forma más simple, los ecologistas



generalmente definen un verdadero desierto como una región con menos de 82 mm de lluvia al año; y el matorral desierto, como un área que recibe menos de 164 mm. Las precipitaciones locales promedian 350 a 380 mm al año; esto implica aridez, pero no un desierto. Muy significativo resulta el hecho de que nosotros reguemos el jardín durante los meses de verano.

#### VIVERO DEL JARDÍN DEL DESIERTO HISTORIA Y PROPÓSITO

Huntington cuenta en sus jardines con una asombrosa variedad de plantas: alrededor de 14.000 clases. Muchos de aquellos *taxa* más sensibles al frío murieron durante las heladas récord de 1937 y 1949, cuando las temperaturas bajaron a -8 °C. En el Jardín del Desierto, muchas suculentas tampoco lograron sobrevivir a estas temperaturas extremas.

Si bien el invernadero del Jardín del Desierto tiene dimensiones modestas (28 m<sup>2</sup>), proporciona un lugar protegido donde exhibir algunas de las suculentas más delicadas de Huntington. Se recibió en 1979 como un

regalo de fuentes privadas, pero se integró al jardín en 1984 y en mayo de 1985 se abrió al público. Hoy se exhiben allí cerca de 1500 *taxa* (figura 6).

¿Por qué tener un invernadero en el Jardín del Desierto, que ya dispone de 4 ha de plantas raras e imponentes? La realidad es que de las aproximadamente 10.000 especies de suculentas, probablemente un tercio no prosperarían o simplemente no sobrevivirían en nuestra zona sin la protección que les proporciona el invernadero.

Algunas de estas plantas vulnerables provienen de zonas donde las precipitaciones son inferiores a los 13 mm anuales. Otras nunca tienen que soportar heladas. Algunas vienen de áreas con veranos húmedos e inviernos secos, exactamente el reverso de nosotros. Están también aquellas otras que pueden tolerar el clima pero, por ser muy pequeñas y frágiles, no soportan el trajinar de los visitantes ni la competencia con otras plantas más vigorosas. Por último, en el invernadero se hace más fácil el manejo de las plantas en macetas para fines educativos o de investigación, mientras que en el Jardín del Desierto las plantas están dispuestas más para su exhibición o con propósitos culturales.

Otra ventaja es la posibilidad de controlar la polinización y la producción de semillas. Los visitantes se percatan frecuentemente de los pequeños pinces que se dejan en



las macetas para realizar la polinización. Al producir semillas de la colección, proporcionamos plantas raras a los entusiastas de las suculentas, reduciendo así la demanda de los coleccionistas por la recolección de plantas silvestres.

## VISIÓN DEL FUTURO

Ahora que el Jardín del Desierto tiene más de 100 años, Huntington está reafirmando la misión científica de este jardín como una colección de conservación de plantas suculentas raras singularmente importante, una casa que guarda tesoros donde las plantas más frágiles y amenazadas se cultivan, estudian, comparten y preservan para la posteridad. Es la intención de Huntington hacer del Jardín del Desierto y sus colecciones una fuente de entendimiento y recursos para familiarizar a los jardineros con estas hermosas plantas de bajos requerimientos hídricos.

El Jardín del Desierto debe maximizar su potencial como lugar acogedor de gran belleza y encanto, una experiencia intuitivamente inteligible en la cual la curiosa y magnífica diversidad de plantas enciende la memoria y la inspiración. El Jardín del Desierto y sus colecciones deben avanzar en forma programada hacia la investigación, la interpretación y la extensión. Esto se debe llevar a cabo mediante programas comprometedores y bien informados para la conservación de las plantas suculentas, que fomenten un mayor aprecio y comprensión del mundo natural, así como el valor de las plantas suculentas, ya sea en la naturaleza o en cultivo.

### Misión

Crear y preservar el Jardín del Desierto, la principal colección mundial dedicada a la conservación, el estudio y el uso de plantas suculentas.

### Metas del programa

Un proceso de revisión, que insumió dos años, estableció las siguientes metas para el Jardín del Desierto:

- La conservación de plantas debe constituir la misión central del Jardín del Desierto, desarrollando el ARK –programa dedicado al mantenimiento de



plantas suculentas vivas, por los próximos 100 años o más, de forma tal que puedan sobrevivir a un desastre ecológico— como un programa modelo para la conservación *ex situ* y la distribución.

- Fortalecimiento estratégico de colecciones y recursos.
- Completar planos físicos del jardín para el mejoramiento de los accesos, poniendo énfasis en los puntos de llegada y vistas significativas; brindar consistencia y excelencia a la muestra de plantas.
- Desarrollar un nuevo complejo de entrada incorporando un invernadero que sustituya el existente.
- Involucrar al público brindándole más conocimientos sobre la biología de las plantas y la historia natural, favoreciendo así la conciencia de su conservación.

- Promover prácticas de jardinería inteligentes y sustentables.
- Reconstituir y expandir la infraestructura en apoyo a la conservación de las colecciones, la interpretación y el uso público.
- Obtener recursos para las actividades en curso a fin de asegurar su continuidad y calidad.
- Relacionar el Jardín del Desierto con la historia, el legado y el potencial de servicio de Huntington.

El ARK representa la dedicación de Huntington en cuanto a la recolección y conservación, para el siglo XXII y más, de colecciones vivas de plantas suculentas biológicamente importantes, muchas de las cuales habrían desaparecido si no actuáramos.

Es en el manejo de las colecciones donde sobresalen los jardines botánicos. Nosotros coleccionamos, salvamos piezas. Hay muchas razones por las cuales los jardines botánicos acumulan y mantienen estos fragmentos, estas colecciones de plantas. Históricamente, el mero catalogar la naturaleza y usar las plantas para la investigación básica fue razón suficiente para crear colecciones vivas. El cultivo de una variedad de plantas para la selección de cepas para la agricultura o la horticultura justificaba también el establecimiento y mantención de colecciones vivas. Pero hoy, saber que muchas de las plantas que actualmente cultivamos y disfrutamos se habrán extinguido en la naturaleza para fines del próximo siglo, crea nuevas y apremiantes prioridades para las colecciones vivas, especialmente para las de plantas suculentas tales como las que mantenemos en Huntington. ¿Qué juicio emitirían los futuros científicos y ciudadanos sobre nuestra gestión si cultiváramos pero perdiéramos los últimos ejemplos conocidos de especies o variedades? Sería imposible dar marcha atrás al reloj y lograr que una especie extinta vuelva a la vida. Se estimaría que nuestras prioridades habrían estado muy pobremente ordenadas (figura 7).

Huntington cuenta hoy con los elementos necesarios para un significativo avance hacia la meta de que el Jardín del Desierto y sus colecciones se constituyan en un ARK que conserve la muestra más diversa posible y científicamente válida de plantas suculentas, con el compromiso de entregar con vida estas plantas a los habitantes de dentro de un siglo o más. La colección existe, los registros están en las mejores condiciones y se cuenta con un equipo integrado por nueve personas altamente capacitadas, así como con un importante grupo de voluntarios entrenados que se dedican a las plantas suculentas. El Jardín del Desierto tiene y exhibe miles de especies y cultivares. Menos de una década atrás, Huntington construyó una nueva sede

para la División de Botánica que incluye laboratorios para investigación y docencia, facilidades para cultivo de tejidos, capacidad ampliada de los viveros y nuevos espacios para el aprendizaje e involucramiento del público. Nuestra biblioteca es rica en recursos y materiales relacionados con las plantas suculentas.

Huntington es el principal jardín público que presta servicios a especialistas y coleccionistas de plantas suculentas, y mantiene también estrechas relaciones de trabajo tanto con científicos botánicos como con jardines públicos.

El ARK se basa en el ISI de Huntington, un programa sobre propagación e introducción dedicado a la distribución anual de 35 a 50 plantas suculentas raras a coleccionistas y jardines, a precio de costo.

En los últimos años hemos puesto a prueba aspectos del programa ARK, estableciendo criterios y seleccionando 50 plantas iniciales para su estudio y seguimiento, a fin de establecer un sistema que asegure que las colecciones vivas se puedan mantener en el largo plazo. Lo que resulta más evidente de este análisis, y antinatural para una mentalidad típica de coleccionista, es que la clave para conservar las plantas raras es hacerlas menos raras, y cultivarlas en lugares diversos. Por lo tanto, el ARK no hará acopio de plantas raras sino que constantemente las propagará, distribuirá y les hará seguimiento, a fin de que sean preservadas por muchos individuos e instituciones. Dejemos que las plantas “vayan adelante y se multipliquen” (figuras 8 y 9).

Entre las actividades previstas están:

- Ampliar nuestro actual programa de micropropagación, a fin de cubrir un mayor número de plantas y posibilitar la investigación necesaria para descubrir técnicas apropiadas para plantas recalcitrantes.
- Apoyar aquella investigación que permita aumentar el potencial éxito de la conservación y proporcionar conocimiento crucial para la posible futura reintroducción; por ejemplo, estudios de los límites de las especies, autoecología, almacenamiento de semillas, técnicas de cultivos y biología de poblaciones.
- Propiciar una red de colaboradores que se constituirán en socios para la conservación de estas especies, y manejo de estas relaciones durante el tiempo.
- Enriquecimiento de las colecciones de plantas vivas en Huntington en apoyo a la conservación *in situ* y los requerimientos de investigación, y proporcionar una base para la propagación y la recolección de semillas.
- Impulsar asociaciones con países de origen que permitan el intercambio de especies, estableciendo expectativas y respetando, a la vez, la propiedad.

- Equipar el jardín y las instalaciones de apoyo para proporcionar las mejores condiciones posibles para los cultivos y la conservación.
- Dotar adecuadamente el jardín y las colecciones con técnicos y especialistas capacitados y dedicados, para que cultiven, hagan seguimiento, propaguen y ayuden a interpretar la colección y el programa de conservación.
- Inspirar al público para que aprecie estas plantas, apoye la conservación del medio ambiente y participe a nivel personal en la conservación de plantas.
- Acondicionar el jardín de exhibición para contar historias sobre las xerófitas, reforzando el interés del público en su conservación y alentando a la gente a que adquiera mayores conocimientos sobre plantas e historia natural.
- Promocionar el uso de plantas suculentas apropiadas para paisajismo a escala doméstica.

tierra, pero muchas veces en maceteros o contenedores (opuesto a *in situ*, que significa que la planta crece en su propio hábitat).

ISI = Introducción Internacional de Suculentas, un programa de Huntington dedicado a la propagación e introducción de suculentas, activo desde 1958.

**planta suculenta** = plantas generalmente nativas de regiones áridas o desérticas, que han desarrollado tejidos capaces de almacenar agua y resistentes a las sequías, con estrategias asociadas a la conservación del agua que permiten a la planta sobrevivir y hasta prosperar en hábitats extremadamente áridos. La mayoría de las suculentas tiene algún tejido grueso y carnoso, ya sea en hojas, tallos, tallos subterráneos o raíces. Las cactáceas son plantas suculentas con tallos verdes y carnosos, y areolas. La mayoría de las Crassulaceas, tales como *Echeveria*, *Dudleya*, *Sedum*, *Crassula*, y *Aeonium*, tienen hojas y tallos carnosos, y pueden prosperar con muy poca agua.

**árido** = denota sequedad (opuesto a *mésico*, que se refiere a situaciones con disponibilidad de agua moderada o promedio).

**paisajismo de bajo requerimiento hídrico (xeriscape)** = paisaje diseñado para prosperar con poca agua o irrigación.

## GLOSARIO

**ex situ** = término que indica que una planta está siendo cultivada fuera de su hábitat natural, generalmente en la

## Las abejas (*Hymenoptera:Apoidea*) del Jardín Botánico Chagual. Estudio de caso de abejas nativas en zonas urbanas de Santiago de Chile

José Montalva  
Instituto de Ecología y Biodiversidad  
Facultad de Ciencias, Laboratorio de Sistemática Vegetal,  
Universidad de Chile  
montalva.jose@gmail.com

Juan Luis Allendes  
Facultad de Ciencias,  
Laboratorio de Ecología Terrestre,  
Universidad de Chile

Benjamín Castro  
Instituto de Ecología y Biodiversidad  
Facultad de Ciencias, Laboratorio de Sistemática Vegetal,  
Universidad de Chile

*En nuestro jardín, en el parque, en las flores del supermercado  
o en los árboles de la avenida...  
Sí, aquí, en medio de la ciudad, hay diminutas obreras trabajando;  
pero no son tan sólo la conocida abeja de miel o el ruidoso abejorro.  
En medio de cada planta, acarreado de aquí para allá el polen de las flores  
y realizando un trabajo imprescindible para la continuación  
de la vida (al menos para la de algunas plantas),  
están ellas y no son pocas, son decenas, quizá centenas,  
las minúsculas trabajadoras que pasan inadvertidas ante nuestros ojos  
en la vorágine diaria del quehacer capitalino.*

Existe cada vez más evidencia de la declinación de las poblaciones de especies de abejas nativas (Allen-Wardell *et al.* 1998, Kearns *et al.* 1998, Nates-Parra & González 2000, Cane 2001, Biesmeijer *et al.* 2006, McFrederick & LeBuhn 2006, Larson & Frazén 2007, Fetridge *et al.* 2008, Arizmendi 2009, Ashworth *et al.* 2009, Potts *et al.* 2010), lo que reviste un alarmante problema para un futuro próximo.

Las abejas son el principal grupo de polinizadores de las plantas angiospermas; se estima que polinizan cerca de 75% del total de las especies vegetales, y aproximadamente 73% de los cultivos agrícolas (Diodato *et al.* 2008, FAO 2004, Arizmendi 2009, Ashworth *et al.* 2009, Potts *et al.* 2010). Un reporte de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus iniciales en inglés) predice que 20.000 especies de plantas con flores se podrían extinguir en las próximas décadas debido a la falta de sus polinizadores (Allen-Wardell *et al.* 1998). Este problema, que a simple vista

parece netamente ecológico, se puede traducir en dificultades económicas y sociales al causar millonarias pérdidas en el sector agrícola (Allen-Wardell *et al.* 1998, Kevan & Phillips 2001, Arizmendi 2009, Ashworth *et al.* 2009, Potts *et al.* 2010) y una posible escasez de alimentos (Allen-Wardell *et al.* 1998, Arizmendi 2009, Ashworth *et al.* 2009).

Se pueden resumir en tres los principales factores que inciden en las densidades o extinciones locales de las abejas nativas:

1. **Fragmentación de hábitat.** Es uno de los graves problemas que enfrenta la biodiversidad en general (Rathcke & Jules 1993). En el caso de las abejas, incide en que algunas, sobre todo especies pequeñas o de restringido rango de vuelo, pueden quedar aisladas de sus recursos —alimentos o áreas de nidificación— o verlos reducidos debido a los efectos antrópicos

(Rathcke & Jules 1993, Cane 2001). Además, el aislamiento de los fragmentos puede incidir en el flujo genético de las poblaciones silvestres (Rathcke & Jules 1993, Packer & Owen 2001).

2. **Especies introducidas.** Podrían afectar a las abejas de dos maneras: vía la inclusión de individuos que compiten por recursos, lo que en algunos casos llevaría a extinciones locales de especies nativas menos eficientes en la obtención de recursos (Rathcke & Jules 1993, Montalva *et al.* 2008), o vía la introducción de nuevos enemigos naturales, desde depredadores hasta patógenos (Mack *et al.* 2000).
3. **Envenenamientos por pesticidas.** El uso de pesticidas, dirigido a combatir las plagas que merman la producción en el sector agrícola, ha sido muy controversial durante toda su historia. Entre los efectos colaterales más conocidos están los que afectan al ser humano, pero también perjudican a un sinnúmero de otros organismos, como en el emblemático caso del águila calva americana. Ahora último se ha puesto atención a los efectos letales sobre insectos benéficos como los polinizadores, e incluso se considera que puede ser un factor importante de la llamada crisis de la polinización (Allen-Wardell *et al.* 1998, Arizmendi 2009, Brittain *et al.* 2010).

Teniendo presentes los puntos anteriores se han planteado diversas estrategias, como hacer catastros periódicos con el fin de evaluar los ecosistemas (Allen-Wardell *et al.* 1998), pero lamentablemente estos son escasos y la mayoría realizados en zonas de alta diversidad y con poca perturbación antrópica, por lo que se podrían estar sobrevalorando los resultados si estos se extrapolan a una región completa (Nates-Parra *et al.* 2004). Por otra parte, en el último tiempo tiene auge el estudio de la biodiversidad en las ciudades (Fetridge *et al.* 2008, Matteson *et al.* 2008, Wojcik *et al.* 2008, Frankie *et al.* 2009, Hernández *et al.* 2009), lo cual se ajusta un poco más al dilema de conservar en este mundo moderno.

Por último, se mencionan tres puntos claves para el conocimiento de la biodiversidad estructural: descripción, inventario y monitoreo (Allen-Wardell *et al.* 1998, Rau 2010). En este primer acercamiento, y tomando en cuenta la alta perturbación antrópica, la fragmentación de hábitat, la modificación de la estructura comunitaria a causa de la inclusión de especies vegetales exóticas y la necesidad de conocer la biodiversidad presente en el Jardín Botánico Chagual, realizamos un catastro preliminar de las especies de abejas y su flora asociada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

El Jardín Botánico Chagual es un proyecto en ejecución que forma parte de la Red Chilena de Jardines Botánicos y de la Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI). Se encuentra ubicado en la ladera sur-oriental del Parque Metropolitano, en el cerro San Cristóbal (33° 24' 17,28" S, 70° 36' 23,4" O), comuna de Vitacura, Región Metropolitana. Cuenta con una superficie aproximada de 45 ha (figura 1) y es una derivación de la cordillera de los Andes. Su altura aproximada alcanza los 860 msnm. Compuesto principalmente de sienita (Iturriaga *et al.* 2004), el sector en general está dominado por un clima del tipo mediterráneo, con precipitaciones en invierno y períodos secos y calurosos en los meses de verano (Di Castri & Hajek 1976). La vegetación está compuesta en un 65% por especies exóticas y presenta una alta perturbación antrópica (Iturriaga *et al.* 2004).

### Catastro de abejas

Se realizaron colectas con redes entomológicas entre septiembre y diciembre de 2009 y en enero de 2010, procurando



Figura 1. Ubicación del Parque Metropolitano de Santiago (★).

registrar la planta en la cual se colectó el ejemplar. Las plantas se identificaron en terreno siguiendo el catastro de especies hecho por Iturriaga y colaboradores para el Jardín (2004). Las especies dudosas se llevaron al laboratorio y se identificaron posteriormente según las claves taxonómicas. Los ejemplares de abejas se montaron y etiquetaron en el laboratorio. Se hizo un catastro de especies que se contrastó con información de la literatura disponible. El material se depositó en las colecciones de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, el Instituto de Entomología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, el Museo Nacional de Historia Natural y el Jardín Botánico Chagual.

RUIZ 1923	PRESENTE TRABAJO	FECHA DE COLECTA
<b>Colletidae</b>	<b>Colletidae</b>	
<i>Chilicola minor</i>	<i>Chilicola minor</i>	noviembre-enero
<i>Chilicola plebeia</i>		
<i>Colletes biciliatus</i>		
<i>Colletes laticeps</i>	<i>Colletes lucens</i>	diciembre
<i>Colletes seminitidus</i>	<i>Colletes seminitidus</i>	septiembre-noviembre
	<i>Cadeguala albopilosa</i>	septiembre-noviembre
<i>Cadeguala occidentalis</i>	<i>Cadeguala occidentalis</i>	septiembre-noviembre
<i>Caupolicana hirsuta</i>	<i>Caupolicana hirsuta</i>	noviembre
	<i>Caupolicana quadrifasciata</i>	septiembre-octubre
	<i>Hylaeus punctatus*</i>	octubre-enero
<i>Lonchopria rufitorax</i>	<i>Lonchopria rufitorax</i>	septiembre
<i>Leioproctus rufiventris</i>	<i>Leioproctus rufiventris</i>	septiembre
<b>Andrenidae</b>	<b>Andrenidae</b>	
<i>Acamptopoeum submetallicum</i>	<i>Acamptopoeum submetallicum</i>	noviembre-enero
	<i>Calliopsis trifasciata</i>	octubre-diciembre
	<i>Liphanthus sabulosus</i>	octubre-diciembre
<i>Spiniella maculata</i>		
	<i>Rhopitulus herbsti</i>	octubre-diciembre
<b>Halictidae</b>	<b>Halictidae</b>	
<i>Caenohalictus opaciceps</i>	<i>Caenohalictus opaciceps</i>	enero
<i>Corynura chloris</i>	<i>Corynura chloris</i>	septiembre-enero
<i>Corynura cristata</i>		
<i>Corynura corinogaster</i>	<i>Corynura corinogaster</i>	octubre
<i>Lasioglossum spinolae</i>	<i>Lasioglossum sp.</i>	noviembre-diciembre
<i>Pseudoagapostemon citricornis</i>	<i>Pseudoagapostemon citricornis</i>	noviembre
<i>Ruizantheda mutabilis</i>	<i>Ruizantheda mutabilis</i>	octubre
<i>Ruizantheda nigrocaerulea</i>	<i>Ruizantheda nigrocaerulea</i>	octubre
<i>Sphecodes granulatus</i>	<i>Sphecodes granulatus</i>	octubre
	<i>Sphecodes sp.</i>	diciembre-enero
<b>Megachile</b>	<b>Megachile</b>	
<i>Anthidium chilense</i>	<i>Anthidium chilense</i>	noviembre-enero
<i>Megachile euzona</i>	<i>Megachile euzona</i>	noviembre
<i>Megachile pollinosa</i>	<i>Megachile pollinosa</i>	noviembre
	<i>Megachile rotundata*</i>	noviembre-diciembre
<i>Megachile saulcyi</i>	<i>Megachile saulcyi</i>	diciembre-enero
<i>Notanthidium steloides</i>	<i>Notanthidium steloides</i>	diciembre
	<i>Notanthidium rodolphi</i>	diciembre
<b>Apidae</b>	<b>Apidae</b>	
<i>Alloicirtica chilena</i>	<i>Alloicirtica chilena</i>	octubre-enero
<i>Alloicirtica tristigata</i>	<i>Alloicirtica tristigata</i>	octubre-noviembre
<i>Alloicirtica valparadisaea</i>	<i>Alloicirtica valparadisaea</i>	octubre
<i>Anthophora incerta</i>	<i>Anthophora incerta</i>	noviembre-diciembre
<i>Apis mellifera*</i>	<i>Apis mellifera*</i>	septiembre-enero
<i>Bombus dahlbomii</i>		
	<i>Bombus terrestris*</i>	septiembre-enero
<i>Centris cineraria</i>	<i>Centris cineraria</i>	octubre
<i>Centris nigerrima</i>		
	<i>Centris chilensis</i>	noviembre-enero
	<i>Diadasia chilensis</i>	noviembre-enero
	<i>Doeringella gayi</i>	diciembre-enero
	<i>Chalepogenus herbsti</i>	octubre-noviembre
	<i>Epidopus lendianus</i>	diciembre-enero
	<i>Epidopus gayi</i>	enero
	<i>Isepeolus luctuosus</i>	noviembre
	<i>Isepeolus septemnotatus</i>	octubre

## RESULTADOS

Durante el estudio se recolectaron 325 individuos correspondientes a 46 especies de 32 géneros, abarcando las cinco familias de abejas presentes en el país (Tabla 1). De estas, 42 especies son nativas y 4 son introducidas, las cuales –salvo *A. Mellifera*– entraron a Chile durante los últimos 30 años. Apidae es la familia con más especies: 16 (35%), seguida por Colletidae con 10 (22%), Halictidae con 9 (20%), Megachilidae con 7 (15%) y Andrenidae con 4 especies (8%) (figura 2).

Tabla 1. Comparación de las especies de abejas registradas en distintos períodos del Parque Metropolitano de Santiago. Las casillas adjuntas corresponden a la misma especie. En algunos casos, en la columna correspondiente al trabajo de Ruiz se presenta el sinónimo, que era la especie válida para esa fecha. El asterisco (\*) señala que la especie es exótica.

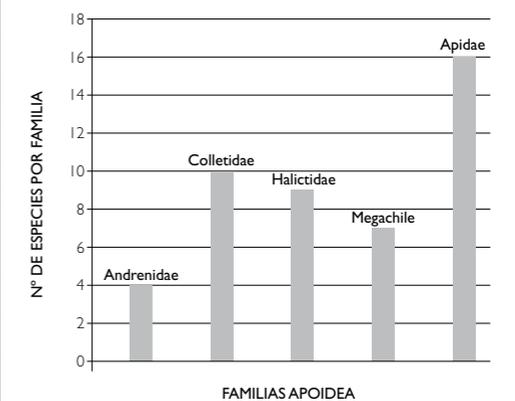


Figura 2. Número de especies por familia en el Jardín Botánico Chagual.

**Recursos utilizados por las abejas**

En la Tabla 2 se presenta la lista de las asociaciones florales con 33 especies vegetales, pertenecientes a 20 familias botánicas, en su mayoría especies exóticas.

Entre las familias, las plantas que destacan con el mayor número de especies visitadas y generalización, en cuanto a la diversidad de abejas que las visitan fueron Asteraceae y Brassicaceae. Las especies de plantas con más especies de abejas fueron *Brassica campestris* (introducida),

	<i>Brassica campestris</i> *	<i>Posithaea caerulea</i>	<i>Oenothera rosea</i> *	<i>Gnaphalium philippii</i>	<i>Schinus polygamus</i>	<i>Loasa tricolor</i>	<i>Marrubium vulgare</i> *	<i>Galega officinalis</i> *	<i>Cyanara cardunculus</i> *	<i>Baccharis linearis</i>	<i>Carduus pycnocephalus</i> *	<i>Aristotelia chilensis</i>	<i>Centaurea melitensis</i> *	<i>Malesherbia linearifolia</i>	<i>Chamomilla recutita</i> *	<i>Talgueña quinquevnia</i>	<i>Papaver somniferum</i> *	<i>Lavandula sp</i> *	<i>Quilaja saponaria</i>	<i>Azara celastrina</i>	<i>Crataegus oxyacantha</i> *	<i>Eschobzia Californica</i> *	<i>Cotula coronopifolia</i> *	<i>Alonsoa meridionalis</i>	<i>Loasa triloba</i>	<i>Calceolaria sp</i>	<i>Cryptocarya alba</i>	<i>Foeniculum vulgare</i> *	<i>Leucocoryne ixoides</i>	<i>Solanum maritimum</i>	<i>Salvia leucantha</i> *	<i>abutilum sp</i> *	<i>Robinia pseudacacia</i> *			
<i>A. mellifera</i> *																																				
<i>B. terrestris</i> *																																				
<i>D. chilensis</i>																																				
<i>C. seminitidus</i>																																				
<i>Ch. herbsti</i>																																				
<i>A. submetallicum</i>																																				
<i>H. punctatus</i> *																																				
<i>R. herbsti</i>																																				
<i>A. chilense</i>																																				
<i>R. mutabilis</i>																																				
<i>A. tristigata</i>																																				
<i>M. rotundata</i> *																																				
<i>C. trifasciata</i>																																				
<i>C. occidentalis</i>																																				
<i>Chilicola sp</i>																																				
<i>M. saulcyi</i>																																				
<i>S. melanura</i>																																				
<i>L. sabulosus</i>																																				
<i>C. quadrifasciata</i>																																				
<i>R. nigrocaerulea</i>																																				
<i>L. rufitorax</i>																																				
<i>C. chloris</i>																																				
<i>C. albopilosa</i>																																				
<i>N. steloides</i>																																				
<i>C. corinogaster</i>																																				
<i>A. incerta</i>																																				
<i>I. luctuosus</i>																																				
<i>M. euzona</i>																																				
<i>M. pallinosa</i>																																				
<i>C. hirsuta</i>																																				
<i>Sphecodes sp</i>																																				
<i>E. lendlianus</i>																																				
<i>C. lucens</i>																																				
<i>Lasioglossum sp.</i>																																				
<i>L. rufiventris</i>																																				
<i>A. valparadisaea</i>																																				
<i>C. cineraria</i>																																				
<i>I. septemnotatus</i>																																				
<i>E. gayi</i>																																				
<i>C. chilensis</i>																																				
<i>D. gayi</i>																																				

Tabla 2. Interacciones abeja-planta. El orden está dado por una jerarquía de relaciones. \* señala las especies exóticas.

*Pasithaea coerulea* (nativa), *Oenothera rosea* (introducida), *Gnaphalium philippii* (nativa), *Schinus polygamus* (nativa), *Loasa tricolor* (nativa) y *Marrubium vulgare* (introducida). Las especies *Loasa triloba* (nativa), *L. tricolor* (nativa) y *Malesherbia linearifolia* (nativa) destacan por albergar a especies oligolécticas como *Caupolicana quadrifasciata*, *Leioproctus rufiventris* y *Centris chilensis* respectivamente.

Las especies de abejas más polilécticas en este estudio fueron las exóticas *Apis mellifera* y *Bombus terrestris*; y entre las nativas, *Diadasia chilensis* y *Colletes seminitidus*.

**Abejas parásitas<sup>1</sup>**

En el Jardín Botánico Chagual se registraron 7 especies parásitas pertenecientes a 2 familias (Apidae y Halictidae): *Doeringella gayi* (Apidae), *Epiclopus gayi* (Apidae), *Epiclopus lendlianus* (Apidae), *Isepeolus luctuosus* (Apidae), *Isepeolus septemnotatus* (Apidae), *Sphecodes granulatus* (Halictidae) y *Sphecodes sp.* (Halictidae) (Tabla 3).

Especies de abejas cleptoparásitas	Posible hospedero en el Parque
<i>Doeringella gayi</i>	<i>Diadasia chilensis</i> , <i>Svastrides melanura</i>
<i>Epiclopus gayi</i>	<i>Centris cineraria</i> , <i>Centris chilensis</i>
<i>Epiclopus lendlianus</i>	<i>Centris cineraria</i> , <i>Centris chilensis</i>
<i>Isepeolus luctuosus</i>	<i>Colletes seminitidus</i>
<i>Isepeolus septemnotatus</i>	<i>Colletes seminitidus</i>
<i>Sphecodes granulatus</i>	Se desconoce hospedero específico; posiblemente <i>Chilicola sp.</i> , <i>Caenohalictus sp.</i> , <i>Lasioglossum sp.</i>
<i>Sphecodes sp</i>	Se desconoce hospedero específico; posiblemente <i>Chilicola sp.</i> , <i>Caenohalictus sp.</i> , <i>Lasioglossum sp</i>

Tabla 3. Relaciones entre abejas cleptoparásitas y sus hospederos en el Jardín Botánico Chagual.

**DISCUSIÓN**

Durante el año 2009, en un área correspondiente al Jardín Botánico Chagual se registraron 46 especies de abejas, aproximadamente 10% respecto del total de especies de abejas

descritas para Chile (Montalva & Ruz 2010). Este registro da cuenta de una alta riqueza de especies en una pequeña área, si lo comparamos con zonas del país como las quebradas de Tal Tal y Paposos, que presentan un registro de 29 especies (Toro *et al.* 1996); con la cordillera de Nahuelbuta, que tiene un catastro de 34 especies (Ruz & Vivallo 2005); o con la cordillera de Coquimbo, con 72 especies (Toro & Chiappa 1997). En comparación con otros trabajos de abejas urbanas, los resultados siguen siendo auspiciosos. En la ciudad de Bogotá (Colombia), por ejemplo, se registraron 40 especies (Nates-Parra *et al.* 2006), y en Uribaki (Japón), 43 especies (Hisamatsu & Yamane 2006); mientras que en 7 ciudades de California (Estados Unidos) se registraron 82 especies (Frankie *et al.* 2009) y en 21 localidades de Westchester (Nueva York, Estados Unidos) 110 especies (Fetridge *et al.* 2008). Cabe destacar que tanto para Colombia como para Estados Unidos se abarcó un territorio mucho más grande que el del presente trabajo, además de que en esos países la diversidad de abejas también es mayor.

Contrariamente a lo esperado, al comparar los resultados con el catastro de himenópteros del Parque Metropolitano hecho por Ruiz en 1923, en el cual se registraron 34 especies de abejas, se observa que muchas de ellas se mantienen en la actualidad pese a los cambios que ha experimentado el Parque desde esa fecha; incluso el número se incrementa en 12 especies (Tabla 1), de las cuales 4 son exóticas de introducciones recientes al país.

También llama la atención la actual presencia de *Diadasia chilensis*, ahora una de las especies más abundantes en el Parque; de *Liphanthus sabulosus*, con amplios sitios de nidificación en una ladera del Parque; y de *Centris chilensis*, que al estar asociada exclusivamente a las *Malesherbia* es de muy fácil observación.

Destacan igualmente ausencias importantes ya señaladas por Ruiz (1923), como el abejorro nativo *B. dahlbomi*, *Svastra flavitarsis* y *Centris nigerrima*. En el caso de las últimas dos especies hay colectas recientes ajenas a este trabajo, lo cual podría indicar que son especies poco frecuentes; en cuanto al abejorro, se ha señalado que desde Coquimbo hasta el Maule sus poblaciones naturales han bajado drásticamente y estos resultados darían más antecedentes para corroborar esa tesis (Tabla 1). Por otra parte, existen estudios en los que se menciona la alta diversidad de abejas en áreas perturbadas (Saure 1996, Winfree *et al.* 2007, Fetridge *et al.* 2008, Matteson *et al.* 2008, Wojcik *et al.* 2008).

En cuanto a la utilización del recurso floral, se observa en muchos casos que no existe una estricta preferencia por un recurso nativo en comparación con uno introducido.

<sup>1</sup> Existe un tipo particular de parasitismo entre las abejas, que también se da en aves y otros grupos, llamado cleptoparasitismo: las abejas parásitas colocan sus huevos en el nido de sus hospederos, posteriormente el huevo eclosiona, la larva parásita mata a las larvas del hospedero y se alimenta de la comida del nido.

Es más, especies de abejas consideradas como especialistas se encontraron forrajeando sobre plantas introducidas. Valdovinos *et al.* (2009) plantean la posible importancia que puede tener la flora introducida en la conservación de la estructura comunitaria. Sobre la base de esos análisis es posible pensar que la gran variedad presente en el área de estudio se deba a la disponibilidad y riqueza del recurso y no a una relación histórica entre planta y abeja.

Otro aspecto importante a considerar es que la mayoría de las especies de abejas del Jardín Botánico Chagual construyen sus nidos directamente en el suelo. De acuerdo con algunos estudios que demuestran que los parques actúan como islas manteniendo dinámicas comunitarias (Faeth & Kane 1978, McFrederick & Le Buhn 2006, Matteson *et al.* 2008), y que zonas con altas proporciones seminaturales se correlacionan positivamente con la presencia de áreas de nidificación de abejas nativas (McFrederick & Le Buhn 2006, Fetridge *et al.* 2008), incluso los jardines particulares podrían actuar como áreas de nidificación y fuente de alimento (Fetridge *et al.* 2008, Matteson *et al.* 2008, Wojcik *et al.* 2008, Frankie *et al.* 2009, Hernández *et al.* 2009), lo que plantea la mantención de estas áreas para una efectiva conservación de las distintas especies presentes en ellas.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la perspectiva propuesta por Noss (1990) sobre la diversidad, este estudio ha abordado una parte composicional de la biodiversidad, mediante el catastro de especies de la superfamilia Apoidea presentes en el Jardín Botánico. Además abordamos un factor funcional al dar cuenta de las relaciones interespecíficas entre plantas y abejas. Los resultados han sido óptimos pues encontramos una alta riqueza en una pequeña área, lo que exagera la importancia de la mantención y generación de áreas verdes en espacios urbanos, como una medida de conservación de estos insectos.

Con este estudio se ha realizado el primer catastro de abejas urbanas en Chile, un gran avance para el estado de conocimiento de las abejas en el país; sin embargo, es necesario ampliar las investigaciones. En específico, durante la implementación del plan maestro del Jardín Botánico Chagual, se pretende realizar un estudio a largo plazo sobre el conjunto de abejas del lugar, para visualizar posibles cambios de la estructura comunitaria.



Figura 3A. Cópula de *Rhophitulus herbsti* sobre *Chamomilla recutita*; B. *Diadasia chilensis* sobre *Cotula coronopifolia*; C. *Colletes seminitidus* sobre *Loasa tricolor*; D. *Bombus terrestris* sobre *Cyanara cardunculus*.

## APÉNDICE

### HISTORIA NATURAL DE ALGUNAS ABEJAS DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL

#### FAMILIA ANDRENIDAE

##### *Rhophitulus herbsti* Friese, 1906 (figura 3A)

SINÓNIMOS. *Panurginus herbsti* Friese, 1906; *Camptopoeum nigrum* homonym Spinola, 1851.

ETIMOLOGÍA. *Herbsti*, en honor al Dr. Paul Herbst.

CARACTERÍSTICAS. Abeja pequeña, de 5 a 7 mm, con cabeza, antenas y cuerpo de color negro. Presenta poca pilosidad erizada, de color pardo. Los machos tienen manchas amarillas en el rostro.

BIOLOGÍA. Se observa que las hembras forrajean entre noviembre y diciembre. No se conoce nada de la biología de nidificación de esta especie.

COMENTARIOS. Especie muy abundante en noviembre. Sólo durante un corto período de una o dos semanas, se asocia principalmente a la manzanilla (*Chamomilla recutita*).

#### FAMILIA COLLETIDAE

##### *Colletes seminitidus* Spinola, 1851 (figura 3C)

ETIMOLOGÍA. *Colletes*, del griego 'encolar'; *seminitidus*, 'semibrillante'.

CARACTERÍSTICAS. Abeja de tamaño mediano, de 12 mm aproximadamente, de color verde brillante, especialmente en el abdomen. Con pilosidad erizada blancoamarillenta, el macho también presenta abundante pilosidad blanca en el rostro.

BIOLOGÍA. Emerge muy temprano en la temporada; está entre las principales visitantes florales después de las lluvias. Nidifica en el suelo, en toda clase de terrenos. Hace galerías de aproximadamente 15 cm de profundidad, que se bifurcan en galerías anexas.

COMENTARIOS. Especie relativamente abundante en el Jardín Botánico Chagual, sobre todo en septiembre y octubre.

##### *Caupolicana quadrifasciata* Friese, 1898 (figura 4D)

ETIMOLOGÍA. *Caupolicana*, en honor al cacique Caupolicán; *quadrifasciata*, 'cuatro fascies', por las líneas blancas transversales de su abdomen.

CARACTERÍSTICAS. Abeja robusta cuyo tamaño varía entre los 14 y los 18 mm. Su tórax posee una abundante pilosidad blanca. El abdomen presenta 4 bandas transversales de color blanco. El primer segmento antenal es casi tan largo como el escapo.

BIOLOGÍA. Especie oligoléctica que se asocia principalmente a plantas de la familia Loasaceae. De vuelo muy rápido, se la ve forrajear abundantemente en septiembre.

COMENTARIOS. Esta sin duda es la abeja nativa de mayor tamaño del Jardín Botánico Chagual. De vuelo muy rápido, se la puede ver forrajear sobre las ortigas caballunas (*Loasa*). Al igual que a las abejas del género *Centris* y *Cadeguala*, se las oye zumbiar cuando visitan algunos tipos particulares de flores, fenómeno conocido como *buzz pollination*.

##### *Leioproctus rufiventris* Friese, 1924 (figura 4C)

SINÓNIMOS. *Leioproctus ruficaudatus* Michener, 1965.

ETIMOLOGÍA. *Leioproctus*: *leio*, 'suave'; *proctus*, 'abdomen'; *rufiventris*, 'rojo', por el color del abdomen de las hembras.

CARACTERÍSTICAS. Abeja mediana, de 8 a 10 mm, con pilosidad blanco amarillenta en la cabeza, el tórax y entre los segmentos del abdomen. Cabeza y tórax de color café oscuro, al igual que las patas. Las hembras tienen el abdomen rojo. Las alas presentan sólo dos células submarginales.

BIOLOGÍA. Especie oligoléctica. Su período de vuelo va de septiembre a octubre.

COMENTARIOS. Especie poco frecuente. De vuelo rápido, por su tamaño y coloración se podría confundir con *R. mutabilis*. Se las ve forrajear sobre las ortigas caballunas (*Loasa*).

**FAMILIA HALICTIDAE***Ruizantheda mutabilis* Spinola, 1851 (figura 4A)

SINÓNIMOS. *Halictus mutabilis* Spinola, 1851.

ETIMOLOGÍA. *Ruizantheda*, del griego, 'abeja de Ruiz' (Flaminio Ruiz); *mutabilis*, del latín 'que cambia'.

CARACTERÍSTICAS. Abeja de tamaño pequeño o mediano, de 8 mm aproximadamente, con pilosidad erizada alargada no densa, especialmente en la zona del tórax. Presenta una gran variación cromática, sobre todo la hembra, que puede tener abdomen de tonos rojos a azulados. En esta especie también existe un marcado dimorfismo sexual; los machos son delgados, con antenas largas y patas amarillas.

BIOLOGÍA. Los individuos emergen del nido aproximadamente en octubre y comienzan a cavar galerías en el suelo. La prepupa pasa el invierno en su celdilla, sin construir un capullo.

COMENTARIOS. Especie abundante sobre todo en octubre. Visita una gran diversidad de plantas; es fácil observarla en la flor del queltehue (*Pasithea coerulea*) y en el quillay (*Quillaja saponaria*).

**FAMILIA MEGACHILIDAE***Megachile euzona* Pérez, 1899 (figura 4B)

SINÓNIMOS. *Megachile phillippi* Friese, 1905; *Steloides euzona* (Pérez, 1899); *Anthidium euzona* Friese, 1925; *Anthidium phillippi* Friese, 1925; *Chrysosarus euzona* Mitchell, 1980.

ETIMOLOGÍA. *Megachile*, 'labio grande'; *euzona*, 'propia de un lugar'.

CARACTERÍSTICAS. Abeja robusta, de entre 11 y 12 mm, con patas, antenas y alas anaranjadas. Presenta abundante pilosidad erizada de color negro; en la cabeza, pilosidad erizada y densa de color blanco; y en el tercer segmento del abdomen, una marcada banda transversal del mismo color. Como es característico de la familia, el aparato colector de polen se encuentra en el abdomen.

BIOLOGÍA. Nidifica en galerías abandonadas de coleópteros, principalmente en madera. Colecta hojas para confeccionar



Figura 4A. *Ruizantheda mutabilis* forrajando sobre *Pasithea coerulea*; B. *Megachile euzona*; C. *Leioproctus rufiventris*; D. *Caupolicana quadrifasciata*.

sus nidos, como otros miembros de la familia, por lo que comúnmente se las ha llamado abejas cortadoras de hojas; en particular, esta especie se ha registrado utilizando pétalos de *Althaea rosea*, *Clarkia tenella* y *Lavatera arborea*. Su desarrollo se completa en 6 semanas y la prepupa pasa el invierno dentro de un capullo. Los adultos vuelan entre noviembre y diciembre.

COMENTARIOS. Especie rara, se la observa en diciembre forrajeando sobre la *Galega*. Por su coloración mimética se la puede confundir con *Notanthidium stelooides* o alguna avispa alfarera (*Hypodynerus* o *Gayella*).

**FAMILIA APIDAE***Diadasia chilensis* Spinola, 1851 (figura 3B)

SINÓNIMOS. *Anthophora chilensis* Spinola, 1851; *Exomalopsis chilensis* Friese, 1899; *Ancyluscelis videlai* Brèthes, 1910.

ETIMOLOGÍA. *Diadasia*, 'muy peluda'; *chilensis*, 'de Chile'.

CARACTERÍSTICAS. Abeja mediana o pequeña que varía entre 8 y 9 mm, con cabeza, cuerpo y patas negras, y abundante pilosidad de color ocre pálido. El macho presenta una mancha amarilla en el clípeo. La hembra presenta tarsos amarillos.

BIOLOGÍA. Emerge entre septiembre y febrero; es una especie protándrica. Nidifica en el suelo construyendo galerías. Destaca la entrada al nido, en forma de tubo acodado formado por barro.

COMENTARIOS. Abeja muy abundante en el parque, curiosamente no registrada por Ruiz en su trabajo. Visita una gran cantidad de plantas nativas e introducidas.

*Bombus terrestris* Linnaeus, 1758 (figura 3D)

SINÓNIMOS. *Apis terrestris* Linnaeus, 1758; *Bombus canariensis* Pérez, 1895; *Bombus maderensis* Erlandsson, 1979.

ETIMOLOGÍA. *Bombus*, 'que zumba'; *terrestris*, por armar sus nidos subterráneamente.

CARACTERÍSTICAS. Abeja grande, de 14 a 16 mm, con reinas que pueden sobrepasar los 25 mm. Muy pilosa. La coloración es negra, con una banda transversal amarilla

en el tórax y dos bandas transversales en el abdomen: una amarilla contigua al pedicelo y una blanca en la parte más distal del insecto.

BIOLOGÍA. Especie muy abundante de septiembre a enero. Poliléctica. Nidifica en madrigueras de roedores abandonadas, aunque también puede nidificar en murallas, bodegas, huecos o entre matorrales (Montalva *et al.* 2008). Especie eusocial, forma colonias de hasta 200 individuos.

COMENTARIOS. Especie muy abundante en el Jardín Botánico Chagual, visitante de una gran diversidad de plantas. Es de origen europeo, invasora (Montalva *et al.* 2008), y se ha planteado que podría interferir con sus congéneres nativos. En este estudio no se pudo capturar ni se observó la especie de abejorro nativa *B. dahlbomii* en el Parque, una especie común según Ruiz (1923).

**GLOSARIO**

**cleptoparasitismo** (gr. *clepto*, robar; *para*, 'al otro lado de'; *sit*, 'comida') = parasitismo que consiste en robar comida (o material para el nido) a individuos de otras especies. En abejas, una especie que pone sus huevos en el nido de otra especie.

**eusocial** (gr. *eu*, 'bien'; *socio*, 'compañero') = especie social generalmente con una hembra reproductora de larga vida y varias obreras, que forman agrupaciones cooperativas de varias generaciones.

**generalista** = que utiliza varios recursos del medio.

**mimetismo** (gr. *mimikos*, 'imitación') = imitación que hace un organismo de otros que tienen mecanismos defensivos.

**oligoléctica** (gr. *oligos*, 'pocos'; *lectos*, 'recolectar') = especie que recolecta polen en pocas especies de plantas.

**poliléctica** (gr. *polys*, 'muchos'; *lectos*, 'recolectar') = especie de insectos que recolectan polen de varias especies de plantas.

**protandria** (gr. *protos*, 'primero'; *andros*, 'varón') = maduración más temprana del sexo masculino. Los machos eclosionan primero que las hembras en la temporada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen-Wardell G, P Bernhardt, R Bitner, A Búrquez, S Buchmann, J Cane, PA Cox, V Dalton, P Feinsinger, M Ingram, D Inouye, CE Jones, K Kennedy, P Kevan, H Koopowitz, R Medellín, S Medellín-Morales, GP Nabhan, B Pavlik, V Tepedino, P Torchio & S Walker. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12: 8-17.
- Arizmendi M. 2009. La crisis de los polinizadores. *Conabio Biodiversitas* 85: 1-5.
- Ashworth L, M Quesada, A Casas, R Aguilar & K Oyama. 2009. Pollinator dependent food production in a mega-inhabited country: the case of Mexico. *Biological Conservation* 142: 1050-1057.
- Biesmeijer JC, S Roberts, M Reemer, R Ohlemuller, M Edwards, T Peeters, A Schaffers, S Potts, R Kleukers, CD Thomas, J Settele & WE Kunin. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313: 251-354.
- Brittain CA, M Vighi, R Bommarco, J Settele & SG Potts. 2010. Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic Appl. Ecol.* 11(2): 106-115.
- Buchmann S & G Nabhan. 1996. The pollination crisis. *The Sciences* 36(4): 10-13.
- Cane JH. 2001. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? *Conservation Ecology* 5(1): 3.
- Di Castri F & E Hajek. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Diodato L, A Fuster & M Maldonado. 2008. Valor y beneficios de las abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea) en los bosques del Chaco Semiárido, Argentina. *Quebracho* 15: 15-20.
- Faeth SH & TC Kane. 1978. Urban Biogeography: city parks as islands for Diptera and Coleoptera. *Oecologia* 32: 127-133.
- FAO. 2004. "Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response", en BM Freitas & JOP Pereira (eds.), *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil, pp. 19-2.
- Fetridge ED, JS Ascher & GA Langellotto. 2008. The bee fauna of Residential Gardens in a suburb of New York City (Hymenoptera: Apoidea). *Annals of the Entomological Society of America* 101(6): 1067-1077.
- Frankie G, R Thorp, J Hernández, M Rizzardi, B Ertter, J Pawelek, S Witt, M Schindler, R Coville & V Wojcik. 2009. Native bees are a rich natural resource in urban California gardens. *California Agriculture* 63(3): 113-120.
- Hernández JL, GW Frankie & RW Thorp. 2009. Ecology of urban bees: A review of current knowledge and directions for future study. *Cities and the environment* 2 (1): 1-15.
- Hisamatsu M & S Yamane. 2006. Faunal makeup of wild bees and their flower utilization in a semiurbanized area in central Japan. *Entomological Science* 9: 137-145.
- Iturriaga L, V Mcrostie & JP de la Harpe. 2004. Flora del Jardín Botánico Chagual. *Revista del Jardín Botánico Chagual* 2(2): 26-36.
- Kearns C, D Inouye & N Waser. 1998. "Endangered Mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions". *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29: 83-112.
- Kevan PG & TP Phillips. 2001. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation Ecology* 5(1): 8.
- Larson M & M Frazén. 2007. Critical resource levels of pollen for the declining bee *Andrena hattorfiana* (Hymenoptera, Andrenidae) *Biological Conservation* 134: 405-414.
- Mack R, D Simberloff, W Lonsdale, H Evans, M Clout & F Bazzaz. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- Matteson KC, JS Ascher & GA Langellotto. 2008. Bee richness and abundance in New York City urban gardens. *Annals of the Entomological Society of America* 101(1): 140-150.
- McFrederick QS & G Le Buhn. 2006. Are urban parks refuges for bumble bees *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae)? *Biological Conservation* 129: 372-382.
- Montalva J & L Ruz. 2010. Actualización a la lista sistemática de las abejas chilenas (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Chilena de Entomología* 35: 15-52.
- Montalva J, L Ruz & MTK Arroyo. 2008. *Bombus terrestris* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae: Bombini) en Chile: causas y consecuencias. *Revista del Jardín Botánico Chagual* 6(6): 13-20.
- Nates-Parra G & V González. 2000. Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colombiana* 5 (1): 37.
- Nates-Parra G, A Parra, A Rodríguez, P Baquero & D Vélez. 2006. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) en ecosistemas urbanos: estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología* 32(1): 77-84.
- Noss RF. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364.
- Packer L & R Owen. 2001. Population genetic aspects of pollinator decline. *Conservation Ecology* 5(1): 4. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art4/>
- Potts SG, JC Biesmeijer, C Kremen, P Neumann, O Schweiger & WE Kunin. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25(6): 345-353.
- Rau JR. 2010. En el 2010, año internacional de la diversidad biológica: un ruego para que los científicos latinoamericanos pasemos de ser espectadores a ser actores. *Boletín de Biodiversidad de Chile* 2: 1-2.
- Rathcke BJ & E Jules. 1993. Habitat fragmentation and plant/pollinator interactions. *Current Science* 65: 273-278.
- Ruiz F. 1923. Los Himenópteros del Cerro San Cristóbal. *Revista Chilena de Historia Natural* 27: 99-106.
- Ruz L & F Vivallo. 2005. Las abejas de la cordillera de Nahuelbuta, en C Smith-Ramírez, JJ Armesto & C Valdovinos (eds.), *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*, pp. 369-388. Editorial Universitaria, Santiago, 710 pp.
- Saure C. 1996. Urban habitats for bees: the example of the city of Berlin, en *The conservation of bees*, cap. 4, pp. 47-54. Linnean Society Symposium Series 18, Academic Press.
- Toro H & E Chiappa. 1997. Orden Hymenoptera, en *Insectos de la Alta Montaña del Valle de Elqui*, J Cepeda (ed.). Universidad de La Serena, Chile, pp. 120-146 + 187-195.
- Toro H, E Chiappa & R Covarrubias. 1996. Diversidad de Apoidea y su asociación a la vegetación nativa en el norte de Chile. II Región. *Revista Chilena de Entomología* 23: 65-81.
- Valdovinos FS, R Ramos-Jiliberto, JD Flores, C Espinoza & G López. 2009. Structure and dynamics of pollination networks: the role of alien plants source: *Oikos* 118(8): 1190-1200.
- Winfree R., T Griswold & C Kremen. 2007. Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem. *Conservation Biology* 21: 213-223.
- Wojcik VA, GW Frankie, RW Thorp & JL Hernández. 2008. Seasonality in bees and their floral resource plants at a constructed urban bee habitat in Berkeley, California. *Journal of the Kansas Entomological Society* 81: 15-28.

## Técnicas de propagación de *Menodora linooides* Phil.

Patricia Letelier<sup>1</sup>, Daniela Suazo<sup>2</sup>, Romina Reyes<sup>2</sup> y Jaime Acevedo<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Escuela de Paisajismo y Arquitectura del Paisaje, Inacap Apoquindo  
 patricia.letelier@inacpmail.cl , jacevedo@inacpmail.cl  
<sup>2</sup>Jardín Botánico Chagual, Santiago, Chile  
 dsuazoh@gmail.com, roreguz@hotmail.com

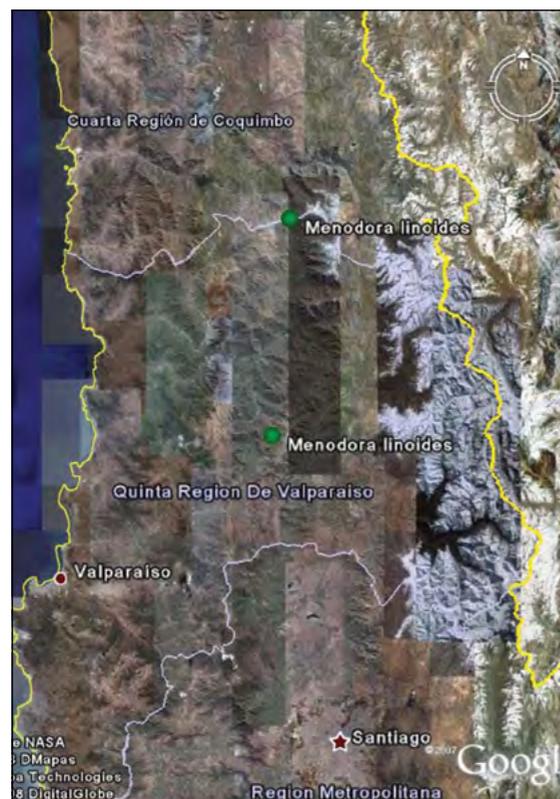


Figura 1. Distribución de la especie *Menodora linooides* Phil.

### INTRODUCCIÓN

*Menodora linooides* Phil., única representante de la familia Oleaceae en Chile, es una especie endémica que habita en la precordillera andina entre las regiones de

Coquimbo y Valparaíso desde los 1.650 a los 1.800 msnm (Faúndez et al. 2005) (figura 1).

De nombre común “linacillo”, es un subarbusto de tallo grueso, ramificado desde la base con hojas opuestas, sésiles, de bordes enteros y linear-oblongas. Sus flores son hermafroditas, solitarias en el ápice de las ramas, de cáliz turbinado, puberulento y glandulífero de 3 mm de largo y 5 divisiones lineares, con corola amarilla infundibuliforme dividida en 5 partes ovadas, ovario súpero y dos estambres. El fruto es una cápsula acorazonada y las semillas son ovoides de color marrón con testa foveolada y brillante (de entre 4-5 x 2,5-3,5 mm) (Muñoz-Schick et al. 2006).

A simple vista puede confundirse con la especie *Linum aquilinum* Mol., pues comparten cierta distribución y parecido, ya que *L. aquilinum* también es un subarbusto de hojas sésiles linear lanceoladas, opuestas o alternas de flor amarilla con 5 pétalos (Hoffmann, 1998).

Ambas especies se pueden diferenciar por el tallo más grueso de *M. linooides*, su hoja linear-oblonga y su flor gamopétala con 2 estambres, característica particular de la familia Oleaceae, a diferencia de *L. aquilinum* de flor dialipétala con 5 estambres y hojas linear lanceoladas, entre otras características (figura 2).

Las poblaciones conocidas de *M. linooides* forman parte del matorral espinoso de las serranías (Gajardo, 1994), son prácticamente monoespecíficas y se asocian con especies arbustivas como *Haplopappus bezanillanus* y *Trevoa quinquinervia* y hierbas como *Chaetanthera moenchiooides* y *Vulpia myuros*. (Faúndez et al. 2005). Respecto al suelo donde se desarrollan es de tipo maicillo desnudo y pedregoso (Muñoz-Schick et al. 2006) (figura 3).



Figura 2A. Arbusto de *Menodora linooides* in situ y detalle de flor cultivada en invernadero Inacap sede Apoquindo.



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

La distribución de la especie es muy restringida y las poblaciones se encuentran fragmentadas y expuestas al ramoneo principalmente caprino (Faúndez et al. 2005, Muñoz-Schick et al. 2006) y no están representadas dentro del SNASPE.

La especie fue clasificada como “rara” en el *Libro Rojo de la flora arbórea y arbustiva de Chile continental* (Benoit, 1989), como “extinta” en el *Libro Rojo de la Región de Coquimbo* (Squeo et al. 2001) y como “insuficientemente conocida” por Faúndez et al. (2005).

Actualmente, y luego de encontrarse una nueva población en la provincia de Petorca, Región de Valparaíso (Muñoz-Schick et al. 2006), su categoría de conservación es “en peligro” y “rara” según el RCE (Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres) (Muñoz-Schick y Serra, 2006).

Con estos antecedentes, el Jardín Botánico Chagual y la Escuela de Paisajismo y Arquitectura del Paisaje de Inacap han iniciado una serie de ensayos con el fin de conocer los métodos óptimos para propagación sexual y asexual de la especie, mediante semillas y cultivo *in vitro*.

## MÉTODOS Y RESULTADOS

### Análisis de semillas

Se utilizó semillas colectadas el 02 de febrero del 2010 en la zona de la mina Los Mantos y Las Majadas, en la provincia de Petorca, Región de Valparaíso.



Figura 3. Población de *M. linooides* mina Los Mantos y Las Majadas, en la provincia de Petorca, V Región.



Figura 4. Semilla de *Menodora linoides* en distintos estados de maduración y corte longitudinal de una semilla viable.

En el laboratorio del Jardín Botánico se determinó:

- **Número de semillas por kilo:** se promedió el peso de 4 muestras dadas por una balanza de precisión, para obtener el número de semillas por kilo mediante una regla de tres simple.
- **Contenido de humedad:** el contenido de humedad se determina por la pérdida de peso cuando una muestra se seca en condiciones estandarizadas (Hartmann y Kester, 1999). Se tomaron 2 muestras de 10 semillas cada una y fueron pesadas en una balanza de precisión, siendo este el peso húmedo. Luego las mismas muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado por 17 hrs a 103°C, obteniendo el peso seco.
- **Viabilidad:** la viabilidad se estimó mediante ensayos de corte. Las semillas fueron cortadas en forma longitudinal, analizadas según sus características visuales (color, turgencia, espesor) y clasificadas en vanas o viables.

Se determinó que 1 kg de semillas de la especie *Menodora linoides* contiene 159.000 unidades aprox., que el 86,6% de ellas son viables y poseen un 5,96% de humedad (figura 4).

### Análisis de germinación

Las semillas se pusieron a germinar en placas con papel filtro humedecido con agua destilada a temperaturas de 17°C, 20°C y 25°C, con 3 repeticiones de 25 semillas cada una. Todos los ensayos se mantuvieron por 25 días.

Se logró determinar:

- **Capacidad germinativa:** corresponde al número de semillas germinadas al término del ensayo, en relación al número total de semillas ensayadas, expresado como porcentaje.
- **Valor máximo:** es el cociente máximo que se obtiene al dividir el porcentaje de germinación acumulado con el número de días demorados en alcanzar dicho porcentaje de germinación.
- **Período de energía:** corresponde a los días transcurridos desde que comienza el ensayo hasta que se obtiene el valor máximo.

Terminado el ensayo, se procedió a levantar y hacer un corte transversal a las semillas no germinadas para definir la razón que impidió su germinación (presencia de hongos, pudrición o semillas vanas).

La capacidad germinativa de la especie varía según la temperatura del medio, obteniéndose el porcentaje más alto a los 20°C con un 80% de germinación, un valor máximo de 6,22 y un período de energía de 12 días (figuras 5 y 6).

GERMINACIÓN DE <i>M. LINOIDES</i> A DISTINTAS TEMPERATURAS			
Variables	17°C	20°C	25°C
C.G (%)	78,67	80	54
VM	5,76	6,22	8
PE (días)	12,3	12	4

Figura 5. Tabla de resultados de análisis de germinación de *M. linoides* a distintas temperaturas, donde C.G corresponde a la capacidad germinativa, VM al valor máximo germinativo y PE al período de energía expresado en días.

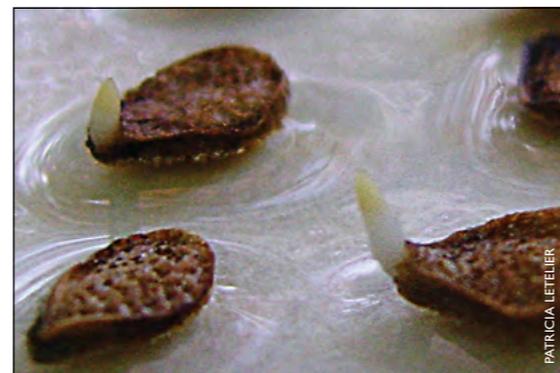


Figura 6. Radícula de *M. linoides* emergiendo en ensayos de germinación.

Mediante cortes transversales a las semillas no germinadas se logró determinar el porcentaje de pérdida por pudrición para cada ensayo, siendo el mínimo a los 20°C con un 9,3%, mientras que a los 17°C se obtuvo un 17% y a 25°C un 42,6%.

### Propagación sexual

Se utilizaron semillas colectadas el 22 de enero del 2009 en la zona de la mina Los Mantos y Las Majadas, en la provincia de Petorca, región de Valparaíso.

Estas semillas fueron sembradas en almácigo estratificado en invernadero el mismo año y repicadas 4 meses después con 8 pares de hojas en un sustrato compuesto por un 50% de tierra, 25% de compost y 25% de vermiculita. El primer riego se realizó con fungicidas Polyben y Dithane (1 y 1,5 gr respectivamente por litro de agua). Las plantas fueron dejadas en el sombreadero de la sede Inacap Apoquindo.

De este ensayo se obtuvo la capacidad de la especie de sobrevivir al repique, expresado en porcentaje.

La siembra de semillas en almácigo estratificado y en condiciones de invernadero obtuvo un alto porcentaje de germinación y un período de energía de aproximadamente 11 días, resultados que coinciden con los análisis de germinación recién expuestos realizados en el Jardín Botánico Chagual (figura 7).

Desde la siembra hasta el repique (3 meses y 10 días) las plantas mostraron un crecimiento de aproximadamente 4 cm correspondientes a entre 8 y 16 pares de hojas y raíces de aproximadamente 6 cm de largo (figura 8).

*M. linoides* mostró un porcentaje de sobrevivencia al trasplante de un 22,5% transcurridos 2 meses (figura 9).

No se observó pérdidas por *damping-off*.

### Propagación asexual mediante cultivo *in vitro*

Se utilizaron explantes tomados de plantas madres de 1 año, obtenidas en el ensayo de propagación sexual anteriormente señalado.

Estos explantes iniciales fueron estaquillas de 5 cm de longitud cortadas y llevadas al laboratorio del Jardín Botánico Chagual.

El material experimental se desinfectó utilizando 3 métodos distintos cuya diferencia radica en la concentración y tiempo del lavado de los explantes en NaOCl. Los métodos consisten en un enjuague en agua corriendo por 30 min., una sumersión en fungicida (Bentale-Captan, 2g/l) con gotas de detergente líquido por 15 min., un lavado en hipoclorito de sodio (NaOCl), un enjuague en



Figura 7. *M. linoides* en almácigo estratificado a 2 meses de la siembra.



Figura 8. Se observa el tamaño y desarrollo radicular de *M. linoides* al momento del repique a 3 meses 10 días de la siembra.



Figura 9. *M. linoides* repicada en invernadero Inacap sede Apoquindo.



Figura 10 A. Plantas madres de 1 año. Figura 10 B. Plantas madres de 1 año, detalle de flor y fruto.



Figura 11. Explantes recién tomados de *M. linooides*.

agua destilada, una sumersión de 20 seg., en alcohol al 70% y 3 enjuagues en agua destilada esterilizada.

Las concentraciones y duración de los lavados en NaOCl fueron: 2,5% por 30 min. para el método 1, 3,8% por 10 min. para el método 2, y 5% por 5 min. para el método 3.

Los esquejes desinfectados se pusieron en medio MS (Murashine & Skoog, 1962) con 6-Bencil amino purina (BAP) para su multiplicación por un mes, luego se cambiaron a MS sin BAP para su elongación también por un mes, en cada repique se dividen los brotes que lo permitan, el ciclo se repite 4 veces, equivalente a 8 meses de cultivo *in vitro*.

Se evaluó la respuesta de la especie a 3 concentraciones de BAP (0,5, 1 y 2 mg/l) más un testigo sin BAP.

Una vez finalizado los ensayos de cultivo *in vitro* se determinó:

- *Porcentaje de sobrevivencia a la desinfección:* para cada método utilizado se contabilizaron los explantes sobrevivientes a los métodos de desinfección y se obtuvo un porcentaje en relación a los sometidos a dicho tratamiento.
- *Factor de multiplicación efectivo:* cociente entre el número de explantes finales por número de explantes iniciales, descontando las pérdidas.

El porcentaje de explantes vivos luego de la desinfección no superó el 35% en ninguno de los 3 métodos utilizados. Se observó que con hipoclorito de sodio en menores concentraciones y por un tiempo más extendido hubo menos pérdidas de material vegetal (figuras 10, 11 y 12).

Respecto a la respuesta de la especie a distintas concentraciones de BAP se obtuvo un factor de multiplicación real más alto a mayores concentraciones, variando entre 0 y 3,8 para los medios sin presencia de la citoquinina y con 2mg/l. de BAP, respectivamente (figuras 13 y 14).

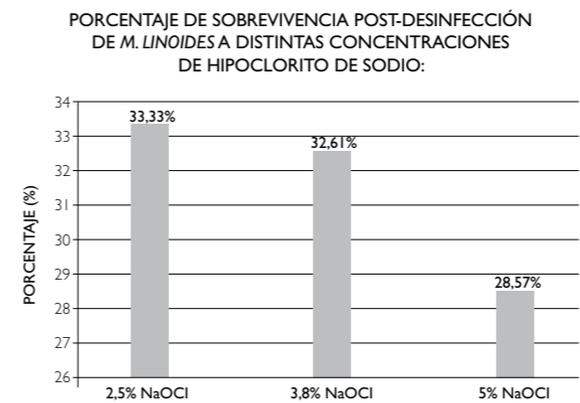


Figura 12. El gráfico muestra los porcentajes de sobrevivencia de los explantes desinfectados a distintas concentraciones de NaOCl.

### DISCUSIÓN

Los ensayos muestran que la temperatura óptima para la germinación de semillas maduras de *M. linooides* es 20°C. A esta temperatura se obtiene un 80% de capacidad germinativa y un período de energía de 12 días. Se destaca que a mayores temperaturas la germinación es más rápida (período de energía de 4 días), pero se obtiene una menor capacidad germinativa y aumenta drásticamente el porcentaje de pérdidas por pudrición.

En ensayos de germinación con *M. decemfida* (especie endémica de Argentina) se obtuvo un 22% de germinación en semillas maduras y un 70% en semillas con tegumentos no lignificados (Videla et al. 2006).

Debido a que *M. linooides* y *M. decemfida* pertenecen al mismo género y comparten hábitats parecidos (precordillera andina) hay probabilidades de que muestren comportamientos similares, lo que indicaría que con la utilización de semillas con tegumentos no lignificados de *M. linooides* se podría obtener un porcentaje de germinación mayor y/o un período de energía más corto.

La siembra en almáximo estratificado y condiciones de invernadero resulta adecuada ya que se obtienen resultados de germinación muy similares a los óptimos obtenidos en laboratorio, pero debido a la poca resistencia de la especie al repique es recomendable hacer una siembra directa en su lugar de destino o en su defecto siembra en *speedling* o almáximo pero con un repique temprano (presencia de no más de uno o dos pares de hojas verdaderas).

En relación al cultivo *in vitro* se observó deficiencias en el proceso de desinfección, ya que sólo se obtuvo una

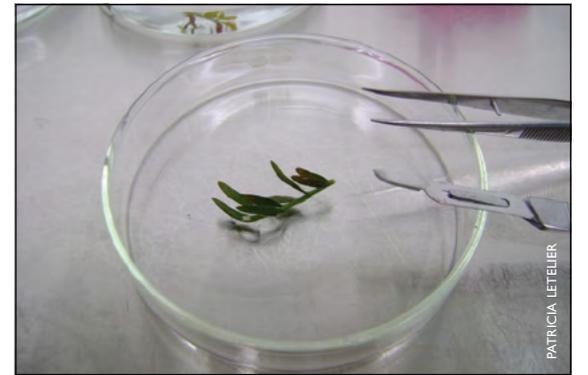


Figura 13. Trabajo de repique en el cultivo *in vitro* de *M. linooides*.

sobrevivencia de 35% con menores concentraciones de NaOCl por un tiempo más prolongado.

Los explantes de *M. linooides* muestran una mayor multiplicación a altas concentraciones de citoquinina, obteniéndose los mejores resultados con 2mg/l de BAP y un factor de multiplicación igual a 3,8. Se observó que prolongando el tiempo de duración en el medio de multiplicación de 4 a 5 semanas el factor aumenta.

García-Férriz, L et al. mencionan en su artículo "Cultivo *in vitro* y comportamiento en campo de olivo adulto"

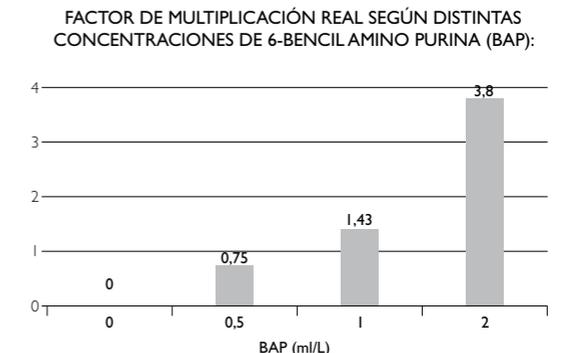


Figura 14. El gráfico muestra la relación entre la concentración de BAP y el factor de multiplicación real.

que los mejores resultados obtenidos para cultivo *in vitro* en olivos fue en medio Rugini al 50% (ROM), (Rugini, 1984) con concentraciones iguales de las citoquininas 6-Bencil amino purina (BAP) y thidiazuron (TDZ), (0,2 mg/l de cada una), obteniendo un factor de multiplicación que fluctuó entre 2,5 y 2,8. También se menciona que concentraciones de BAP mayores a 1mg/l generan la vitrificación y posterior muerte de los explantes.

*Menodora linooides* muestra un mayor factor de multiplicación que los obtenidos por García-Férriz, L et al. para el olivo y necesita concentraciones mucho más altas de BAP para lograrlo.

Ya que *Olea europea* mostró mejores resultados en medio ROM con concentraciones iguales de BAP y TDZ, y considerando que ambas especies son Oleaceae, se plantea experimentar en medio MS y ROM con concentraciones de BAP con y sin una proporción igual de TDZ.

Cabe destacar que debido a la escasez de plantas madres se dispuso de un número limitado de explantes iniciales, lo que sumado a las pérdidas causadas por los procesos de desinfección, se tradujo en una cantidad de explantes poco representativo (29 explantes iniciales). Para aumentar el número de muestras en los próximos ensayos se probarán desinfecciones igualmente eficaces pero más inocuas, basándose en los resultados ya obtenidos.

Tras esta investigación se concluye que la reproducción de *M. linooides* por semilla es más simple y económica, permite obtener mayor número de plantas en menor tiempo y conservar la variabilidad genética de la especie. A pesar de esto, es importante seguir buscando un método óptimo de propagación *in vitro*, ya que por la cantidad y estado de las poblaciones la disponibilidad de semillas es baja y debieran ser priorizadas para la reproducción natural *in situ* de la especie.

Las plantas obtenidas por cultivo *in vitro* pueden ser destinadas al conocimiento *ex situ* de *M. linooides* y al estudio de sus potencialidades. Es importante considerar además la posibilidad de la reforestación de plantas obtenidas *in vitro* en su hábitat natural, previo estudio de las implicancias ecológicas que esto pudiera tener debido a la condición de clones de las plantas obtenidas por este medio.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

Benoit C (ed.). 1989. Libro Rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Chile. 159 pp.

- Faúndez L, B Larraín & G Girón. 2005. Redescubrimiento de *Menodora linooides* Phil. (Oleaceae) una especie considerada como "extinta", en la precordillera de Petorca-Choapa (Regiones de Coquimbo y Valparaíso), Chile. *Chloris Chilensis* Año 8 N° 2. URL: <http://www.chlorischile.cl/menodora/Menodora%20linooides.htm> [Visitada el 21-11-2010].
- Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Chile 165 pp.
- García-Férriz, L; Chorbel, R; Ibarra, M; Marí, Belaj, A; Trujillo, I. 2003. Cultivo *in vitro* y comportamiento en campo de olivo adulto. Horticultura 172-octubre 2003. URL: <http://www.horticom.com/revistasonline/horticultural/xrh172/064\_067.pdf> [Visitada el 21-11-2010].
- Hartmann, H & Kester D. 2001. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Octava Edición. Editorial Continental. México. 814 pp.
- Hoffmann A. 1998. Flora silvestre de Chile zona central, cuarta edición. Ediciones Fundación Claudio Gay. Chile. 254 pp.
- Murashige, T and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497.
- Muñoz-Schick, M, A Moreira & P León. 2006. Nueva localidad en Chile, para *Menodora linooides* Phil. (Oleaceae), especie considerada extinta en el siglo XX. *Gayana Botanica*. Vol 63: 2. URL: <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=0717-664320060002&script=sci\_issuetoc> [Visitada el 21-11-2010].
- Muñoz-Schick, M & Serra, MT. 2006. Documento de Trabajo. Estado de Conservación de las Plantas de Chile. Ficha de Antecedentes de *Menodora linooides*. URL: <http://www.conama.cl/clasificacionespecies/listado\_especies\_2007\_2doProceso.htm> [Visitada el 21-11-2010].
- Rugini, E. 1984. In vitro propagation of some olive (*Olea europaea* L.) cultivars with different root-ability, and medium development using analytical data from developing shoots and embryos. *Scientia Hort.* 24: 123-134.
- Squeo F, G Arancio & J Gutiérrez (eds.). 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 372 pp.
- Videla, ME.; Fioretti, S; Carrieri, S; Savietto, M; Aguilar, M, 2006. Introducción a cultivo de *Menodora decemfida*, nativa con fines ornamentales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata. AR. URL: < www.maa.gba.gov.ar/.../CULTIVO/4%20Introduccion\_a\_cultivo\_de\_Menodora\_FINAL.doc -> [Visitada el 21-11-2010].

## Acerca de la desintegración de las Scrophulariaceae y la clasificación de los taxones chilenos

Andrés Moreira-Muñoz  
Instituto de Geografía

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Av. Vicuña Mackenna 4860, Santiago  
asmoreir@uc.cl

Con el desarrollo de la sistemática filogenética a partir de los años 50, apoyada actualmente con datos moleculares, muchas familias de angiospermas han sido modificadas drásticamente en cuanto a su circunscripción (ver Stevens 2008). Es el caso de las Scrophulariaceae, que han sido reorganizadas y desintegradas en diferentes familias durante la última década.

En su tratamiento tradicional, las Scrophulariaceae eran consideradas como una de las más diversas dentro del orden Lamiales, incluyendo alrededor de 300 géneros y 5.000 especies (Fischer 2004). Los primeros estudios moleculares de secuencias de ADN cloroplástico sugerían la condición polifilética de la clasificación tradicional (Olmstead y Reeves 1995). En ese entonces, las Scrophulariaceae s.l. fueron separadas en dos clados: el clado "Scroph I" (incluyendo *Scrophularia*), y el clado "Scroph II" (incluyendo *Plantago*, *Antirrhinum*, *Digitalis*, *Veronica*, *Hippuris* y *Callitriche*), los cuales pasarían a llamarse posteriormente Scrophulariaceae s. str. y Veronicaceae respectivamente (Olmstead et al. 2001, Tank et al. 2006). Sin embargo, el clado Scroph II incluye el género *Plantago*, y por tener prioridad nomenclatural, Plantaginaceae es el nombre más aceptado actualmente para la familia (APG III 2009). Muchos de los géneros incluidos tradicionalmente en las Scrophulariaceae s.l. han sido traspasados desde entonces a las Plantaginaceae (Oxelman et al. 2005). Luego de esta inflación inicial, algunas tribus han sido elevadas al rango de familia, como es el caso de Linderniaceae (Rahmanzadeh et al. 2005). Otras familias nuevas como las Gratiolaceae aún se encuentran en discusión y no han sido ampliamente

aceptadas (Stevens 2008, APG III 2009, Schäferhoff et al. 2010).

Si bien es arriesgado a estas alturas pretender una síntesis definitiva, se presenta a continuación un cuadro sinóptico de los géneros chilenos considerados tradicionalmente como parte de las Scrophulariaceae. Originalmente se consideraba 21 géneros chilenos como pertenecientes a las Scrophulariaceae (Dawson 1968, Marticorena 1990), los cuales han sido últimamente traspasados a 6 familias diferentes dentro del orden Lamiales. La mayor parte de los taxones han pasado a la familia Plantaginaceae. Adicionalmente, otras familias como las Buddlejaceae y Callitricheaceae se consideran actualmente como parte de las Scrophulariaceae o Plantaginaceae.

#### SCROPHULARIACEAE JUSSIEU

Hierbas o arbustos; la familia incluye actualmente 65 géneros y 1.700 especies en el mundo (Stevens 2008). En Chile solamente dos géneros a partir del tratamiento original: *Alonsoa* y *Limosella* (Schäferhoff et al. 2010). Se debe agregar *Buddleja*, el cual era considerado como miembro de su propia familia Buddlejaceae, que ha sido incorporada a las Scrophulariaceae (Oxelman et al. 1999, Schäferhoff et al. 2010). También se han naturalizado en Chile 3 especies de *Verbascum*, el género más diverso de la familia.



Figura 1. *Calceolaria cana* (Calceolariaceae), Lircay, enero 2011. Figura 2. *Veronica anagallis-acuatica* (Plantaginaceae), cordillera El Melón, noviembre 2002. Figura 3. *Mimulus luteus* (Phrymaceae), El Yeso, enero 2011. Figura 4. *Calceolaria corymbosa* (Calceolariaceae), Lircay, enero 2009. Figura 5. *Calceolaria hypericina* (Calceolariaceae), cordillera El Melón, diciembre 2010. Figura 6. *Buddleja globosa* (Scrophulariaceae), Lircay, enero 2011. Figura 7. *Melosperma andicola* (Plantaginaceae), Lircay, diciembre 2008. Figura 8. *Ourisia serpyllifolia* (Plantaginaceae), cordillera El Melón, diciembre 2010.

#### **Alonsoa Ruiz & Pav.**

16 especies de América tropical, México, Centroamérica, Chile, Bolivia; 2 spp. en Sudáfrica (Goldblatt y Manning 2000).

En Chile 1 especie, *Alonsoa meridionalis*, desde Elqui (29°30') a Concepción (36°40').

#### **Buddleja L.**

90 especies de Asia oriental, América tropical y subtropical, África.

En Chile 3 especies: *Buddleja araucana*, *B. globosa*, *B. suaveolens*, desde Copiapó (27°) a Chiloé (43°) (Norman 2000).

#### **Limosella L.**

15 especies, género cosmopolita.

En Chile 1 especie: *Limosella australis*, desde Parinacota (18°) a la Isla de Navarino (55°).

En Chile 4 especies, desde Choapa (31°30') a Villarrica (39°16'S).

#### **Euphrasia L.**

300 especies del hemisferio norte, Europa, Asia, Australia, Nueva Zelanda, América del Sur templada, Juan Fernández.

En Chile 15 especies, desde la cordillera de Coquimbo (30°) a Tierra del Fuego (55° S).

#### **Orobanche L.**

170 especies principalmente del hemisferio norte.

En Chile 2 especies, *Orobanche chilensis* y *O. tarapacana*; distribución disyunta, Parinacota (18°), Coquimbo (29°50'-31°30'), y cordillera de Santiago (33°30').

### **LINDERNIACEAE BORSCH, K. MÜLLER, & EB. FISCHER**

#### **OROBANCHACEAE VENTENAT**

Comprende 99 géneros y 2.060 especies que se distribuyen por todo el mundo. Incluye la mayor parte de las especies parásitas tradicionalmente consideradas como parte de las Scrophulariaceae. De hecho, la familia es la más diversa en especies parásitas dentro de las angiospermas. Las especies pueden ser total o parcialmente parásitas (holo- o hemiparásitas).

En Chile se encuentran 5 géneros, la mayoría hemiparásitos. Sólo *Orobanche* es un género holo-parásito.

#### **Agalinis Raf.**

40 especies tropicales, en América desde EE.UU. a Chile. En Chile 1 especie: *Agalinis linarioides*, sólo en la provincia de Elqui (29° a 30° S).

#### **Bartsia L.**

60 especies de Europa templada, el Mediterráneo, África y Andes tropicales.

En Chile 3 especies, desde Parinacota (18°) a Chillán (36°30'S), con un vacío de distribución en las regiones de Antofagasta y Atacama.

**Castilleja Mutis ex L.f.** (incluye algunas especies previamente clasificadas como *Orthocarpus* Nutt.)

200 especies de Eurasia, este de Norteamérica, Andes de América del Sur.

Hierbas anuales a perennes, comprende cerca de 13 géneros y 195 especies de distribución eminentemente pantropical con algunos representantes en latitudes subtropicales. En Chile un género representado por una sola especie.

#### **Lindernia All.**

100 especies de los trópicos y subtropicales, Europa (2), África (40), Madagascar (17), SE de Asia (40), Norteamérica (5), América del Sur (7).

En Chile 1 especie, *Lindernia dubia*, muy poco colectada, por ejemplo en Chol Chol, Nueva Imperial (38°36'). La misma especie en el NE de Argentina y Brasil (Zuloaga et al. 2008).

### **PLANTAGINACEAE JUSSIEU (= VERONICACEAE CASSEL)**

Principalmente hierbas y algunos arbustos, distribución en regiones templadas a tropicales. Tradicionalmente, la familia Plantaginaceae estaba compuesta de 3 géneros y 270 especies (*Bougueria*, *Littorella*, *Plantago*), pero actualmente se propone la inclusión de la mayor parte de los miembros de las antiguas Scrophulariaceae, llegando a 90 géneros y 1.700 especies (Albach et al. 2005, Stevens 2008).

En Chile tradicionalmente se consideró la presencia de dos géneros: *Plantago* y *Littorella*; hoy debemos agregar la mayor parte de las antiguas Scrophulariaceae más los miembros de las antiguas Callitrichaceae, que han pasado a formar parte de las Plantaginaceae:

TRIBUS DE PLANTAGINACEAE	GÉNEROS
Plantagineae	<i>Plantago</i> L. 210 especies, género cosmopolita En Chile 18 especies, de Putre (18°10') a Cabo de Hornos (56° S). 3 especies nativas en Juan Fernández y 1 en las Islas Desventuradas. Tres especies introducidas.  <i>Littorella</i> Bergius 3 especies de Norteamérica (1), América del Sur (1), Europa (1). En Chile 1 especie, <i>Littorella australis</i> , desde Panguipulli, Valdivia (39°40') a Tierra del Fuego (55° S).
Veroniceae	<i>Hebe</i> Comm. ex Juss. 80 especies de Nueva Guinea, Australia, Tasmania, Nueva Zelanda, América del Sur templada, Islas Malvinas. En Chile 2 especies, desde la Laguna San Rafael, Aisén (46°40') al Cabo de Hornos (56° S).  <i>Veronica</i> L. 270 especies, género cosmopolita. En Chile 1 especie, <i>Veronica peregrina</i> , desde Coquimbo (29°50') a Aisén, Lago O'Higgins (48°30' S). <i>V. peregrina</i> se encuentra ampliamente distribuida en América desde Alaska a Tierra del Fuego (Moore 1983).
Angelonieae	<i>Melosperma</i> Benth. 2 especies de Chile y Argentina. En Chile 2 especies, desde Limarí (31°) a Chillán (36°30' S).  <i>Monttea</i> Gay 3 especies de Chile y Argentina. En Chile 1 especie, <i>Monttea chilensis</i> , desde Paposo (25°) a Choapa (31°40').  <i>Ourisia</i> Juss. 25 especies de Tasmania, Nueva Zelanda, Andes de América del Sur. En Chile 13 especies, desde el Lago Chungará (18°14') a Cabo de Hornos (56°). Vacío de distribución en las regiones de Antofagasta y Atacama (Meudt 2006).
Gratiroleae	<i>Bacopa</i> Aubl. 60 especies de distribución tropical y subtropical, Hawaii, Madagascar, Australia En Chile 1 especie, <i>Bacopa monnieri</i> , de Tarapacá (20°) a Coquimbo (30°30' S).  <i>Fonkia</i> Phil. 1 especie de Chile y Argentina En Chile <i>Fonkia uliginosa</i> , sólo conocida de la localidad tipo en Puyehue (40°45'). En Argentina en Neuquén y Río Negro (Zuloaga et al. 2008).  <i>Gratiola</i> L. 25 especies de regiones templadas y subtropicales, trópicos montanos. En Chile 1 especie, <i>Gratiola peruviana</i> , desde Curicó (34°46') a Chiloé (42°30' S).  <i>Mecardonia</i> Ruiz & Pav. 10 especies americanas desde el sur de EE.UU. a Argentina y Chile. En Chile 1 especie, <i>Mecardonia flagellaris</i> ssp. <i>radicata</i> , en la región del Maule, entre Constitución (35°20') y Pocollos (35°28' S).  <i>Stemodia</i> L. 45 especies, de los trópicos y subtropicos, Madagascar. En Chile 1 especie, <i>Stemodia durantifolia</i> , desde Elqui (29°) a Malleco (38° S).
Callitricheae	<i>Callitriche</i> L. 17 especies, género cosmopolita. En Chile 6 especies nativas, desde Paposo (25°) a Cabo de Hornos (56°). Una especie introducida. <i>Callitriche antarctica</i> también en las Islas Malvinas, Diego Ramírez, Georgias del Sur, Islas Prince Edward, Macquarie, Campbell y Auckland, Tasmania (Moore 1983).  <i>Hippuris</i> L. 1 especie de amplia distribución en regiones templadas. En Chile <i>Hippuris vulgaris</i> , desde Biobío (37°) a Tierra del Fuego (55° S).

**PHRYMACEAE SCHAUER**

Hierbas anuales o perennes, la familia incluye 19 géneros y 234 especies. El género más diverso es *Mimulus* con 150-170 especies, de distribución sub-cosmopolita (Beardsley y Olmstead 2002, ver Medel, este número).

**Mimulus L.**  
150 especies de América, Sudáfrica, Madagascar, este de Asia.

En Chile 8 especies, desde la cordillera de Atacama (22°) a Aisén (45°30' S). *Mimulus glabratus* nativo en la Isla de Masafuera, Juan Fernández.

**CALCEOLARIACEAE OLMSTEAD**

Es una de las familias más recientemente creadas (Olmstead et al. 2001), que comprende sólo los géneros *Calceolaria* y *Jovellana* con alrededor de 270 especies de distribución eminentemente neotropical-andina, alcanzando a México por el norte y Tierra del Fuego por el sur. El género *Jovellana* es muy interesante biogeográficamente pues presenta especies en Chile centro-sur y en Nueva Zelanda. Los estudios moleculares sugieren una posición basal de la familia dentro del orden Lamiales, anterior a las Scrophulariaceae y Plantaginaceae (Schäferhoff et al. 2010) (Figura 9). Datos moleculares alejan cada vez más las Calceolariaceae de las Scrophulariaceae: actualmente se ha encontrado buen soporte para una estrecha relación entre la familia Calceolariaceae y las Gesneriaceae (Andersson 2006, Schäferhoff et al. 2010), apoyado por caracteres morfológicos de las inflorescencias y semillas (Mayr y Weber 2006).

Se ha propuesto un origen austral para el género *Calceolaria*, asociado a la condición de género australasiático de *Jovellana*. La ocupación de la cordillera Andina hacia el norte por parte de *Calceolaria* habría sido paulatina, sobre la base de procesos de especiación alopatrica bastante rápidos asociados al alzamiento andino (Cosacov et al. 2009). *Calceolaria* es uno de los géneros más diversos dentro de la flora vascular de Chile (Ehrhart 2000, 2005), y recientemente se han descrito o revalidado nuevos taxones, como *Calceolaria caleuana* (Muñoz-Schick y Moreira-Muñoz 2009) y *Calceolaria ascendens* subsp. *exigua* (García 2010).

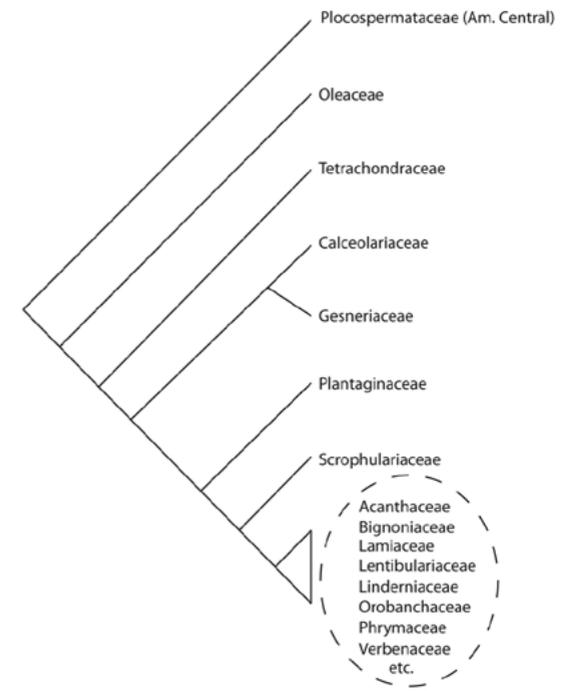


Figura 9. Hipótesis de relaciones filogenéticas de las familias del orden Lamiales. Modificado de Stevens (2008) y Schäferhoff et al. (2010).

En Chile 2 géneros de Calceolariaceae:

**Calceolaria L.**  
270 especies americanas desde México a Tierra del Fuego. En Chile 50 especies, desde Parinacota (18°10') a la Isla Navarino (55° S).

**Jovellana Ruiz & Pavon**  
5 especies de Nueva Zelanda y Chile. En Chile 3 especies, desde Cauquenes (35°45') a Valdivia (40° S).

**REFERENCIAS**

Albach DC, Meudt HM, Oxelman B. 2005. Piecing together the "new" Plantaginaceae. American Journal of Botany 92(2): 297-315.  
Andersson S. 2006. On the phylogeny of the genus *Calceolaria* (Calceolariaceae) as inferred from ITS and plastid matK sequences. Taxon 55 (1): 125-137.

- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105-121.
- Beardsley PM, Olmstead RG. 2002. Redefining Phrymaceae: The placement of *Mimulus*, tribe Mimuleae and *Phryma*. *American Journal of Botany* 89 (7): 1093-1102.
- Cosacov A, Séršic AN, Sosa V, Arturo De-Nova J, Nylinder S, Cocucci AA. 2009. New insights into the phylogenetic relationships, character evolution, and phytogeographic patterns of *Calceolaria* (Calceolariaceae). *American Journal of Botany* 96 (12): 2240-2255.
- Dawson G. 1968. Las tribus y géneros de Escrofulariaceas representados en Austro-América y su distribución geográfica. *Rev Mus La Plata* 11. Bot. 59: 101-128 + 4 S. Karten, La Plata.
- Ehrhart C. 2000. Die Gattung *Calceolaria* (Scrophulariaceae) in Chile. *Bibliotheca Botanica*, Heft 153. Stuttgart, Germany.
- Ehrhart C. 2005. The Chilean *Calceolaria integrifolia* s.l. species complex (Scrophulariaceae). *Systematic Botany* 30(2): 383-411.
- Fischer E. 2004. Scrophulariaceae. En: Kubitzki K. (ed) *The Families and Genera of Vascular Plants*. Berlin: Springer: 333-432.
- García N. 2010. *Calceolaria ascendens* subsp. *exigua*, comb. et stat. nov. (Calceolariaceae), endémica de la cordillera de la Costa de Chile central. *Gayana Bot.* 67(1), 138-141.
- Goldblatt P, Manning J. 2000. *Cape Plants: a conspectus of the Cape Flora of South Africa*.
- Marticorena C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 47: 85-113.
- Mayr EM, Weber A. 2006. Calceolariaceae: floral development and systematic implications. *American Journal of Botany*, 93: 327-343.
- Meudt H. 2006. A revision of the genus *Ourisia* (Plantaginaceae). *Systematic Botany Monographs* 77: 1-188.
- Moore DM. 1983. *Flora of Tierra del Fuego*. Missouri Botanical Garden, U.S.A.
- Muñoz-Schick M, Moreira-Muñoz A. 2009. *Calceolaria caleuana* M. Muñoz et Moreira nom. nov., nuevo nombre para la especie endémica chilena *Calceolaria espinosae* M. Muñoz et Moreira (Calceolariaceae). *Gayana Botánica* 66: 279-279.
- Norman E. 2000. Buddlejaceae. *Flora Neotropica Monographs*, 81: 1-225.
- Olmstead RG, Reeves PA. 1995. Evidence for the polyphyly of the Scrophulariaceae based on chloroplast rbcL and ndhF sequences. *Annals Missouri Botanical Garden*, 82: 176-193.
- Olmstead RG, DePamphilis CW, Wolfe AD, Young ND, Elisons WJ, Reeves PA. 2001 Disintegration of the Scrophulariaceae. *American Journal of Botany*, 88: 348-361.
- Oxelman B, Backlund M, Bremer B. 1999. Relationships of the Buddlejaceae s.l. investigated using parsimony jackknife and branch support analysis of chloroplast ndhF and rbcL sequence data. *Systematic Botany*, 24: 164-182.
- Oxelman B, Kornhall P, Olmstead RG, Bremer B. 2005. Further disintegration of Scrophulariaceae. *Taxon*, 54: 411-425.
- Rahmanzadeh R, Müller KF, Fischer E, Bartels D, Borsch T. 2005. Linderniaceae and Gratiolaceae (Lamiales) are further lineages distinct from Scrophulariaceae. *Plant Biology*, 7: 67-78.
- Schäferhoff B, Fleischmann A, Fischer E, Albach DC, Borsch T, Heubl G, Müller KF. 2010. Towards resolving Lamiales relationships: insights from rapidly evolving chloroplast sequences. *BMC Evolutionary Biology* 10: 352.
- Stevens PF. 2008. Angiosperm Phylogeny Website version 9, junio 2008 [http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/], revisado marzo 2011.
- Tank DC, Beardsley PM, Kelchner SA, Olmstead RG. 2006. L. A. S. JOHNSON REVIEW No. 7. Review of the systematics of Scrophulariaceae s.l. and their current disposition. *Australian Journal of Botany*, 19: 289-307.
- Zuloaga FO, Morrone O, Belgrano MJ (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.

## Las interacciones complejas de la herbácea *Mimulus luteus* con sus polinizadores

Rodrigo Medel

Departamento de Ciencias Ecológicas  
Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile  
rmedel@uchile.cl



Figura 1. Flor de *Mimulus cupreus* (izquierda) y *Mimulus naiandinus* (derecha).

Actualmente existen alrededor de 150 especies del género *Mimulus* (Vickery 1969), las que habitan sobre todo en la vertiente occidental del continente americano, aunque también hay un centro importante de radiación en Australia. Para Chile se han descrito 11-12 especies (Von Bohlen 1995, Watson & Von Bohlen 2000), lo cual corresponde aproximadamente a un 7-8% del total de las especies descritas en el género.

La membresía familiar del género *Mimulus* está en pleno debate. Tradicionalmente el género pertenecía a la familia Scrophulariaceae, pero Beardsley & Olmstead (2002) lo asignaron a Phrymaceae, y más recientemente ha sido incluido en la familia Plantaginaceae (Judd et al. 2008).

Las especies chilenas del género *Mimulus* son en su mayoría de color amarillo, con dos excepciones: *Mimulus cupreus*, la flor del cobre, que presenta una corola de color rojo-anaranjado, y *Mimulus naiandinus*, con una corola de color rosado (Figura 1). Una especie interesante es *Mimulus luteus*, con rasgos morfológicos y polínicos

que presentan una amplia variación entre poblaciones (Carvalho & Ginnochio 2004), lo cual se ajustaría bien a la idea de variedades morfológicas y a la consideración de un complejo más que a una única especie bien delimitada. De hecho, un rasgo peculiar de la especie —una notoria mancha roja dispuesta por lo general en el pétalo inferior de aterrizaje— es ampliamente variable en tamaño a nivel intra e interpoblacional (Von Bohlen 1995), pudiendo incluso estar completamente ausente o presente en otros pétalos de la flor. La longitud de onda reflejada por la mancha y el fondo se corresponden con lo que los humanos percibimos como rojo y amarillo, respectivamente (Botto-Mahan et al. 2004). La variación de la mancha ha originado la pregunta sobre los factores ecológicos que podrían incidir en la variabilidad floral de esta especie y, eventualmente, en su divergencia entre las poblaciones. En los últimos años hemos focalizado parte de nuestra investigación en comprender la relación entre la especie *Mimulus luteus* y sus polinizadores, y particularmente en



Figura 2. Flor de *Mimulus luteus* con una conspicua guía de néctar roja que orienta la visita del abejorro *Centris nigerrima*.



Figura 3. El picaflor cordillerano *Oreotrochilus leucopleurus*, un asiduo visitante de flores de *Mimulus luteus*.

el valor funcional de la mancha roja como guía indicadora de recompensa para los polinizadores (Figura 2).

La especie es visitada por un amplio espectro taxonómico de polinizadores que incluye a colibríes, abejas, dípteros sírfidos y mariposas como los grupos más importantes. Entre las abejas, las especies *Centris nigerrima*, *Megachile semirufa* y *Bombus dahlbomii* son las más importantes en términos de tasa de visitas. Entre las aves, la única especie detectada libando néctar es el picaflor de cordillera, *Oreotrochilus leucopleurus* (Figura 3). En una localidad de la región de Coquimbo cercana a Salamanca se estudió si los picaflores y las abejas podían dar cuenta de la amplia variación del tamaño de la señal y la corola al interior de una misma población. Para ello se examinó si los dos grupos de polinizadores favorecían extremos opuestos del gradiente de morfología floral. Los resultados indican que los picaflores prefirieron visitar flores pequeñas con manchas pequeñas y las abejas prefirieron flores grandes con manchas grandes, lo cual permitió corroborar la hipótesis planteada. Más aún, la forma de la señal, pero no su simetría, fue también importante para determinar las diferentes preferencias entre los dos grupos de especies (Medel et al. 2003, Botto-Mahan et al. 2004). Globalmente, las preferencias divergentes mostradas por las especies no facilitarían la evolución de una flor óptima para todos los polinizadores en la población, lo cual ayudaría a mantener la variabilidad del sistema. Pero ¿qué ventajas puede tener para un polinizador visitar un solo tipo de flor? Sobre la base de nuestras evidencias, planteamos que existiría un ciclo de forrajeo: las flores que las abejas visitan por la mañana ya estarían vaciadas de néctar para el resto del día; así, los picaflores, más activos en el sitio por la tarde, irían por el remanente, justamente las flores pequeñas con señales pequeñas. Al día siguiente, ya estarían disponibles y rellenas de néctar las flores usadas por las abejas en la mañana del día anterior, repitiéndose el ciclo hasta que la flor se marchita, lo que ocurre aproximadamente luego de 6 días desde su apertura.

Así como las flores son altamente variables al interior de una población, también lo son entre distintos sitios. Un

estudio de 7 poblaciones ubicadas desde la cordillera de La Serena hasta las Termas de Chillán reveló que el tamaño promedio de la guía de néctar de las poblaciones es altamente variable, mucho más que otros rasgos florales. La composición de los ensambles de polinizadores pareciera ser responsable, en parte, de esta variación, ya que pruebas de asociación indican que mientras más representado está el picaflor *Oreotrochilus leucopleurus* en las poblaciones, las señales de néctar que presentan las flores son de mayor tamaño (Medel et al. 2007). Sin embargo, esta evidencia se contradice con la observación anterior que indicaba la preferencia de los picaflores por señales pequeñas. ¿Cómo se resuelve esta aparente contradicción? Una posibilidad es que las preferencias de los picaflores y las abejas cambien entre los sitios (actualmente no contamos con la información necesaria para poner a prueba esa hipótesis); otra es que la preferencia de un tipo de polinizador sea dependiente de la presencia o ausencia del otro grupo. Para examinar esta posibilidad, efectuamos experimentos en el terreno que nos permitieron estimar el efecto separado y conjunto de los dos grupos de polinizadores sobre la evolución de los rasgos florales. Básicamente, se trata de examinar si el impacto de los colibríes varía si están las abejas, y viceversa. Los resultados indican que cuando las abejas están, los picaflores visitan las flores con señales pequeñas; por el contrario, cuando las abejas no están, los picaflores prefieren las flores con señales grandes. De igual manera, en presencia de los picaflores, las abejas preferirían las flores con señales pequeñas. En ausencia de los picaflores, las abejas visitarían las flores con guías más grandes. Entonces, los dos grupos manifiestan una clara preferencia por las señales de mayor tamaño cuando están solos. Al estar acompañados, esta preferencia se ve amortiguada. La pregunta que sigue es por qué prefieren las flores con señales grandes. Una posibilidad es que el tamaño de la señal se corresponda con la recompensa ofrecida por las flores, tales como un alto volumen de néctar o un néctar con alta concentración de azúcares.



Figura 4. La mosca abeja, *Eristalis bogotensis* (Syrphidae), aprontándose a consumir polen de *Mimulus luteus*.



Figura 5. Vista frontal de una flor de *Mimulus luteus*. La flecha señala el estigma bilobulado que se cierra después del contacto físico.

Hemos abordado la pregunta de la preferencia de los polinizadores por señales conspicuas en un contexto de evolución de la honestidad en las interacciones planta-polinizador. La ocurrencia de polinización por engaño en plantas con flores—es decir, la atracción floral sin recompensa para los polinizadores—la describió Sprengel (1793) hace más de dos siglos. Desde entonces se han documentado diversos sistemas polinizador-planta, en los cuales las flores obtienen un servicio de polinización sin ofrecer recompensa a los polinizadores de quienes se benefician (ver revisión en Dafni 1984). En nuestro caso, examinamos la asociación entre las señales y las recompensas florales, y encontramos que el tamaño de la señal de néctar se asocia positivamente tanto con el volumen como con la concentración de néctar. Además, la señal de néctar también se asocia positivamente con la cantidad de polen ofrecido a insectos polívoros, como los sírfidos (Figura 4). De este modo, las preferencias de las aves y los insectos por las flores con manchas grandes parece tener sentido, ya que permitiría a los polinizadores acceder a una mayor fuente de recursos. En este caso, las flores de *M. luteus* poseerían señales “honestas”, que proporcionan información confiable sobre la recompensa que ofrecen a los consumidores.

En este sistema de honestidad se verían beneficiados los polinizadores y las plantas. Sin embargo, existe una pregunta adicional. La teoría de la evolución de señales indica que una población no podrá evolucionar a señales honestas, a menos que exista una restricción asociada a la elaboración de señales “deshonestas”. En caso contrario, un mutante deshonesto, con una gran señal pero que no ofrece recompensa alguna, podría fácilmente establecerse y propagarse en la población, ya que evitaría tener que producir una costosa recompensa para ganar servicio de polinización. La energía economizada al no producir recompensa la podría asignar a una mayor producción de gametos, promoviendo así su genotipo mentiroso en la población de plantas honestas, tendiendo todo el sistema hacia la deshonestidad.

A la luz de estos antecedentes, ¿qué impide que el sistema *Mimulus luteus*-polinizadores sea invadido por plantas deshonestas? Luego de efectuar análisis de cruzamientos genéticos en el invernadero, encontramos que existe una relación genética inescapable entre la señal y la recompensa. En otras palabras, existe lo que técnicamente se denomina una correlación genética entre ambos rasgos, que impide que un mutante deshonesto invada la población. En otras palabras, la población de *M. luteus* se encuentra genéticamente protegida ante mutantes deshonestos.

Pero la señal de néctar no solamente afecta la polinización. Los herbívoros florales presentes en las comunidades pueden remover porciones importantes de la corola e incluso las estructuras reproductivas de las flores. Si las señales se consumen, es posible que se modifique el comportamiento de los polinizadores. Para indagar en la posibilidad de que la remoción de la señal por herbivoría afecte la polinización por picaflores, hicimos un experimento en el terreno: efectuamos remoción manual de la señal mediante una perforadora ad hoc y excluimos a los picaflores en un número replicado de plantas. Básicamente, nuestro diseño experimental nos permitió examinar si las flores con remoción de señal recibían menos visitas y polinización por picaflores que aquellas flores sin remoción de la señal. Los resultados indicaron que, efectivamente, la pérdida de la señal reduce casi 2 veces la polinización por el ave, lo cual sugiere que *O. leucopleurus* discrimina en contra de las flores dañadas que han perdido su señal (Pohl et al. 2006). Por lo tanto, nuestros resultados indican que, para comprender cabalmente la evolución de la señal en esta especie, debieran considerarse, además de la polinización, otras interacciones, tales como la herbivoría floral.

Por cierto, todo lo anterior funciona muy bien en sitios donde hay polinizadores. Pero ¿qué sucede donde no hay vectores de polen o estos son muy escasos? Muchas especies de plantas tienen la posibilidad de autofecundarse, lo cual es particularmente útil en los casos antes indicados. Sin embargo, la autorreproducción o autogamia puede conllevar una serie de inconvenientes para la planta, expresados por ejemplo

en una reducción del número de descendientes o en una serie de deficiencias encontradas por estos a lo largo de su ciclo de vida. Una de las maneras en que las flores pueden reducir este inconveniente es mediante la adquisición de mecanismos, usualmente de naturaleza morfológica, que reducen la ocurrencia de la autogamia. Entre ellas, la que reviste especial interés en *Mimulus* es la hercogamia de movimiento (Webb & Lloyd 1986), fenómeno presente también en especies de las familias Bignoniaceae, Martyniaceae y Lentibulariaceae (Newcombe 1922). Las flores de *Mimulus* poseen un estigma bilobulado que se cierra luego de cualquier contacto físico (Figura 5). El estigma se puede reabrir luego de un tiempo variable y se ha sugerido que la reapertura estaría condicionada por el tipo de polen recibido. Básicamente, el estigma se cerraría para siempre luego de recibir polen de otra planta de la misma especie y se volvería a abrir si recibe polen de la propia planta. De este modo, este mecanismo de hercogamia de movimiento participaría en la evitación de la autofertilización, confiriendo valor adaptativo al rasgo en cuestión. A pesar de tratarse de una hipótesis razonable, no se han encontrado evidencias a favor de ella en la literatura. Nosotros evaluamos si la movilidad de los estigmas se relaciona con la fuente de polen y rechazamos la hipótesis de adaptación en una población de *M. luteus* donde no existían polinizadores. Como tampoco se observaron costos reproductivos asociados a la autogamia, sugerimos que los mecanismos que impiden la autogamia no habrían evolucionado en condiciones de ausencia de polinizadores (Carvalho & Medel 2010). Es probable que tales mecanismos varíen de una población a otra dependiendo de la riqueza, eficiencia y efectividad de los polinizadores presentes en los sitios.

Sintetizando, el género *Mimulus* es un grupo modelo para estudios de ecología, genética y evolución. En otras latitudes se ha desarrollado un gran número de estudios que han abordado preguntas relacionadas con especiación, aislamiento reproductivo, selección mediada por polinizadores y evolución de sistemas reproductivos. Las especies presentes en Chile constituyen un excelente sustrato para estudiar los temas antes mencionados en nuestra biota local. En particular, el estudio de *M. luteus* nos ha permitido comenzar a comprender los factores que afectan la evolución de la honestidad en sistemas de comunicación planta-polinizador. Este tema constituye una excitante y novedosa avenida de investigación que esperamos seguir profundizando en los próximos años.

#### AGRADECIMIENTOS

Muchas personas han participado en distintas fases de esta investigación. En particular deseo agradecer a Paulina Salas,

Carezza Botto, Gastón Carvalho, Maureen Murúa, Ángela Valiente, Fernanda Pérez, Nérida Pohl, Carlos Pino y Marcela Espinoza por su colaboración en el desarrollo de esta línea de investigación. Gran parte de estos estudios se ha financiado por proyectos FONDECYT y Anillo ACT 34/2006.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beardsley, PM & RG Olmstead. 2002. Redefining Phrymaceae: the placement of *Mimulus*, tribe Mimuleae, and Phryma. *American Journal of Botany* 89: 1093-1102.
- Botto-Mahan C, N Pohl & R Medel. 2004. Nectar guide fluctuating asymmetry does not relate to female fitness in *Mimulus luteus*. *Plant Ecology* 174: 347-352.
- Carvalho G & R Ginocchio. 2004. Variabilidad en rasgos polínicos en el complejo *Mimulus luteus* L. (Phrymaceae) en Chile central. *Gayana Botanica* 61: 63-66.
- Carvalho G & R Medel. 2010. Effects of herkogamy and inbreeding on the mating system of *Mimulus luteus* in the absence of pollinators. *Evolutionary Ecology* 24: 509-522.
- Dafni A. 1984. Mimicry and deception in pollination. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 259-278.
- Judd WS, GS Campbell, EA Kellogg, PF Stevens & MF Donoghue. 2008. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Medel R, C Botto-Mahan & MK Arroyo. 2003. Pollinator-mediated selection on the nectar guide phenotype in the Andean monkey flower, *Mimulus luteus*. *Ecology* 84: 1721-1732.
- Medel R, A Valiente, C Botto-Mahan, G Carvalho, F Pérez, N Pohl & L Navarro. 2007. The influence of insects and hummingbirds on the geographical variation of the flower phenotype in *Mimulus luteus*. *Ecography* 30: 812-818.
- Newcombe FC. 1922. Significance of the behavior of sensitive stigmas I. *American Journal of Botany* 9: 99-120.
- Pohl N, G Carvalho, C Botto-Mahan & R Medel. 2006. Non-additive effects of flower damage and hummingbird pollination on the fecundity of *Mimulus luteus*. *Oecologia* 149: 648-655.
- Sprengel CK 1793. *Das Entdeckte Geheimniss in der Natur im Bau und in der Befuchtung der Blumen*, Weldon and Wesley.
- Vickery Jr., R.K. 1969. Crossing barriers in *Mimulus*. *Japanese Journal of Genetics* 44: 325-336.
- Von Bohlen C. 1995. El género *Mimulus* L. (Scrophulariaceae) en Chile. *Gayana Botanica* 52: 7-28.
- Watson JM & C Von Bohlen. 2000. *Mimulus naiandinus* Scrophulariaceae. *Curtis's Botanical Magazine* 17: 195-201.
- Webb CJ & DG Lloyd. 1986. The avoidance on interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms. II. Herkogamy. *New Zealand Journal of Botany* 24: 163-178.

## Expansión de un arbusto nativo-invasivo en dunas costeras: causas y consecuencias ecológicas

Dra. Sara Muñoz Vallés

Dra. Claudia M. Dellafiore

Departamento de Biología Vegetal y Ecología,

Universidad de Sevilla

Ap. 1095, 41080, Sevilla, España

Dr. Juan B. Gallego Fernández

Profesor de Ecología

galfer@us.es

#### INTRODUCCIÓN

Las especies nativas invasoras son aquellas que, siendo autóctonas de una región o ecosistema determinado, adquieren una ventaja competitiva tras un cambio en las condiciones ambientales que limitaban su abundancia, permitiéndoles una rápida expansión y llegar convertirse en poblaciones dominantes. Las consecuencias de las invasiones de especies nativas, al igual que ocurre con especies exóticas, son muy importantes para las propiedades y los procesos de los ecosistemas invadidos, pues afectan su biodiversidad y estabilidad (Valéry *et al.* 2008, 2009). Tras los factores desencadenantes de los cambios en las condiciones ambientales, está normalmente la actividad del ser humano, al modificar las relaciones de competencia entre la especie potencialmente invasora y el resto de la comunidad mediante alteraciones del ciclo de nutrientes, de las interacciones entre especies, del régimen de fuego o de patrones de dispersión, entre otros.

Las dunas costeras son ecosistemas con un alto riesgo de ser invadidos por plantas debido a que suelen presentar una escasa cobertura vegetal y baja competencia entre plantas (Jørgensen and Kollmann 2008). De hecho, son numerosos los estudios sobre invasiones de especies exóticas en dunas costeras, sobre todo acerca de las producidas por *Ammophila arenaria*, *Carpobrotus* sp., *Acacia* sp., *Hippophae rhamnoides* y *Rosa rugosa*, entre otras. Sin embargo, los

estudios sobre invasión de especies nativas son en general muy escasos, más aún en dunas costeras. En estos ecosistemas, al igual que ocurre con las especies exóticas, la rápida expansión e incremento de cobertura de algunas especies, generalmente arbustos, puede provocar una importante modificación de los procesos ecológicos (estabilizando las arenas, aumentando el contenido en nutrientes del suelo, alterando las condiciones microclimáticas, etcétera).

Estos cambios suelen causar serios problemas para la conservación de especies, de comunidades y, en general, del ecosistema dunar.

Trabajos recientes en dunas costeras del suroeste de España han permitido identificar una especie de arbusto nativo con comportamiento invasor, *Retama monosperma* (L.) Boiss (Muñoz Vallés 2009). La presencia de formaciones dominadas por esta especie, retamares, ha sido considerada tradicionalmente un indicador de buen estado de conservación de las dunas, estando buena parte de su superficie incluida en la red de espacios naturales protegidos de la región. Sin embargo, a principios del siglo XX la distribución de esta especie era mucho menor; y zonas actualmente ocupadas por los retamares eran entonces dunas móviles y semimóviles, donde la retama no existía o su abundancia era baja. En este trabajo mostraremos, centrándonos en un sistema dunar concreto, cuáles han sido las causas del incremento de su abundancia, cómo ha sido el proceso de expansión y cuáles son las consecuencias de la invasión para la estructura, funcionamiento y conservación del ecosistema dunar costero.



Figura 1. Localización de la flecha litoral de El Rompido.

### DUNAS DE LA FLECHA LITORAL DE EL ROMPIDO

La flecha litoral de El Rompido se localiza en la desembocadura del río Piedras (golfo de Cádiz, suroeste de España). La flecha litoral se extiende de oeste a este paralela a la costa a lo largo de aproximadamente 12 km, con una anchura que varía entre 300 y 700 m y con una superficie dunar de 360 ha, de las que 305 ha son dunas interiores. La flecha es una formación geomorfológica de gran actividad que crece

en dirección este mediante la sucesiva adición de ganchos arenosos debido a la acción de tormentas periódicas. Estos ganchos arenosos, sobre los que se acumula arena eólica, aparecen separados por entrantes de marea procedentes del estuario. En conjunto, la flecha litoral conforma un paisaje fragmentado y dinámico con una tasa media de crecimiento en longitud de 42 m/año, lo que significa unas 1,5 ha de superficie nueva emergida cada año. El clima es de tipo mediterráneo con influencia oceánica, con inviernos lluviosos y veranos cálidos y secos; la temperatura media anual es de 18,2 °C y la precipitación media anual es de 583 mm.



Figura 2. Retamar sobre dunas costeras.

En la flecha litoral de El Rompido se desarrollan diferentes comunidades de vegetación dependientes de las características geomorfológicas y la influencia marina (Gallego Fernández *et al.* 2006). Se han registrado 220 especies de plantas, de las que 183 viven en las dunas y el resto en marismas mareales (Muñoz Vallés *et al.* 2009). En el área de estudio se encuentran 9 tipos de hábitats protegidos por la Directiva de la Unión Europea 92/43/EEC, y 16 especies y subespecies de plantas protegidas y/o amenazadas. La mayor parte del área está incluida desde 1989 en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, con la denominación de *Paraje Natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido* e integrada en la Red Natura 2000.

### ESPECIE DE ESTUDIO

*Retama monosperma* (L.) Boiss., retama blanca o retama de olor, una leguminosa fijadora de nitrógeno atmosférico, es un arbusto de hasta 4 m de altura y 10 m de diámetro de copa, característico de arenales costeros, endémico del suroeste de la península Ibérica y el noroeste de Marruecos. Su fruto es tipo legumbre carnosa con una sola semilla. Las semillas son de tamaño mediano, con  $6,1 \pm 0,4$  mm de longitud y  $4,8 \pm 0,2$  mm de anchura, y un peso de  $92 \pm 2$  mg. Florece a finales del invierno y durante el verano los frutos se desprenden y caen al suelo, bajo la copa. La tasa de germinación de las semillas es baja, 13%, siendo el período de germinación de otoño-invierno tras las primeras lluvias (Dellafiore *et al.* 2006).

### ORIGEN DE LA PRESENCIA DE RETAMA EN LA FLECHA DE EL ROMPIDO

La primera descripción documental del área de estudio la realiza San Miguel de la Cámara en 1913, en un artículo publicado en el *Boletín* de la Real Sociedad Española de Historia Natural titulado "Las costas de la Provincia de Huelva y sus variaciones en el periodo histórico". Refiriéndose a la flecha litoral, dice "[...] las dunas son vivas, hasta el punto de encontrar poquísimas matas de barrón [...] las chozas de los carabineros están continuamente amenazadas; cuando nosotros visitamos estas dunas, una de ellas tenía a su lado un médano de 12 m de altura que amenazaba

Figura 3. *Retama monosperma*.Figura 4. Flores y frutos de *Retama monosperma*.

con sepultarla". Esta primera descripción indica que el retamar existente actualmente en la flecha litoral es muy reciente, ya que no existía en la primera década del siglo XX. Además, señala que la cobertura de vegetación era muy escasa, consistente principalmente en *Ammophila arenaria*, el barrón, especie característica de sistemas dunares móviles.

El análisis de las fotografías aéreas verticales más antiguas disponibles, de 1946, muestra que la retama sólo es evidente en el sector central de la flecha, en las cercanías de una factoría de atún. El resto del área, en dirección oeste a lo largo de unos 5 km y hacia el extremo este, aparece

en las fotografías como un extenso arenal, cuya vegetación debía de ser de bajo porte y muy escasa densidad; es decir, la vegetación característica de zonas arenosas litorales móviles o semimóviles, como la que existe actualmente en el área de estudio. No hemos encontrado referencias sobre el origen de estos primeros retamares del sector central, pero en las primeras décadas del siglo XX se realizaron numerosos trabajos de fijación de dunas en este sector de la costa. En dichos trabajos se plantaron diferentes especies (*Ammophila arenaria*, *Retama monosperma*, *Pinus pinea* y *Eucaliptus* sp.) para frenar el avance de las dunas sobre viviendas, cultivos e infraestructuras (Kith y Tasara 1946). Por lo tanto, consideramos que el origen de las retamas en el área de estudio es resultado de una plantación realizada en algún momento entre 1920 y 1930.

## LA EXPANSIÓN DE RETAMA

Para establecer el patrón espacial y temporal de expansión de retama se analizaron fotografías aéreas verticales de los años 1956, 1977, 1989 y 2001 (Muñoz Vallés 2009). Para cada fecha se delimitó la superficie de duna apta para el establecimiento de retama (se excluyeron la playa, primera

duna costera y depresiones húmedas) y se digitalizó toda la superficie ocupada por la especie en las cuatro fechas. Los resultados obtenidos muestran que a lo largo de los 45 años analizados la población de retama experimentó un importante aumento de cobertura (figura 2): desde 15 ha ocupadas en 1956 hasta 116,2 ha en 2001, lo que significa un incremento de 673,2% durante los 45 años. La invasión se produjo desde la zona central de la flecha, donde se plantó la especie, hacia los extremos este y oeste, avanzando 3,5 y 4,8 km en cada dirección respectivamente. Hoy se encuentra establecida sobre toda la superficie de dunas interiores, inmersa en un proceso de aumento de densidad. Sólo están libres de retama las nuevas zonas emergidas del extremo este posteriores a 1988, por el momento...

## HIPÓTESIS SOBRE EL ÉXITO DE LA INVASIÓN

La invasión de un ecosistema por una especie está determinada por el tipo de ecosistema, por las características de la especie invasora y, en muchas ocasiones, por alteraciones de origen humano, tanto del ecosistema como de alguna característica de la especie. Davis (2005) establece que la

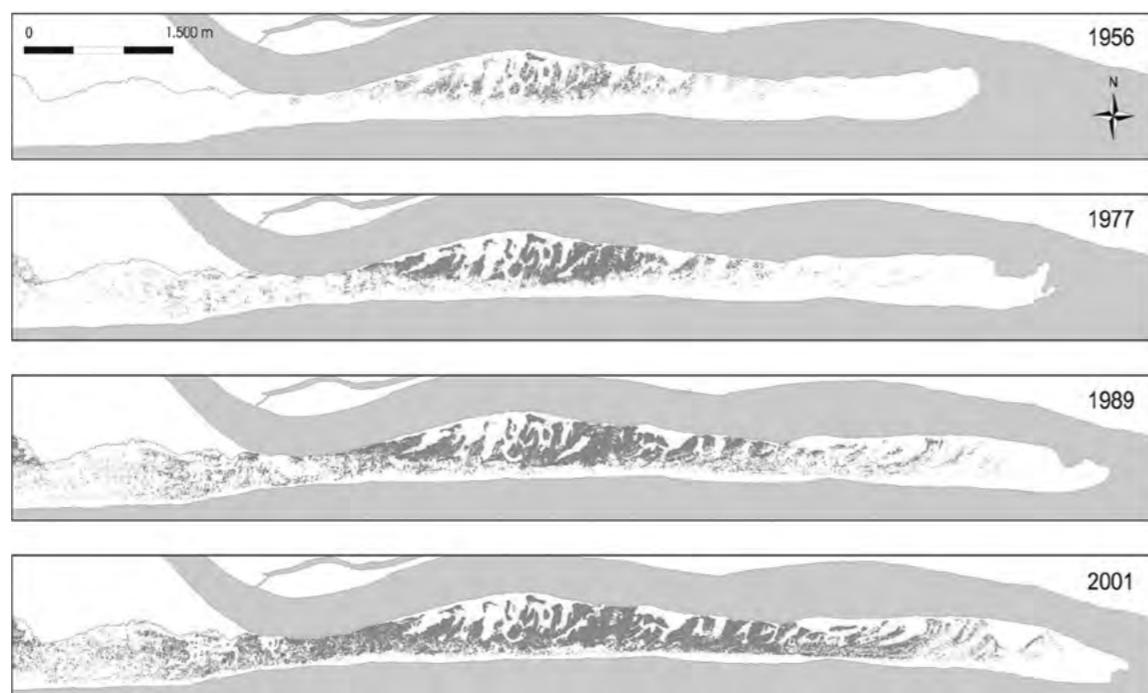


Figura 5. Distribución de *R. monosperma* en la flecha de El Rompido en 1956, 1977, 1989 y 2001.

susceptibilidad de un ecosistema a ser invadido (colonización y establecimiento de individuos de una especie) está influenciada por la suma de las interacción de los procesos físicos y biológicos que operan a escala local. Las dunas costeras móviles y semimóviles en ambiente mediterráneo son ecosistemas con mucho espacio libre, debido a la baja cobertura de vegetal, y con especies de escasa habilidad competitiva. Los procesos que controlan la composición y abundancia de las comunidades de plantas de dunas costeras están determinados principalmente por factores abióticos como la movilidad de las arenas, la salinidad (spray salino), la escasez de nutrientes y el estrés hídrico, muy acusado en verano (Maun 2009). En la flecha litoral la invasión se ha producido en zonas donde las comunidades de vegetación son abiertas, dominadas por herbáceas, muchas de ellas anuales, y con un escaso número de especies leñosas de tipo caméfitos, como *Thymus carnosus*, *Helichrysum picardii* y *Artemisia crithmifolia*.

Las características de esta retama que consideramos claves para que haya sido capaz de invadir las dunas interiores son: pronta madurez sexual, producción de una elevada cantidad de semillas, eficiente sistema de dispersión de las semillas y capacidad de establecerse en un medio con cierta movilidad de arenas, suelos pobres en nutrientes y con aguas subterráneas cuyos valores de salinidad pueden ser muy altos.

## Producción de semillas

Mediante del uso de técnicas dendrocronológicas se ha podido establecer que la edad de la primera reproducción de retama es de 6 años (edad en la que más del 50% de los individuos producen frutos), si bien se ha observado que pueden fructificar individuos de 2 años (menos del 4%). La producción anual de frutos es muy alta y presenta una fuerte variación interanual, relacionada con el régimen de precipitaciones. Se ha estimado que la producción puede alcanzar los 2.800 frutos/m<sup>2</sup> bajo la copa de retama en años húmedos, descendiendo hasta los 330 frutos/m<sup>2</sup> en años muy secos. Esto significa que una retama de tamaño medio (de 8 metros de diámetro de copa) puede producir entre 140.000 y 17.000 frutos (semillas) cada año. La predación de semillas es muy importante en zonas con ganado (cabras y ovejas), donde la producción anual se puede llegar a consumir completamente (Zunzunegui *et al.* en preparación). Sin embargo, en zonas sin ganado la predación es muy baja y la realizan pequeños coleópteros de la familia Bruchidae, la liebre (*Lepus granatensis*) y el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) (Muñoz Vallés 2009).

## Dispersión de semillas

Las semillas de retama no tienen adaptaciones morfológicas evidentes para su dispersión; los frutos caen al suelo y permanecen bajo la copa de la planta, de forma que, en ausencia de dispersores, sólo fuertes vientos podrían desplazar frutos a unos pocos metros (3-5 m) de la planta madre. En ausencia de un dispersor activo, el retamar podría haber avanzado hasta 500 m durante los últimos 45 años; sin embargo, se ha calculado que el avance en ese período ha sido de unos 4 km.

Los principales dispersores de semillas de retama en las dunas del suroeste de España son el conejo, la liebre y en mucha menor medida el ganado doméstico, cabras y ovejas. En el área de estudio, Dellaio *et al.* (2006, 2008) establecieron que el principal dispersor de la especie es el conejo, a corta, media y larga distancia. El análisis de las fecas de los conejos indicó que una media anual de 2,4% de fecas contiene semillas de retama. La mayor proporción de fecas con semillas se observó en verano y otoño, 3,4% y 4,3% respectivamente, coincidiendo con el período en el que los frutos están disponibles en el suelo. Los frutos de retama constituyen un recurso importante como complemento alimenticio del conejo, ya que en estas fechas su principal alimento (herbáceas anuales) está ausente. Se ha estimado que, en el área de estudio, cada conejo puede dispersar entre 2.400 y 4.000 semillas al año; y que, en áreas que la retama aún no ha conseguido colonizar, la lluvia de semillas es del orden de 2.500 semillas por hectárea y año. El conejo, además, no sólo dispersa las semillas, sino que también duplica la tasa de germinación, incrementándola hasta 24%.

## Establecimiento de la retama

La germinación y supervivencia de retamas en las dunas aún no se ha estudiado; sin embargo, a partir de datos indirectos se pueden obtener varias conclusiones sobre las limitaciones relativas a la tolerancia al enterramiento y la salinidad, y que se tendrán que contrastar empíricamente en el futuro. Esta retama no tolera el enterramiento por las arenas; de hecho, en áreas con alta movilidad de arenas aún no colonizadas, y que reciben semillas por dispersión de los conejos, se ha observado que la germinación de semillas es nula. Según estudios sobre la expansión de retama en zonas de más reciente formación de la flecha (Gallego Fernández *et al.* en preparación), es necesario que se forme un cordón dunar costero que limite el aporte de arenas desde la playa y disminuya la movilidad para que comience el establecimiento

de la especie. Además, el análisis de la expansión a lo largo de la flecha en los últimos 45 años (Muñoz Vallés 2009) muestra que, si bien el avance de la retama se ha producido principalmente por las zonas más interiores hacia el este y oeste, con velocidades superiores a los 50 m/año, el avance hacia la línea de costa ha sido de solo 0,9 m/año, mostrando que ha existido una fuerte limitación al establecimiento, relacionada con el incremento de movilidad de las arenas en dirección a la playa. La retama, sin embargo, es tolerante a la salinidad. En el área de estudio la especie puede utilizar las aguas subterráneas del acuífero dunar, muy cercanas a la superficie (0,7 - 2 m de profundidad), y cuyos valores de salinidad son variables, habiéndose medido conductividades de hasta 16 mS/cm. También se ha observado que, en zonas donde se han producido roturas del cordón costero debido a la erosión por tormentas y ha entrado agua de mar en el retamar, muere toda la parte aérea de la planta, si bien esta es capaz de rebrotar desde la base.

### PATRONES ESPACIALES Y TEMPORALES DE EXPANSIÓN

Como se expuso, la expansión de esta retama se produjo a partir de la zona central de la flecha litoral, donde

fue plantada a principios del siglo XX. Sin embargo, la velocidad de expansión y el incremento de cobertura no han sido homogéneos en el espacio y en el tiempo (figura 3). Además de las limitaciones ya comentadas, debido a factores físicos (movilidad de arenas) y de la falta de competencia por parte de otras especies, el proceso de invasión ha estado condicionado por la efectividad en la dispersión de semillas, mediada por dos factores: la abundancia del principal dispersor de semillas, el conejo, y la presencia de ganado. Ambos factores están directamente relacionados entre sí y con el tipo de gestión del área.

Hasta 1989 el pastoreo de ganado doméstico se realizaba en toda el área, si bien la presión ganadera no era homogénea. La mayor presión se producía en la zona oeste, de acceso al área, debido a que se podía recorrer en jornadas de un día, mientras que ir a la zona este implicaba un mayor período de tiempo y, además, en verano la falta de agua era una limitación importante para estancias largas. Desde 1989, tras la declaración de la mayor parte de la flecha litoral como espacio natural protegido, el pastoreo sólo está permitido en los primeros 3 km situados más al oeste; sin embargo, al no existir vallas de delimitación, el ganado suele adentrarse algunos kilómetros hacia el este de la flecha, en territorio protegido. La variación espacial en el uso y la gestión de la flecha litoral ha tenido una gran repercusión sobre las poblaciones de conejos. Su presencia en la zona oeste es relativamente más baja,

como se refleja en la densidad de madrigueras de conejo existente (Dellaio *et al.* 2008). La menor presencia de conejos suponemos que se debe principalmente a que el ganado consume casi en su totalidad tanto la vegetación herbácea, recurso alimenticio principal del conejo, como los frutos de retama, recurso alimentario muy importante en verano. Como se puede ver en la figura 3, el mayor incremento de cobertura de retama entre 1956 y 1977 se produjo en el sector central, donde se realizó la plantación, observándose cómo en 1977 la especie había colonizado la mayor parte del área de estudio, y la distribución espacial de la cobertura seguía un patrón simétrico respecto a la zona central. Sin embargo, en años posteriores la distribución espacial de cobertura rompe esa simetría, debido, por un lado, a un mayor incremento relativo de cobertura entre los kilómetros 9 y 10, donde existe una alta densidad de conejos y no hay presión ganadera; y por otro, a que hay un menor incremento de cobertura entre los kilómetros 1 a 4, donde la presencia de conejo es más baja y hay una presión de pastoreo decreciente de oeste a este. Los bajos valores de cobertura en el extremo este se deben a que las dunas de los kilómetros 12 y 13 se formaron con posterioridad a 1956 y 1990 respectivamente; de hecho, la retama aún no ha colonizado el kilómetro más oriental de la flecha litoral.

### EFFECTOS DE LA INVASIÓN DE RETAMA SOBRE EL SISTEMA DUNAR

Las dunas costeras son ecosistemas donde las fuertes restricciones ambientales suponen un filtro poderoso que limita la composición y abundancia de las comunidades de plantas (también de otros grupos de organismos). De hecho, las dunas suelen presentar numerosas especies exclusivas que no pueden vivir en otros tipos de ecosistemas, y muchas de ellas suelen ser endémicas. En este tipo de ambiente, la presencia de plantas leñosas de gran porte suele provocar cambios en el suelo y en el microclima, alterando en mayor o menor medida los filtros ambientales y, por lo tanto, la composición y abundancia de la vegetación.

Muñoz Vallés *et al.* (2011) observaron que, tras su establecimiento, esta retama produce bajo su copa, en comparación con las zonas abiertas de duna, una significativa atenuación de las temperaturas extremas, en especial durante las estaciones más frías y la más cálida,

conservando una humedad relativa mínima mayor y enriqueciendo el suelo con nutrientes y materia orgánica. Esto último se produce por la acumulación de hojarasca



Figura 7. Alta cobertura de vegetación herbácea bajo la copa de retama, resultado del proceso de facilitación.

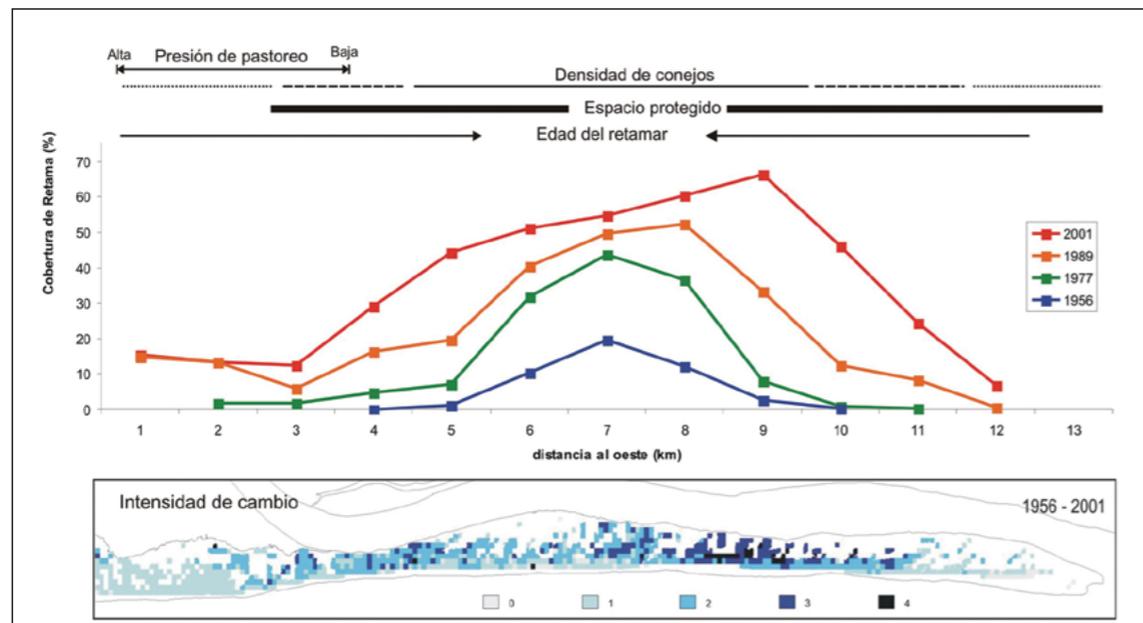


Figura 6. Factores que influyen en la expansión de retama: presión de pastoreo, densidad de conejos y gestión de conservación. Porcentaje de cobertura de retama en sectores de 1 km de anchura a lo largo de la flecha litoral en 1956, 1977, 1989 y 2001. Cartografía de la intensidad de cambio de cobertura de retama en el período 1956-2001: 0 = sin cambio; 1 = incremento hasta 25% de cobertura; 2 = incremento de 25-50%; 3 = incremento de 50-75%; 4 = incremento de 75-100%.

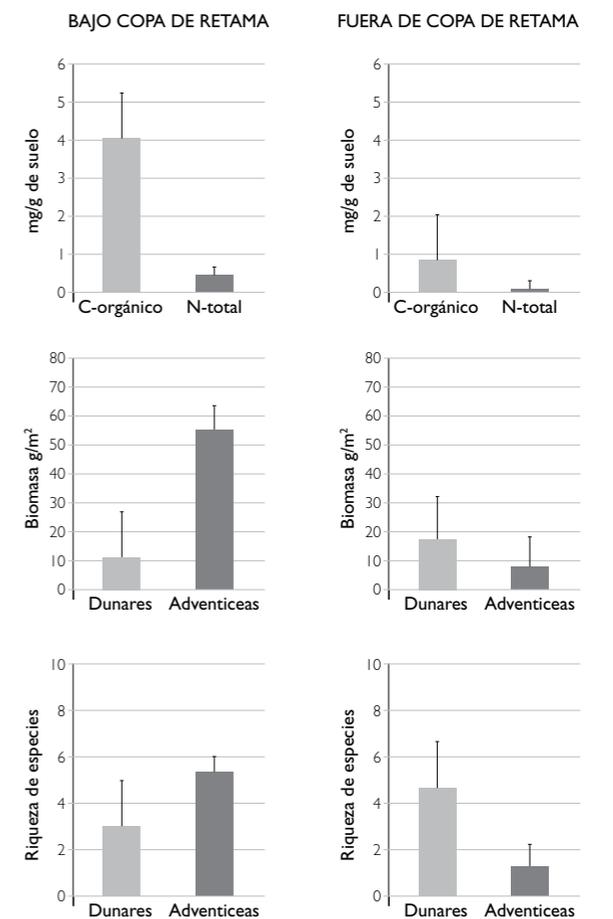


Figura 8. Valores medios bajo y fuera de la copa de retama: contenido en carbono orgánico y nitrógeno total del suelo, y biomasa y riqueza de especies dunares y adventicias.

y sobre todo por el hecho de que la retama es una especie fijadora de nitrógeno atmosférico. También, al proporcionar una protección frente a la alta radiación, la estructura aérea de retama estaría reduciendo la pérdida de agua por evaporación y transpiración bajo su copa. Otro efecto del establecimiento de esta retama, muy importante para el ecosistema dunar, es la disminución de la movilidad de las arenas, al reducir la velocidad del viento y la superficie de suelo sin cobertura vegetal.

Los cambios de las características ambientales que ocasiona la retama bajo su copa facilitan la instalación de otras especies de plantas, produciéndose por lo tanto un aumento de la biomasa vegetal y de la riqueza de especies, herbáceas anuales en su mayor parte. De esta forma, la vegetación de las dunas interiores aparece estructurada como un sistema de parches o "islas fértiles", limitadas por el alcance de la influencia de la copa de retama, en una matriz ambientalmente más restrictiva. Aunque el efecto de retama sobre la vegetación es claramente positivo en términos de biomasa y riqueza de especies, el mecanismo de facilitación es muy selectivo. Bajo la copa de retama se favorece la entrada al sistema dunar de un elevado número de especies adventicias, cuya proporción respecto a la riqueza total iguala a la de especies propias de sistemas dunares. El resultado del establecimiento de retama a escala del sistema dunar completo es, por lo tanto, la aparición de "islas" con alta biomasa y diversidad de especies adventicias en una matriz en la cual los valores de biomasa son bajos y la riqueza de especies, dominada por especies exclusivas de dunas, es pobre. Conforme el retamar aumenta de cobertura, las "islas" coalescen, llegando a desaparecer el espacio abierto dunar, y con él las especies características de dunas.

Junto al proceso de facilitación expuesto, bajo la retama se produce una fuerte competencia con las especies dunares existentes, que pueden desaparecer. Como consecuencia de esta interacción, y a nivel de todo el sistema dunar, numerosas especies características de ecosistemas dunares están seriamente amenazadas, entre ellas *Thymus carnosus*, que tiene en la flecha su población más importante en la región y está catalogada como en peligro de extinción en Andalucía.

En conclusión, la expansión de retama ha cambiado radicalmente el ecosistema dunar invadido, mediante la sustitución de comunidades singulares por otras que, aunque más diversas, están compuestas por especies de otros ecosistemas terrestres.

## REFERENCIAS

- Davis, MA. 2005. Invasibility: the local mechanism driving community assembly and species diversity. *Ecography* 28: 696-704.
- Dellafiore C, S Muñoz & JB Gallego Fernández. 2006. Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) as dispersers of *Retama monosperma* (L.) Boiss seeds in a coastal dune system. *Ecoscience* 13: 5-10.
- Dellafiore CM, JB Gallego Fernández & S Muñoz Vallés. 2008. Habitat use for warren building by European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in relation to landscape structure in a sand dune system. *Acta Oecologica* 33: 372-379.
- Dellafiore CM, JB Gallego Fernández & S Muñoz. 2010. The rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) as a seed disperser in a coastal dune system. *Plant Ecology* 206: 251-261.
- Gallego Fernández JB, S Muñoz Vallés & C Dellafiore. 2006. Flora y Vegetación de la Flecha de Nueva Umbría (Lepe, Huelva). Ayto. Lepe, 134 pp.
- Gallego Fernández *et al.* en preparación.
- Jørgensen RH & J Kollmann. 2008. Invasion of coastal dunes by the alien shrub *Rosa rugosa* is associated with roads, tracks and houses. *Flora* 204: 289-297.
- Kith y Tassara M. 1946. El problema de las dunas del SO de España. *Revista de Montes* 11: 414-419.
- Maun MA. 2009. The biology of coastal sand dunes. Oxford University Press, Oxford, 265 pp.
- Muñoz Vallés S. 2009. Composición y estructura de la vegetación de la Flecha Litoral de El Rompido, Huelva: Estudio de la expansión de *Retama monosperma* (L.) Boiss. y su efecto sobre las comunidades del sistema dunar. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Muñoz Vallés S, JB Gallego Fernández & CM Dellafiore. 2009. Estudio florístico de la Flecha Litoral de El Rompido (Lepe, Huelva). Análisis y catálogo de la flora vascular de los sistemas de duna y marisma. *Lagascalia* 29: 43-88.
- Muñoz Vallés S, JB Gallego Fernández, CM Dellafiore & J Cambrollé. 2011. Effects on soil, microclimate and vegetation of the native-invasive *Retama monosperma* (L.) Boiss. in coastal dunes. *Plant Ecology* 212: 169-179.
- Valéry L, H Fritz, JC Lefeuvre & D Simberloff. 2009. Ecosystem-level consequences of invasions by native species as a way to investigate relationships between evenness and ecosystem function. *Biological Invasions* 11: 609-617.
- Valéry L, H Fritz, JC Lefeuvre & D Simberloff. 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions* 10: 1345-1351.
- Zunzunegui *et al.* en preparación.

## Evaluación de la regeneración de poblaciones de dos especies de violetas en tierras devastadas por incendio

Ana María Planchuelo

Andrés C. Ravelo

Centro de Relevamiento y Evaluación  
de Recursos Agrícolas y Naturales

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
(CREAN-CONICET)

Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Córdoba

CC 509, 5000 Córdoba, Argentina

planch@crean.agro.uncor.edu

Las pérdidas de vegetación debidas al fuego y la tala son factores negativos para los ecosistemas naturales. Alteran variables ambientales y producen modificaciones drásticas en la vegetación prístina, pérdida de biodiversidad, simplificación y fragmentación de la estructura del paisaje, así como modificaciones irreversibles que pueden comenzar o acelerar procesos de desertificación (Boletta *et al.* 2006a, b; González *et al.* 2007). Se ha comprobado que la cobertura vegetal ejerce un rol protector del suelo, reduciendo la fragilidad a los efectos degradantes de la erosión hídrica y eólica (Boletta *et al.* 2010). Los procesos de recolonización de las zonas que perdieron la cobertura vegetal original conducen a un progresivo avance de especies oportunistas, provocando la dominancia desequilibrada de especies foráneas respecto a muchas especies nativas menos competitivas (Planchuelo *et al.* 2009). Con el objetivo de identificar parámetros que conducen a la desertificación, en el marco de un proyecto auspiciado por la Food and Agriculture Organization (FAO) de las Naciones Unidas, se están evaluando los cambios de la cobertura vegetal y biodiversidad florística en varias regiones de la provincia de Córdoba, Argentina. La vegetación nativa de las zonas serranas de dicha provincia, ubicada en el centro del país,

incluye áreas con cobertura heterogénea de bosques xerófilos de transición, montes, sabanas, estepas gramíneas y vegetación de alta montaña (Luti 1979). Estudios recientes muestran el alto grado de deterioro de la flora debido a incendios, sobrepastoreo de ganado vacuno y caprino y desmontes para cultivos (Planchuelo *et al.* 2009). Tales disturbios crean barreras de dispersión para muchas especies de interés etnobotánico, poniendo en peligro su persistencia (Vos & Opdam 1993; Martínez *et al.* 2005).

En un análisis del comportamiento de varias poblaciones de violetas adventicias y actualmente naturalizadas en el valle de Paravachasca (Departamento de Santa María, provincia de Córdoba), Planchuelo & Ravelo (2007) demostraron que *Viola metajaponica* Nakai y *V. odorata* L. crecen silvestres y se regeneran año tras año con una marcada estacionalidad y con una abundancia poblacional en relación directa con las condiciones meteorológicas reinantes durante el ciclo vegetativo. En este trabajo se evalúan las condiciones ambientales y las capacidades de regeneración de las plantas de ambas especies de violetas que se comportaron como pioneras en la recolonización de terrenos totalmente devastados por un voraz incendio de grandes magnitudes.

## IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS INCENDIADAS Y EVALUACIÓN DE FACTORES METEOROLÓGICOS Y DE SUELO

Los frecuentes incendios que se registran en las sierras de Córdoba se ven favorecidos por las condiciones meteorológicas de sequías prolongadas, bajos porcentajes de humedad y fuertes vientos que se producen en la época invierno-primaveral (Ravelo *et al.* 2008). Las reducidas precipitaciones, que sólo alcanzaron entre 35% y 50% del valor normal durante los veranos de 2007-2008 y 2008-2009 (SMN 2010) causaron daños directos sobre la vegetación nativa. El bajo o nulo almacenaje de humedad del suelo ocasionó severos períodos de estrés hídrico causando el desecamiento de plantas autóctonas y cultivadas en los ambientes serranos. Estas condiciones fueron determinantes para la ocurrencia de incendios de grandes magnitudes, como el que se inició a fines de octubre de 2009 en las Sierras Chicas de Córdoba (Departamento de Santa María), que destruyó durante cuatro días unas 3.000 hectáreas de vegetación autóctona perteneciente a los ecosistemas del monte y pastizales serranos, así como áreas forestadas con pinos (ACUDE 2010). La figura 1 muestra una imagen de Google Earth del área de estudio, utilizada como herramienta para la identificación de las áreas de muestreos y para evaluar los cambios de la cobertura vegetal. Mediante la clasificación temática, realizada con el programa IDRISI Taiga, se identifican las zonas cubiertas con bosque en color verde y las zonas afectadas por el incendio de octubre de 2009 en color rojo.

En la figura 2 se grafican los registros de precipitaciones mensuales del período 2009-2010 (SMN 2010). Se observan las condiciones de escasas lluvias, que provocaron un período de sequías intensas y crearon un ambiente propicio para la expansión del incendio iniciado el 30 de octubre de 2009. En el verano 2009-2010 (diciembre-marzo) se registraron grandes precipitaciones con valores por encima de los normales, en particular en el mes de marzo. El balance hídrico del suelo se tornó favorable con valores cercanos a la capacidad de campo en forma prolongada. Estas buenas condiciones hídricas favorecieron la recuperación de la vegetación nativa y el rebrote de algunas especies arbóreas y arbustivas que habían sobrevivido a los efectos del fuego. Luego del incendio, los suelos de las laderas que estaban forestadas con pinos estuvieron totalmente cubiertos por un manto de cenizas de aproximadamente 2 cm de espesor, que duró desde principios de noviembre de 2009 hasta



Figura 1. Mapa del área de estudio e imagen Google Earth del valle de Paravachasca, Departamento Santa María, Córdoba, Argentina. Clasificación temática de imagen satelital: zonas afectadas por el incendio de octubre de 2009 = rojo; vegetación nativa = verde; urbanizaciones, caminos y suelo desnudo = blanco; laderas pedregosas = marrón; cauce de río = negro.

mediados de marzo, y en donde por efecto de las intensas precipitaciones se produjeron algunas escorrentías que lavaron la superficie del suelo. Los análisis químicos de las capas superiores, hasta 10 cm de profundidad, mostraron un aumento del pH por lixiviación de las cenizas, elementos de carácter inorgánico de los tejidos leñosos de la vegetación quemada, constituidos por minerales con altos contenidos de potasio, calcio y magnesio (Grez *et al.* 1992).

## EVALUACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y POBLACIONES DE VIOLETAS

Luego del incendio de fines de octubre de 2009, se hicieron recorridos mensuales por la zona de estudio para evaluar

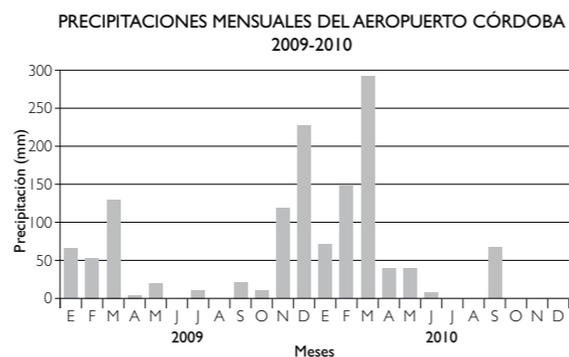


Figura 2. Histograma pluviométrico para la localidad de Córdoba (2008-2010). Las barras indican los valores, en milímetros, de las lluvias acumuladas cada 10 días.



Figura 3. Vista del terreno en el sitio 4 en enero de 2010, con suelo cubierto de cenizas.

el estado del terreno y de la cobertura vegetal, además de censar las especies que rebrotaban o germinaban en las zonas afectadas por el incendio. Para efectuar las evaluaciones se utilizaron las mismas áreas censadas por Planchuelo & Ravelo (2007). Las áreas fueron clasificadas en cuatro sitios que presentan las siguientes características: los sitios 1 y 2 están localizados en laderas pedregosas de sierra que tenían una cobertura de bosque ralo de pinos que fue totalmente destruida por el incendio, siendo el sitio 1 una ladera con orientación sur y con una pendiente de aproximadamente 35° y el sitio 2 una ladera con orientación sudeste y con una pendiente aproximada de 25°. El sitio 3 está ubicado a la orilla de un arroyo que no fue afectado por fuego directo durante el incendio pero fue parcialmente cubierto por una lluvia de cenizas de los fuegos aledaños. El sitio 4 está al costado de un camino de tierra, sin pendiente y bajo frutales parcial o totalmente quemados durante el incendio.

La figura 3 muestra las condiciones del terreno en el sitio 4 en enero de 2010. Se puede ver el manto de cenizas que cubría el suelo luego de tres meses de producido el incendio. La figura 4 corresponde a una vista del sitio 1 en junio de 2010. Muestra el suelo cubierto por restos de troncos y ramas quemados provenientes del desmonte de los árboles incendiados. En ese sitio se registraron las primeras 10 plantas de *Viola metajaponica* en flor (figura 5) creciendo como pioneras en el terreno cubierto con trozos de vegetales carbonizados.

La determinación de la abundancia de plantas en las poblaciones de violetas se realizó en un área de 30 m<sup>2</sup> para los ambientes 1 y 2, y de 10 m<sup>2</sup> para los ambientes 3 y 4. La metodología usada fue una adaptación de Martínez *et al.* (2005) y Planchuelo (2000). La escala utilizada es similar a la utilizada en Planchuelo & Ravelo (2006).



Figura 4. Vista del sitio 1 en junio de 2010 luego del desmonte de los árboles quemados.

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados de los censos de las poblaciones de violetas en cada uno de los cuatro sitios de estudio. Se destacan las características y cambios de pH del suelo, que se tornó más alcalino respecto a los resultados



Figura 5. Plantas de *Viola metajaponica* Nakai, creciendo como pioneras en el sitio 1, en junio de 2010. Se observan fragmentos de plantas carbonizadas.

Características fisicoquímicas del suelo y fechas de muestreo		Sitio 1 Ladera sur	Sitio 2 Ladera sudoeste	Sitio 3 Orilla de arroyo	Sitio 4 Costado de camino
Textura y pH del suelo	En 2006	Franca pH 5,80	Franco-arenosa pH 6,59	Arenosa (gruesa) pH 7,00	Franco-arenosa pH 6,90
	En 2010	Franca con cenizas pH 8,15	Franco-arenosa con cenizas pH 8,32	Arenosa (gruesa) pH 7,20	Franco-arenosa con cenizas pH 7,65
Área de muestreo		30 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>
Especies		<i>V. metajaponica</i>	<i>V. metajaponica</i>	<i>V. metajaponica</i>	<i>V. odorata</i>
Junio 2010		XX	-	-	-
Julio 2010		XXX	X	-	-
Agosto 2010		XXXXX	XX	XX	-
Septiembre 2010		XXXX	XXXX	XXX	X
Octubre 2010		XXX	XXXX	XXXXX	XXXX

Tabla 1. Cambios ocurridos en las características fisicoquímicas del suelo por efecto del incendio y abundancia de plantas en las poblaciones de violetas en los cuatro sitios muestreados. Código del significado de las X: Muy abundante XXXXX = más de 50 plantas. Abundante XXXX = entre 31 y 50 plantas. Frecuente XXX = entre 11 y 30 plantas. Presente XX = entre 5-10 plantas. Escasa X = entre 1-4 plantas. No presente - = Ninguna planta.

de las muestras tomadas en ensayos anteriores y reportadas en Planchuelo & Ravelo (2007).

#### Poblaciones de *V. metajaponica* Nakai

Durante las evaluaciones de las poblaciones de *V. metajaponica* se comprobó que las plantas poseían dos clases de flores. Una cleistógama de color verde, poco visible y que permanecía cerrada para favorecer la autopolinización; y la otra, chasmógama coloreada, vistosa y abierta para favorecer la polinización cruzada. Esta característica de poseer dos tipos de flores, no encontrada en los relevamientos anteriores, coincide con lo indicado por Bernhardt (1999) y puede haber sido una de las estrategias de esta especie para la recuperación de las poblaciones. La figura 6 muestra una planta de *V. metajaponica* de la población del sitio 2 totalmente recuperada luego de diez meses del incendio que destruyó la totalidad de la vegetación nativa. En la figura se observan plantas en estado vegetativo de *Bromus catharticus* Vahl. con las que compartía su hábitat en esa fecha de evaluación. La figura 7 muestra la población de esta especie en el sitio 3. Se puede apreciar la abundancia de plantas que forman esta población que cubre la mayor parte del terreno, a un año de la quema por el incendio.

#### Poblaciones de *V. odorata* L.

La figura 8 muestra la población recuperada de *V. odorata* en el sitio 4, al costado del camino, en donde se aprecia la abundancia de plantas en estado vegetativo el 15 de octu-

bre de 2010. Es importante destacar que hasta esa fecha de evaluación no se encontró ninguna planta creciendo en el sitio 3, a la orilla del arroyo, donde en evaluaciones anteriores (Planchuelo & Ravelo 2006, 2007) se registraron compartiendo el nicho ecológico con *V. metajaponica*. Hasta el momento de esa evaluación no se pudo comprobar la presencia de flores cleistógamas, pero sí de algunas flores chasmógamas. Es posible estimar que las buenas condiciones de humedad, más la incorporación de nutrientes minerales aportados por las cenizas, crearon el ambiente ideal para un rápido crecimiento vegetativo de las plantas, dado que en el término de 20 días la población pasó de tener 3 plantas a más de 40. La rápida recuperación vegetativa coincide con lo registrado por Planchuelo & Ravelo (2007) luego del trasplante de clones de esta especie.

#### CONCLUSIONES

En un análisis comparativo de los estados fenológicos entre ambas especies se pudo comprobar un desfase cronológico con respecto al período de brotación y de floración. *Viola metajaponica* fue mucho más temprana en producir plantas, y el período de floración se extendió desde junio hasta principios de noviembre, mientras que *V. odorata* recién comenzó a generar plantas en el mes de septiembre y su floración se vio retrasada hasta fines de octubre. La total recuperación de las poblaciones de violetas evaluadas luego de casi un año de producido un intenso incendio se estima que fue producto de la interacción de varios



Figura 6. Planta de *Viola metajaponica* Nakai compartiendo el hábitat con *Bromus unioloides* Vahl, en octubre de 2010, luego de casi un año de la destrucción total de la vegetación por causa del incendio.



Figura 7. Población de *Viola metajaponica* Nakai en el sitio 3 en octubre de 2010.



Figura 8. Población de *Viola odorata* L. en estado vegetativo en el sitio 4 en octubre de 2010.

factores ambientales. Las copiosas lluvias ocurridas en los meses estivales de 2010 permitieron lixiviar las cenizas que cubrían el suelo luego del incendio y por lo tanto se incorporaron nutrientes minerales (potasio, calcio y magnesio). El cambio de pH del suelo, que se tornó más alcalino por efecto de las cenizas, contrarrestó la acidez que producían los restos de hojas de los pinos que poblaban los sitios 1 y 2 y favoreció la reproducción vegetativa y la germinación de semillas. Es evidente que las condiciones hídricas favorables y el aporte de nutrientes permitieron a la vegetación nativa de estas especies expresar sus capacidades de resiliencia (adaptación y recuperación) luego de sufrir condiciones ambientales extremas de altas temperaturas, sequías prolongadas e incendios destructores.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realiza con el apoyo económico de un subsidio de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba. Los autores agradecen el aporte técnico de Alejandro Barbeito para la confección de las ilustraciones.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ACUDE. 2010. Fundación Ambiente, Cultura y Desarrollo. Disponible en <www.fundacionacude.org>.
- Bernhardt P. 1999. The rose's kiss. A Natural History of Flowers. Shearwater, Washington DC, 267 pp.
- Boletta PE, AC Ravelo, AM Planchuelo & M Grilli. 2006a. Assessing deforestation in the Argentine Chaco. Forest Ecology & Management 228: 108-114.
- Boletta PE, A Ravelo, AM Planchuelo & R Zanvettor. 2006b. Evaluación de la expansión agrícola en un área representativa del Chaco Occidental. XI Reunión Argentina de Agrometeorología: 5-6.
- Boletta PE, AC Ravelo, AM Planchuelo, M Grilli & RE Zanvettor. 2010. Evaluación de sequías, deforestación y desertificación en el Chaco Seco. RALDA2010: 150-151.
- González M, AM Planchuelo & AC Ravelo. 2007. Evaluación de la pérdida de biodiversidad florística en el noreste de Córdoba utilizando un sistema de información geográfica. Mem XI CONFIBSIG: 55.

- Grez R, V Gerding & F Union. 1992. Cenizas de calderas dendroenergéticas. I Acción como enmienda alcalina en suelos ácidos de la zona sur de Chile. *Bosque* 13(2): 33-38.
- Luti R. 1979. Vegetación. En, Vázquez, J., R. Miatello & R. Roque. *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*: 279-368.
- Martínez GJ, AM Planchuelo, E Fuentes & M Ojeda. 2005. A numeric index to establish conservation priorities for medicinal plants in the Paravachasca Valley, Córdoba, Argentina. *Biodiversity & Conservation* 15(8): 2457-2475.
- Planchuelo AM. 2000. Endangered species of wild lupins in South America. En Van Santen E, M Wink & S Weissmann (eds.), *Lupin, an Ancient Crop for the New Millennium*: 320-323.
- Planchuelo AM & AC Ravelo. 2006. Evaluación del comportamiento de especies de *Viola* en las Sierras de Córdoba. *Tercer Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales*: 73-76.
- Planchuelo AM & AC Ravelo. 2007. Adaptación al cultivo de dos especies de *Viola* naturalizadas en las Sierras de Córdoba (Argentina). *Chagual* 5: 55-64.
- Planchuelo AM, C García, I Teich y A Ravelo. 2009. Evaluación de la pérdida de diversidad de especies de interés etnobotánico en el valle de Paravachasca, Córdoba, Argentina. *Bol. Soc. Argentina de Botánica, Supl.* 44: 44-45.
- Ravelo AC, AM Planchuelo, RE Zanvetto, A Barbeito, G Marra. 2008. Monitoreo, evaluación e impacto de la sequía en la provincia de Córdoba. *Boletín Agroclimático, Gobierno de la provincia de Córdoba*. Noviembre 11-20, 2008: 1-5.
- SMN. 2010. Estadísticas meteorológicas diarias. Servicio Meteorológico Nacional, <www.smn.gov.ar>.
- Vos CC & P Opdam. 1993. Patterns and processes in a landscape under stress: the study area. En Vos, CC & P Opdam (eds.), *Landscape Ecology of a Stressed Environment*. Chapman y Hall, Londres, pp. 1-27.

## El renacer del invernadero de la Quinta Normal. Una historia ligada al antiguo jardín botánico

María Magdalena Barros Castelblanco  
Arquitecta (Universidad de Chile)  
Responsable Estudio y Proyecto de Recuperación  
del Invernadero de la Quinta Normal.  
Ilustre Municipalidad de Santiago  
www.invernadero-quintanormal.cl  
malerrayen@gmail.com invernaderoqn@gmail.com



Figura 1. El invernadero de la Quinta Normal. Cuadro del pintor Ernesto Molina [1857-1904]. Pinacoteca de la Universidad de Concepción.

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS INVERNADEROS. PEQUEÑA RESEÑA

Una tipología arquitectónica de gran belleza e importante eficiencia para los requerimientos de fructificación, cultivo y exposición de determinadas especies

hace gala de sus atributos durante el siglo XIX. El valor de estas construcciones también se realiza en exposiciones internacionales, donde se despliegan tecnología y audacia para concebir pabellones que hacen de su transparencia y su delicada estructura metálica una máxima.

Una sociedad imbuida en los nuevos descubrimientos botánicos y el exotismo de tierras lejanas ve en los invernaderos piezas claves de los grandes jardines botánicos y

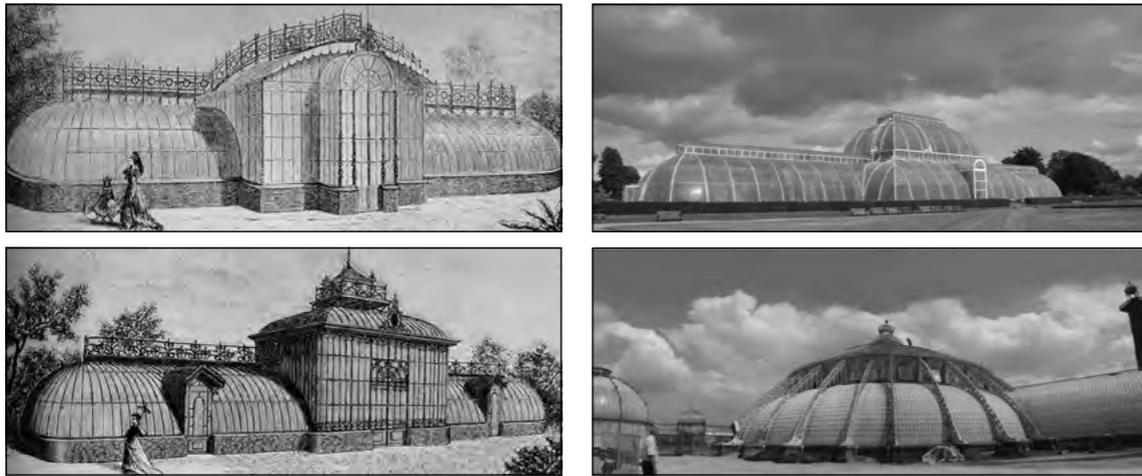


Figura 2. Invernaderos. Imágenes de catálogos apreciadas en libro *La grande histoire des Serres et Jardins d'Hiver* de 1984.

parques europeos, que ostentan orgullosos especies tan sorprendentes como la *Victoria regia* del Amazonas y ejemplares de países remotos como Australia, Nueva Zelandia y Chile.

En este contexto surgen invernaderos como Les Grandes Serres, Jardín des Plantes (1834-1836), Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris; Palm House (1844-1848), Kew Gardens, Londres; Grande Ronde (1874-1876),



Figura 3. Visita al Jardín Botánico de München, 2008 (Foto de Dittmar Krall).



Figura 5. Imágenes invernaderos europeos, 2008: Botanischer Garten München; Palmen Garten Franckfurt; Serres Royales, Bruselas (Fotos de Magdalena Barros).



Figura 4. Visita a invernaderos europeos, 2008: A. "Palm House" (1844-1848) Kew Gaden, Londres; B. "Grande Ronde" (1874-1876) "Serres Royales de Laeken", Bruselas; C. "Palmenhaus" (1880-1882) Schönbrunn, Viena; D y E. Invernadero de la Quinta Normal en los años 2008 y 2010, respectivamente (Fotos de Magdalena Barros).

Serres Royales de Laeken, Bruselas; Palmenhaus (1880-1882), Schönbrunn, Viena; y Grandes Serres Lyonnaises (1883), Jardin Botanique de Lyon, Parc de la Tête d'Or.

En la clasificación de Joseph Neumann, autor de *Art de construire et de gouverner les serres* (1844), existen invernaderos fríos, templados, cálidos, para usos específicos (orquídeas, especies acuáticas, pelargonium, plantas bulbosas); así también, invernaderos de multiplicación, invernaderos para forzar la producción, para árboles frutales, viñas, piñas, plantas ornamentales, y los denominados "jardines de invierno".

A la diversidad utilitaria se suman el gusto y sofisticación de una época que conjuga armónicamente requerimientos funcionales y estéticos.

### EL ANTIGUO JARDÍN BOTÁNICO DE LA QUINTA NORMAL

En 1853 se encomienda a Rudolph Amandus Philippi la tarea de dar forma a un jardín botánico. Este proyecto sólo ve la luz dos décadas después, cuando el decreto del 10 de enero de 1876 establece la instalación del Museo de Historia Natural en un área del Palacio de la Exposición,<sup>1</sup> consignándose además la entrega, por parte de la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), de los terrenos apropiados para el Jardín Botánico.

Philippi asume su tan anhelada misión con entusiasmo y dedicación. Su austeridad y compromiso darían frutos, como escribiera más tarde Diego Barros Arana. En diez años, el Jardín Botánico logró contar con aproximadamente 2.200 especies, entre ellas jazmines, palmas, verbénaceas, orquídeas, juncáceas, gramíneas, lobeliáceas, etcétera.<sup>2</sup>

Años después, en un boletín de la SNA se hará una ilustrativa descripción de las instalaciones: "El jardín

botánico ocupa dos retazos de terrenos: uno situado al oriente, y otro situado al sur del edificio de la Exposición. Entrando al primer retazo oriente se ve un arboreto repartido en multitud de retazos por sendas que figuran variados y caprichosos dibujos. [...] El otro retazo situado al sur del edificio de la Exposición es el que propiamente debe ser llamado jardín. Está partido en dos porciones por un caminillo que lo bordea el diámetro norte de la excavación dedicada para laguna durante la Exposición de 1875, y que, seca ahora, está dedicada a plantaciones. Entre la excavación que forma una serie de lonjas de cultivo en forma circular y el galpón francés hay una parte dedicada para un conservatorio" (Miers 1884: 230-231).

Si bien el trabajo del director del Jardín Botánico era riguroso, la burocracia ejercía su potestad sobre este proyecto. En la Memoria Anual de 1881 Philippi señalaba el incumplimiento de los compromisos adquiridos: no se habían entregado todos los terrenos para el Jardín Botánico, no se contaba con la habitación para el jardinero y, además, "las malezas han ahogado una porción de plantas de los 72 tablonces con almácigos que había y no se ha sembrado nada" (Gunckel 1978: 14-15).

Estos problemas no impidieron que el Jardín Botánico siguiera creciendo y enriqueciendo su colección e instalaciones, a las que se incorporará una construcción de especial valor.

### EL "CONSERVATORIO DE FIERRO"

Es a fines de esa centuria cuando el Estado chileno recibe una inusual propuesta: se ofrece al gobierno el "gran conservatorio de fierro", que se encontraba en la Quinta Meiggs,<sup>3</sup> para que lo instalara en las dependencias del Jardín Botánico, ubicado en la Quinta Normal.



Figura 6. Gunckel, H. 1978. Revista de la Universidad de Chile 102 14.

<sup>1</sup> "El costado occidental del edificio de la exposición i el patio anexo, se destinarían a la enseñanza agrícola, i el resto del mismo edificio al Museo de historia natural". Extracto del decreto del 10 de enero de 1876 (Barros Arana 1904: 178).

<sup>2</sup> Philippi hizo recolecciones y compras; también recibió semillas, como las enviadas por el Jardín Botánico de Petersburgo (Philippi R 1881: 580).

<sup>3</sup> De su original ubicación (la Quinta Meiggs, propiedad del empresario ferroviario Henry Meiggs), se tiene muy poca información. Se pueden citar las palabras del alemán Hugo Kunz referidas al conservatorio de la Quinta Meiggs: "¿Cuánto habrá costado la valiosa flora del pabellón que nos llena de admiración?" (Kunz 1890: 471-473).



Figura 7. Vista aérea.

Cuando en 1890 Federico Philippi, director del Jardín Botánico de 1883 a 1896, manifiesta con elocuencia cuán beneficioso para su institución sería adquirir el invernadero, su mirada se centra en las mejoras para este establecimiento y en el gran interés que podía significar para la Quinta Normal de Agricultura: “Si el Supremo Gobierno adquiriera el citado conservatorio, quedaría el Jardín puesto sobre un pie como corresponde a un país adelantado como Chile, que además es el único en la América austral, que tiene un Jardín Botánico que merece llamarse así. [...] No necesitaré decir a VS. que este conservatorio también sería un ornamento i atractivo mas para la Quinta Normal”<sup>4</sup>.

Si bien el establecimiento contaba con invernaderos contruidos con madera y ladrillo, destinados a diversas especies (helechos, piñas, palmeras, plantas ornamentales, etcétera), como describe René Le Feuvre (1889: 343-344), la llegada de una nueva construcción era vital para Federico Philippi, pues, tal como señala en sus cartas, la capacidad de los edificios existentes había llegado a su límite.

El invernadero, que también fue ofrecido a la Sociedad Nacional de Agricultura,<sup>5</sup> finalmente es adquirido por el Estado para instalarlo en el Jardín Botánico. En abril de 1890 un decreto estableció la compra de la construcción a un costo de \$27.000, considerando el desarme y la instalación en el lugar de la Quinta que determinase el director del Jardín Botánico.

<sup>4</sup> Carta de Federico Philippi al ministro de Justicia e Instrucción Pública. Santiago, 7 de abril de 1890.

<sup>5</sup> Boletín de la Sociedad Nacional de Agricultura. Sesión del Directorio 1890: 344.

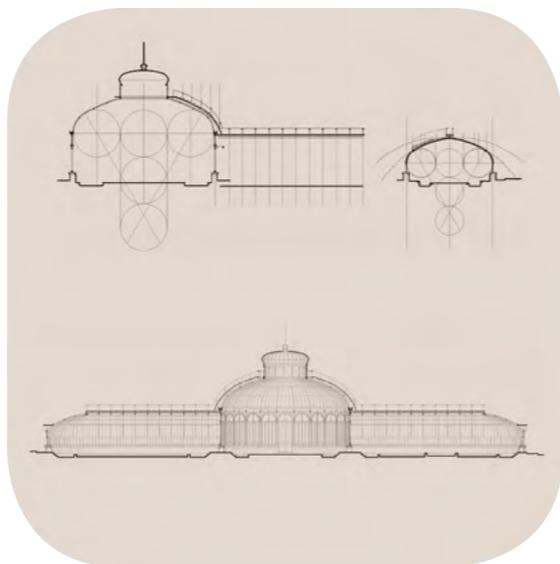


Figura 8. Estudio geométrico. Corte longitudinal Invernadero. Estudio Invernadero. Fondart, 2009.

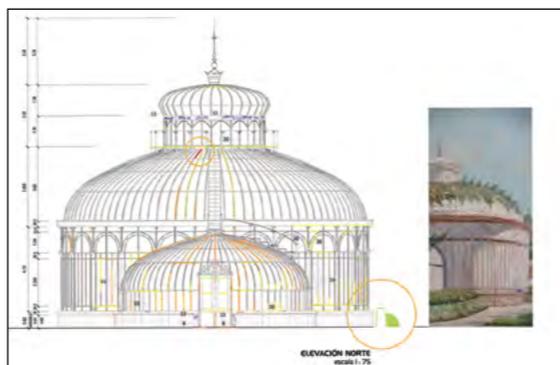


Figura 9. Elevación norte. Estudio lesiones y propuesta. Proyecto Municipalidad de Santiago, diciembre 2010.

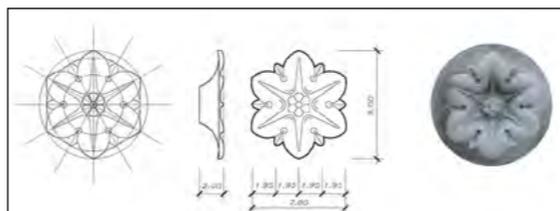


Figura 10. Flor hexagonal. Proyecto Municipalidad de Santiago, diciembre 2010.

El edificio, compuesto por tres cuerpos –dos naves laterales y un espacio central de planta circular, en perfecta simetría–, se construyó con esmero siguiendo la orientación norte-sur en sentido longitudinal, y se ubicó al sur del Museo Nacional de Historia Natural. Además de la edificación de todo el basamento que sostendría la estructura metálica, fue necesaria la construcción de un muro de contención hacia el lado de la antigua laguna, que ya estaba seca. Los trabajos se iniciaron con la nave norte, utilizada por el Jardín Botánico

con diligencia, pues, si bien la obra no estaba entregada, era de suma urgencia trasladar las malogradas plantas del antiguo conservatorio, las que tras la operación “inmediatamente tomaron un desarrollo notable”.<sup>6</sup>

El acondicionamiento ambiental sería proporcionado por un caldero y una cañería calorífica de cobre. El recubrimiento del edificio estaría constituido por pequeñas secciones de vidrio que, montadas unas sobre otras, lograrían definir las curvas de las partes altas, además de paños de mayor área destinados a la envolvente vertical.

Las nuevas condiciones del Jardín Botánico, tras la incorporación del invernadero, permitieron mejoras tales como la subdivisión del conservatorio antiguo, una de cuyas secciones fue provista de calefacción para permitir que germinaran semillas tropicales.

La institución contó con una destacada colección que incluyó, además del *arboretum*, un importante número de especies de Juan Fernández, orquídeas, helechos, plantas medicinales, variedad de Ninféáceas<sup>7</sup> y especies nativas. El Jardín Botánico suministró plantas y semillas a la Universidad de Chile, escuelas normales y liceos, contribuyendo así al conocimiento en esta área, misión que lamentablemente

<sup>6</sup> Memoria del Ministro de Justicia e Instrucción Pública 1892: 159.

<sup>7</sup> Entre las que se encontraba la *Victoria regia*, admirada por los visitantes.

no se mantuvo. Tras el retiro de su último director en 1922 –Juan Söhrens, quien ocupara el cargo de jardinero primero en la administración de Federico Philippi–, comienza el ocaso del Jardín Botánico y sus conservatorios (Gunckel 1950: 537-542).

En 1950 el profesor Hugo Gunckel escribiría: “Las personas que actualmente visitan la Quinta Normal pueden aún admirar, al lado sur del edificio que ocupa el Museo Nacional de Historia Natural, los restos del antiguo Jardín Botánico, especialmente los abandonados y casi por completo destruidos conservatorios, donde en otros tiempos crecían y florecían allí exóticas flores del trópico misterioso, y donde mecían su verde follaje árboles y arbustos de la selva centenaria de las provincias australes y aun hierbas y arbustos de la vegetación xerofítica de la zona boreal de Chile” (Gunckel 1950: 537-542).

Entre 1990 y 1995 el invernadero funcionó como Conservatorio de Plantas Medicinales, proyecto conjunto de Caritas Chile, la Municipalidad de Santiago y el Museo Nacional de Historia Natural. Orientando su labor al ámbito educacional, esta interesante iniciativa, que contempló visitas y talleres para sensibilizar a la comunidad con el mundo vegetal, no prosperó.

Los vaivenes en la utilización de esta construcción la han mantenido en un precario estado, reflejo de la falta de determinación para establecer un proyecto sostenible que garantice su permanencia.



Figura 11. Libro 50 años de Arquitectura metálica en Chile, 1863-1913 de Monserrat Palmer.

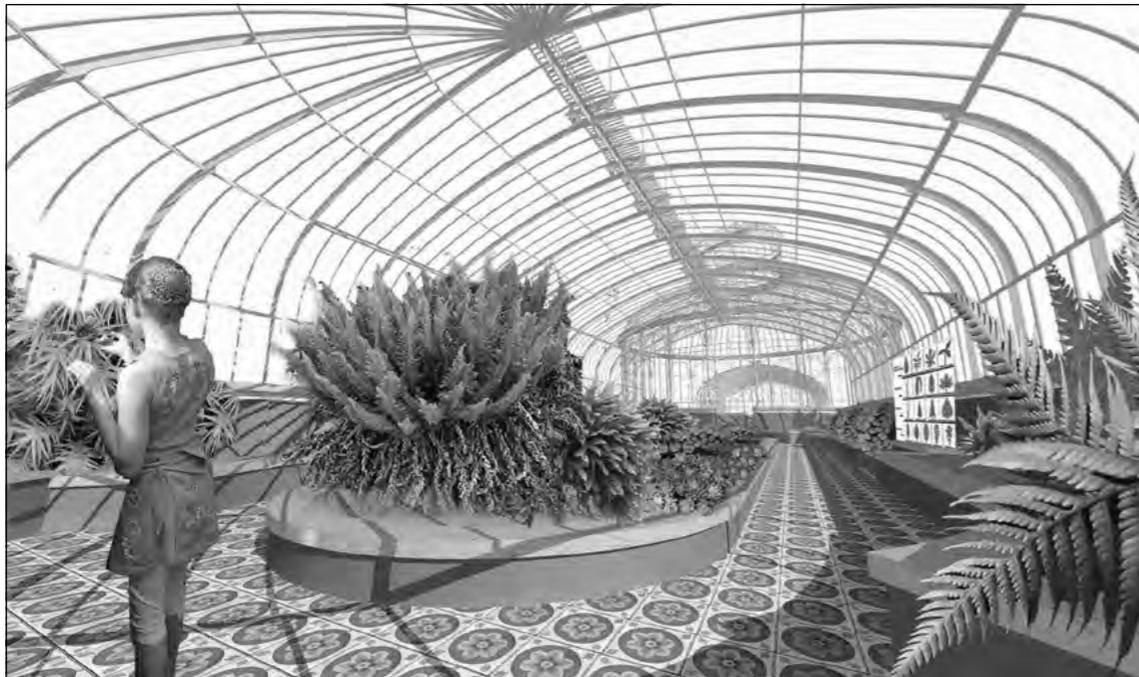


Figura 12. Modelo vista interior Proyecto Municipalidad de Santiago, diciembre 2010.

## LA GESTACIÓN DE UN PROYECTO: LA RECUPERACIÓN DEL INVERNADERO

La iniciativa que busca recuperar el invernadero tiene su origen en la elaboración del expediente para obtener la declaratoria de Monumento Histórico, presentado al Consejo de Monumentos Nacionales el año 2008 y aprobado al año siguiente; período en que se desarrolló un estudio para establecer un diagnóstico de la construcción y una propuesta para su uso, ambas investigaciones desarrolladas a través del Fondart.

El estudio sobre el invernadero de la Quinta Normal se expuso en el congreso “Les serres: aspects techniques, scientifiques, muséographiques et pédagogiques”, el año 2008, en el Jardin Botanique de Lyon, Parc de la Tête d’Or. Los profesionales le reconocieron en esa ocasión atributos especiales desde el punto de vista botánico y el arquitectónico.

El año 2010 el Municipio de Santiago, patrocinador de los estudios anteriores, decidió restaurar el invernadero, con un espíritu ligado a su historia.

Hoy, el antiguo “conservatorio” quiere retomar su vocación original mediante un proyecto que devuelva su imagen arquitectónica, pero también su carácter y matiz

botánico. Una iniciativa que haga del lugar un espacio de interés científico, cultural y recreacional, restituyendo a la Quinta Normal una construcción de gran valor patrimonial y de un potencial único para la difusión botánica.

La propuesta establece la conformación de una colección *ex situ*, definida de acuerdo con criterios que involucren, entre otros, endemismo, singularidad, amenaza, belleza y utilidad. Con este objetivo, se trabaja en la concreción de alianzas con instituciones, como el Museo Nacional de Historia Natural, el Jardín Botánico Nacional y el Jardín Botánico Chagual, además de organismos internacionales que puedan apoyar el proyecto, respecto a la determinación de la colección, su implementación en el recinto y su mantención en el tiempo.

Desde el punto de vista arquitectónico, las intervenciones responderán a la constatación de aspectos históricos aportados durante la investigación, procurando respetar la autenticidad del edificio.

En cuanto a la puesta en valor del invernadero y su posicionamiento como espacio cultural relevante, se ha contemplado una importante difusión del proyecto en sus diferentes etapas, así como también cuando se encuentre en funcionamiento.

El caso del Invernadero de la Quinta Normal y el estudio desarrollado han despertado un interés inusitado. A la mirada atenta del mundo botánico y del patrimonio

se suma una comunidad que siente una especial sintonía con esta delicada construcción que, paciente y silenciosa, espera renacer. La posibilidad de una próxima reapertura sensibiliza a todos quienes ven en este lugar, más allá de una obra arquitectónica y constructiva, un verdadero regalo a la ciudad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barros Arana D. 1904. El Doctor Don Rodolfo Amando Philippi, su vida i sus obras. Imprenta Cervantes, Santiago, Chile.
- Barros MM, A Sahady, F Gallardo & JP Morales. 2007. Expediente para obtener la Declaratoria de Monumento Histórico del Invernadero de la Quinta Normal. Proyecto Fondart 4656-2. Línea Conservación y Difusión del Patrimonio Cultural. Santiago, Chile.
- Barros MM, P Gross, O Salgado & F Herrera. 2009. Estudio de Restauración y Recuperación del Invernadero de la Quinta Normal / Diagnóstico Base. Proyecto Fondart 3423-1. Línea: Conservación y Difusión del Patrimonio Cultural. Santiago, Chile.
- Fleury CR. 1851. Serres chaudes: Londres. [Jardins de Kew, Froogmore, Mr. Perry]. París.
- Gross P & M Rivas. 2002. Metamorfosis de la Quinta Normal de Agricultura: creación, esplendor y posterior degradación, en Sustentabilidad: ¿un desafío imposible? Ediciones Surambiente, Santiago, Chile.
- Gunckel H. 1950. Breve historia del antiguo Jardín Botánico de la Quinta Normal de Santiago de Chile. Farm. Chilena 24(12): 537-542.
- Gunckel H. 1978. Breve historia del antiguo Jardín Botánico de la Quinta Normal. Revista de la Universidad de Chile 102: 14-15.
- Hix J. 1974. The Glass House. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Gran Bretaña.
- Kunz H. 1890. Chile und die Deutschen Colonien. Verlag und Druckerei Julius Klinkhardt. Leipzig, Alemania.
- Le Feuvre R. 1889. La Quinta Normal de Agricultura. Exposition Universelle de Paris. Section Chilienne. Imprimerie A. Roger y F. Chernoviz, Langny. París, Francia.
- Marrey B & JP Monnet. 1984. La grande histoire des serres et des jardins d’hiver. France 1780-1900. Graphite. París, Francia.
- Memoria del Ministro de Justicia e Instrucción Pública presentada al Congreso Nacional en 1890 / 1892 / 1893 / 1894. Imprenta Nacional, Santiago, Chile.

- Muñoz M. 2001. El Invernadero de la Quinta Normal. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural 344. Santiago, Chile.
- Neumann J. 1980 [1844]. Art de construire et de gouverner les serres. Guy Durier (editor). Neuilly-sur-Seine, Francia.
- Palmer M. 1970. 50 Años de Arquitectura Metálica en Chile 1863-1913. Instituto de Historia de la Arquitectura. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Philippi R. 1881. Catálogo de las plantas cultivadas en el Jardín Botánico de Santiago hasta el 1º de mayo de 1881. Anales de la Universidad de Chile. Santiago. Imprenta Nacional. Santiago, Chile.
- Philippi F. 1890-1892. Cartas a Ministro de Justicia e Instrucción Pública. Archivo Nacional. Santiago, Chile.
- Sarué E, A Izquierdo & S Teiller. Catálogo de plantas medicinales, autóctonas, asilvestradas, cultivadas. 1992. Proyecto Etnobotánico de Caritas-Chile. Santiago, Chile.
- Vásquez C. 2006. El vidrio, arquitectura y técnica. Revista ARQ. Ediciones ARQ. Santiago, Chile.
- Wigginton M. 2002. Les cinq âges du verre. L’Architecture d’Aujourd’hui 342. París, Francia.

## Revista

- El Campesino. Octubre de 1938, vol. 70. Edición extraordinaria. Primer Centenario de la Sociedad Nacional de Agricultura. Santiago, Chile.

## Publicación

- Boletín de la Sociedad Nacional de Agricultura. 21 de abril de 1890. Sesión del Directorio. Imprenta Cervantes. Santiago, Chile.
- Memoria del Ministro de Justicia e Instrucción Pública presentada al Congreso Nacional en 1892. Informe realizado por Federico Philippi, director del Jardín Botánico. Imprenta Nacional. Santiago, Chile.

## Documento

- Jardin Botanique de Lyon. Octubre 2008. Les serres: aspects techniques, scientifiques, muséographiques et pédagogiques. Journées Techniques des Jardins Botaniques de France et des pays Francophones. Lyon, Francia.

## Visita a los Jardines Butchart en Canadá

Mélica Muñoz-Schick

En agosto de 2010, con mi esposo (Sergio) y mi hijo Simón tuvimos la oportunidad de visitar los Jardines Butchart, en Canadá. Están situados en la isla Vancouver, a 21 km (14 millas) al norte de la ciudad de Victoria y a 20 km (12,5 millas) al sur de la terminal del *ferry* que une Vancouver y Victoria, en la bahía Swartz. La dirección exacta es 800 Benvenuto Avenue, Bahía Brentwood.

Nos sorprendimos de la belleza del lugar y queremos compartir nuestras impresiones. La visita fue a fines del verano y nos encontramos además con algunas especies chilenas expuestas en el lugar: *Araucaria araucana*, *Calceolaria spp.*, *Salpiglossis sinuata*, *Escallonia aff. rosea*, *Alstroemeria aurea*.

El primer jardín lo inició en 1904 Jennie Butchart, quien comenzó a embellecer la antigua cantera de piedra caliza que había sido explotada por su esposo para su empresa cementera. Con un diseño que conservó los restos de la cantera



Figura 1. Entrada al jardín.

que estaba hundida, y comenzando con unas pocas plantas de porotos, arvejas y algunos rosales, los actuales Jardines Hundidos se han convertido en el punto focal de los visitantes.



Figura 2. Vista del Jardín Hundido.

Durante más de un siglo, la familia Butchart se ha dedicado tanto a la horticultura como a la hospitalidad, y así continúan recibiendo alrededor de un millón de personas cada año.

Existen cinco zonas principales, conectadas por parques de césped y senderos hermosamente mantenidos. Esas zonas son el Jardín Hundido, el Jardín de las Rosas, el Jardín Japonés, el Jardín Italiano y el Jardín Mediterráneo. Más de 50 jardineros trabajan todo el año para mantener los jardines en magníficas condiciones. Cada año se propagan cerca de un millón de plantas para asegurar la floración ininterrumpida desde marzo hasta octubre. En los otros meses, los visitantes disfrutan las plantas que dan coloridas bayas y las maravillosas formas de los arbustos y árboles.

Al final del Jardín Hundido se ha diseñado una laguna que al centro tiene un juego de aguas. Esta laguna se ilumina en la noche y se produce un hermoso juego de luces.

Una porción de la residencia original de la familia Butchart exhibe su historia. Fotografías y antigüedades contribuyen a mostrar más de un siglo de vida de la familia Butchart y sus años de duro trabajo.

Tienen además restaurante, cafetería y una tienda donde venden todo tipo de artículos con diseños relativos al jardín.

En el año 2004 los Jardines Butchart fueron reconocidos como Sitio Histórico Nacional de Canadá.



Figura 4. *Salpiglossis sinuata* y *Calceolaria* híbrida.



Figura 5. *Escallonia* híbrida.



Figura 6. *Calceolaria* grupo *integrifolia*.



Figura 3. Juego de agua con geranios adelante.



Figura 7. *Araucaria araucana*, única planta con su nombre científico en letrero.

## Congreso

### X CONGRESO LATINOAMERICANO DE BOTÁNICA. REUNIÓN SATÉLITE DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE JARDINES BOTÁNICOS.

La Serena, Chile, 7 de octubre de 2010

#### DESAFÍOS Y PROGRESOS EN JARDINES BOTÁNICOS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE ORGANIZADOS EN REDES

A Faggi (Red argentina); J Gentilini (Red brasilera y Presidente de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Jardines Botánicos), TS Pereira, M L Costa, Dr Matheus (Red brasilera), A Echenique (Red chilena); L Balcazar (Red mexicana), M Mejía (Red República Dominicana).  
afaggi@macn.gov.ar

La reunión satélite de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Jardines Botánicos (ALCJB) se realizó durante el X Congreso Latinoamericano de Botánica, en La Serena, Chile, con representantes de Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, México, Uruguay y República Dominicana, los que expusieron sus logros. La elección de nuevas autoridades de la asociación brindó la oportunidad para discutir la necesidad de un plan de acción conjunto para el futuro, tomando en cuenta la visión y misión de la asociación.



Las contribuciones de la ALCJB y de sus miembros asociados consisten en una estrategia de conservación regional integrada por las redes nacionales de jardines botánicos, facilitando así el intercambio de información y de experiencias, y promoviendo el desarrollo institucional. El trabajo en red ha permitido la colaboración para el mantenimiento de especies en las respectivas colecciones de los diferentes jardines botánicos, evitando el retro cruzamiento y el deterioro genético de poblaciones, aumentando el grado de resistencia contra plagas y enfermedades. El intercambio de material genético entre los jardines ayuda a la conservación de especies amenazadas y también de aquellas de potencial uso económico. Otras acciones conjuntas llevadas a cabo en forma descentralizada y participativa, han resultado exitosas para la consolidación de los jardines existentes y el apoyo a la creación de otros nuevos en la región.

Los jardines botánicos han jugado un rol importante en la conservación de la biodiversidad nacional y regional al colaborar con la identificación y monitoreo de la flora conservada tanto *ex-situ* como *in-situ*. También han promovido la educación y han llevado a cabo acciones de mitigación y adaptación a nivel de los ecosistemas, rol que se condice con el nuevo escenario mundial, en el que los jardines botánicos deberían tener mayor influencia en la conservación y uso sustentable de la biodiversidad.

#### INTRODUCCIÓN

Los Jardines Botánicos (JBs) han modificado sus funciones y estrategias de trabajo a lo largo de los años, adaptándose continuamente a las necesidades de la sociedad y haciendo frente a nuevos desafíos. Se han transformado en actores principales de la implementación de la Convención de la Diversidad Biológica, la Convención Marco sobre el Cambio Climático y la Agenda 21 (BGCI 2001).

Para enfrentar estos desafíos y permitir que las demandas de conservación de regiones con alta mega diversidad puedan ser asumidas en toda su complejidad, en décadas recientes los JBs de América Latina y el Caribe han reconocido la necesidad de asociarse a distintos niveles (internacional, nacional y regional). Al mismo tiempo, estas asociaciones buscan compartir recursos, establecer programas de intercambio tecnológico-científico e integrar sus actividades de conservación.

La Asociación de Jardines Botánicos de América Latina y el Caribe (ALCJB) está actualmente integrada por las siguientes redes: México, Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Venezuela, Cuba y Brasil, las que también realizan intercambios con países vecinos que aún no han desarrollado sus redes (Uruguay, Bolivia y Paraguay).

De acuerdo a su misión y visión, los principales objetivos de la ALCJB son promover:

- a) La cooperación internacional entre los JBs, arboreta e instituciones similares que mantienen colecciones científicas de plantas vivas y entre los científicos y técnicos de dichas instituciones.
- b) El estudio taxonómico de plantas para beneficio de la humanidad, así como el estudio y prácticas adecuadas para la introducción de plantas, incluyendo el cultivo de plantas de interés económico actual o potencial.
- c) La documentación e intercambio de información, de plantas y de especímenes de interés mutuo entre los JBs, arboreta e instituciones similares.
- d) La conservación de especies raras, extintas en su ambiente natural, en peligro crítico o amenazadas, mediante la organización de bancos de genes y otras técnicas de conservación y propagación.
- e) El desarrollo institucional de los JBs, para permitir el manejo sustentable de los recursos naturales imprescindibles para la vida.
- f) La asesoría y apoyo para la creación de nuevos JBs en América Latina y el Caribe.
- g) La educación ambiental en todos los niveles, incluyendo el público general.
- h) El incremento del rol de los jardines botánicos en la conservación de la naturaleza y el uso sustentable de la diversidad biológica, en estrecha asociación con otras organizaciones e instituciones similares.

## AVANCES EN AÑOS RECIENTES

Todas las redes basadas en la Agenda Internacional (Wyse Jackson & Sutherland, 2000) alientan a sus jardines miembros a actuar regionalmente en pro de las generaciones presentes y futuras, con un enfoque en la flora local y la generación de conocimiento técnico para la conservación de especies en sus localidades de origen o en cultivos *ex-situ*. Además, los jardines botánicos tienen la responsabilidad de proveer asesoría técnica a las autoridades que planifican las estrategias nacionales para la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica.

Existen 46 jardines botánicos en el Caribe, una región mega diversa con un estimado de 13 mil especímenes de plantas nativas y un gran número de endemismos (6.500 spp.): Cuba tiene 26 jardines, mayoritariamente en provincias. El JB de La Habana es el de mayor tamaño y el mejor desarrollado. La principales actividades desarrolladas son de investigación, estudios e inventarios florísticos, etnobotánica, manejo de herbario, educación ambiental, conservación de plantas *in-situ* y *ex-situ*, bancos de semillas, propagación de especies en peligro y publicaciones científicas y educativas. Algunos JBs dan apoyo científico a la Convención CITES, trabajan en la Estrategia Global para la Conservación de Plantas (EGCP) y en programas para el control de especies invasoras. Los más activos y mejor desarrollados son: La Habana, República Dominicana, Puerto Rico, Guadalupe y Barbados.

La red de JBs de México contribuye en forma significativa a la conservación *ex situ*, manteniendo más de 5.000 representantes de especies de flora nativa en sus colecciones, muchas de las cuales son endémicas a México. Desde el año 2006, la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB) decidió que sus miembros adoptaran las metas de la EGCP como parte de una estrategia colectiva, a fin de promover objetivos básicos tales como el conocimiento sobre plantas, conservación, uso sustentable, educación y desarrollo institucional (Linares 2009). Al menos 6 de los 15 JBs más importantes de México conservan más de un tercio (379 spp.) de las 951 incluidas en la lista oficial de especies en categoría de riesgo de acuerdo al Estándar Oficial Mexicano (NOM-059-Ecol 2001). Un número similar de jardines lleva a cabo programas de cultivo y propagación (tradicional o por cultivo de tejido), de plantas en una de las categorías de riesgos, para reintroducirlas en sus hábitats naturales. Estos trabajan y entrenan a personas de comunidades rurales que previamente recolectaban estas especies y que hoy las propagan en grandes cantidades en invernaderos, evitando así su extinción. La comercialización de esta producción desmotiva su tráfico ilegal. Como medida de seguridad, uno de los actuales desafíos es distribuir a la mayoría de los JBs del país especies incluidas en el Estándar Oficial Mexicano que ya tienen protocolos de propagación. Además, desde el año 2006, la asociación mexicana acordó la celebración de "El Día Nacional de los Jardines Botánicos", en colaboración con Botanic Garden Conservation International (BGCI), como una estrategia para mostrar al público la importancia de los JBs y su vínculo con las metas de la EGCP. Desde ese año, al menos 20 jardines han mantenido la tradición de un "Día Nacional" y han recibido alrededor de 100.000 visitantes durante esta celebración, los que tomaron parte en más de 200 actividades educativas con mensajes simples y efectivos relacionados con conservación de las plantas.

La Red Nacional Ecuatoriana fue creada en 1999 por diversos jardines municipales y universitarios.

En Brasil existen 36 jardines botánicos, número insuficiente para un país con tal nivel de mega diversidad. Aunque algunos fueron creados en el siglo XIX, la mayoría fueron establecidos en los últimos 20 años y algunos aún están en etapa de plantación. Los múltiples desafíos se ven intensificados por la vasta extensión territorial del país, el alto grado de diversidad biológica, el muy variado rango de tipos de vegetación, usualmente de flora poco conocida, la disparidad en el rango de adquisición de conocimiento, la devastación ambiental y la necesidad de cumplir con metas globales y nacionales de conservación de la biodiversidad. En 1991 la Red Brasileña de Jardines Botánicos (RBJB) fue creada en función a la necesidad de coordinar acciones e integrarse como una red, con la finalidad de promover el intercambio técnico-científico y promover la planificación de acciones de conservación, investigación y educación. Un Plan de Acción (Pereira *et al.*, 2004) publicado en 2004 estableció las prioridades y responsabilidades para la documentación, conservación, uso sustentable de la diversidad de plantas, educación ambiental

y fortalecimiento institucional. Este plan, diseñado con la participación de representantes de los jardines botánicos, constituye una guía para la planificación y brinda orientaciones para las acciones de la red.

Algunas de las iniciativas gubernamentales en Brasil han establecido subsidios a los JBs que establecen prioridades en relación a la flora local. La *Lista de Especies de Flora Brasileña Amenazadas de Extinción* (Brasil, 2008) se actualizó después de 16 años. Hoy incluye 472 especies que se consideran bajo amenaza, aunque existen también 1.079 especies clasificadas como "insuficientemente conocidas". El Centro Nacional para la Conservación de Flora creado en el año 2008 en el Jardín Botánico de Río de Janeiro, tiene como objetivo implementar la EGCP a nivel nacional. Otro hecho relevante fue la publicación de la *Lista de Especies de Flora de Brasil* (Forzza *et al.*, 2010), que incluye casi 41.000 especies y está disponible en línea para su constante actualización.

Una auto-evaluación realizada en 19 jardines botánicos mostró que la mayoría considera de alta prioridad la educación ambiental, seguida por la conservación. Todos los jardines botánicos tienen un equipo de educación ambiental que es permanente o está compuesto de estudiantes. Sus actividades están principalmente dirigidas a la comunidad escolar, el público visitante y comunidades vecinas, entre otras. Los mejores resultados obtenidos hasta el momento se relacionan con las metas establecidas para la conservación *ex situ*, mientras que el desempeño de los jardines botánicos en relación al uso sustentable de las plantas fue considerado pobre.

En el caso de la conservación, las principales metas del plan son intentar garantizar la protección de especies en sus hábitats naturales; implementar programas para la restauración ecológica, especialmente en ecosistemas amenazados, y garantizar la inclusión de un mínimo de 50% de las plantas nativas críticamente amenazadas en sus colecciones vivas. La mayoría de los jardines botánicos ya han contribuido a esta meta al mantener reservas naturales. En algunos casos mantienen grandes fragmentos de vegetación natural en centros urbanos (Pinhero *et al.*, 2006). Algunos de los estudios de conservación *in situ* que se han llevado a cabo incluyen la reintroducción de especies a sus hábitats naturales (Fernandes *et al.*, 2007) y la recuperación de especies en áreas degradadas (Mendoza *et al.*, 2007).

En una reciente evaluación de especies amenazadas de extinción, que se mantienen en colecciones *ex situ* en 11 jardines botánicos, se contaron 81 especies, lo que corresponde al 17% de la lista nacional. Se observó que la mayoría de estas especies se encuentran sólo en un jardín botánico. Si bien esta encuesta preliminar se llevó a cabo sin la participación de los jardines botánicos, pueden señalarse algunas dificultades relacionadas con las colecciones, como por ejemplo la falta de registros computarizados de datos de origen de los especímenes; baja representación genética, con algunas especies con sólo un espécimen; la ausencia de políticas de gestión; la necesidad de protocolos para la recolección de muestras de plantas y planes de gestión, y finalmente, la falta de continuidad de los equipos técnicos.

La Red Chilena de Jardines Botánicos creada en el año 2009 está integrada por 3 jardines establecidos, 3 en desarrollo, un arboreto y un banco de semillas. Desde el punto de vista de la conservación, su desafío es elaborar un Plan de Acción para los JBs como parte de la Estrategia de Conservación Nacional, fortaleciendo los jardines botánicos existentes y promoviendo la creación de JBs en todas las regiones del país. Actualmente, la Red Chilena de Jardines Botánicos está participando en la discusión del proyecto de ley presentado recientemente al Congreso (Enero de 2011) por el Ministerio de Medioambiente, que tiene por objeto crear el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas. Se espera que el concepto de conservación "ex situ" sea incluido, reconociéndose la existencia de jardines botánicos, arboretos y bancos de semillas a lo largo de todo el país. Asimismo se tiene proyectado estudiar la Ley de Jardines Botánicos de Chile, con un presupuesto que asegure la conservación del patrimonio vegetal en cada región del país.

La Red Argentina de Jardines Botánicos (RAJB), que actualmente reúne 53 jardines, fue creada en 1996 para consolidar un modelo institucional de Jardines Botánicos comprometidos con las comunidades locales y agencias públicas de desarrollo sociocultural, económico y de manejo ambiental sustentable. Sus objetivos principales están delineados en el Plan de Acción (2006), reconociendo que la conservación de la biodiversidad se logra en la medida en que sea conocida, valorada y usada

racionalmente, y que su valor económico, derivado de su uso y características conocidas, se integre realmente en la sociedad. El Plan de Acción, realizado en el marco del programa Invirtiendo en la Naturaleza 2004-2007, fue financiado por HSBC Holdings en asociación con el BGCI, el Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF) y Earthwatch.

La contribución de la RAJB a la conservación de plantas vivas (*ex situ* e *in situ*) en Argentina y países vecinos como Uruguay, Chile, Bolivia y Paraguay, se ha llevado a cabo con la ayuda de instituciones del gobierno, así como agencias consultoras científicas y técnicas especializadas.

Los principales temas son:

- a) Apoyo para la creación de nuevos jardines botánicos en municipalidades y universidades, incluyendo jardines nacionales y privados, en Argentina y Uruguay.
- b) Apoyo para la creación de las redes de Chile y Ecuador y el fortalecimiento de la Asociación de Jardines Botánicos de América Latina y el Caribe.
- c) La generación de conocimiento y formación de recursos humanos relacionados con la conservación de diversidad biológica.
- d) Fortalecimiento de los bancos de genes y/o su integración dentro de los jardines.
- e) Transferencia de conocimiento y tecnología apropiada a las comunidades locales, a través de visitas guiadas, exposiciones, charlas, talleres, etc.
- f) Implementación y celebración colectiva del Día Mundial de JBs, bajo un mismo eslogan.
- g) Presentar sus logros en conferencias y reuniones nacionales e internacionales.
- h) Publicaciones varias.

Las acciones implementadas por la RAJB contribuyeron al cumplimiento de los compromisos de Argentina en materia de sustentabilidad ecológica: la Convención Internacional sobre Diversidad Biológica (CBD 2002) con sus regulaciones derivadas de la Estrategia Global para la Conservación de Plantas y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro de la Fauna y Flora Salvaje (CITES). La RAJB colaboró también en la Estrategia para la Biodiversidad del MERCOSUR, a través del intercambio de experiencias con jardines botánicos en países vecinos. Como ejemplo se puede citar la iniciativa entre la RAJB y el Jardín Botánico de Brasilia para crear un jardín botánico en Ushuaia. Otro evento importante fue la publicación de la *Lista de Especies en Peligro de la Flora de Argentina*, que en su etapa inicial incluye plantas vasculares endémicas de Argentina, así como aquellas endémicas compartidas con Uruguay y Chile. Esta lista se encuentra disponible en línea para su permanente actualización ([www.lista-planear.org](http://www.lista-planear.org)).

Los países miembro han venido fortaleciendo la Red a través de la organización de talleres, cursos, charlas, así como el intercambio de experiencias, plantas y semillas. Ha sido también posible fortalecer redes locales relacionadas con estos temas y cooperar con ONGs, agencias públicas internacionales, nacionales y regionales, con intereses similares. Una auto evaluación realizada en 14 jardines miembros, en relación a sus metas (Schwarck 2011), arrojó resultados similares a aquellos de la Red Brasileña, con un mayor énfasis en educación ambiental, seguido de metas de conservación.

Las acciones de la RAJB han merecido el reconocimiento internacional al haber sido seleccionadas para:

- 1) el Programa Invirtiendo en la Naturaleza 2004-2007, mencionado previamente,
- 2) el Premio de Dubai – al Jardín Botánico de San Carlos Centro por su proyecto de restauración del bosque nativo, seleccionado como uno de los mejores proyectos BEST 2008,
- 3) fue seleccionado entre 100 proyectos sustentables en el marco de la Subasta de la Comunidad Europea (Medio Ambiente y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales – Biodiversidad) 2009.

## CONCLUSIONES

De México y el Caribe en el norte, a Tierra del Fuego (Argentina) en el sur del continente, los ejemplos mencionados demuestran que los jardines asociados en redes han diseñado e implementado sus estrategias de acción reconociendo que el tema de la conservación de la biodiversidad en los tres niveles –genes, especies y ecosistemas– presenta múltiples componentes. Estos incluyen: el conocimiento **científico** (biología, taxonomía, genética, ecología), temas **socioeconómicos** estrechamente vinculados con el desarrollo de las economías locales, la necesidad de promover modelos productivos basados en tradiciones ancestrales que no alteran el medioambiente. Otros aspectos están ligados a **políticas públicas**, especialmente en áreas de conservación, pero también en **educación**, medioambiente y turismo y, en términos más generales, a la **difusión y visibilidad** de los esfuerzos dedicados a estos temas, lo que es esencial para su incorporación en la cultura del desarrollo sustentable. Las redes colaboraron en la preparación de 20 objetivos de la Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos, como una contribución a la EGCP. Se han concentrado también en el mejoramiento de la sistematización y procesamiento de datos de las colecciones vivas en los jardines botánicos; han colaborado en la determinación de aquellas especies prioritarias para la conservación y en el fortalecimiento de los vínculos entre los jardines botánicos, bancos de genes e instituciones científicas involucradas. Frente a los cambios globales en el clima, la biodiversidad y el uso de la tierra, muchos jardines, basados en sus capacidades científicas y técnicas, han asumido un importante rol en la restauración de hábitats.

Las acciones de conservación se complementaron con el desarrollo de programas de educación y difusión, enfocados a generar conciencia pública sobre la importancia de la diversidad y conservación de plantas. Las distintas redes han producido boletines electrónicos y páginas web, con el fin de mantener una comunicación efectiva entre los jardines botánicos, y al mismo tiempo difundir a una comunidad más amplia el trabajo realizado. Actualmente muchas redes están preparando bases de datos de los JBs, las cuales podrían quedar para el uso público.

Recursos humanos calificados han sido entrenados a través de cursos, talleres, pasantías y trabajo voluntario. Los logros han sido reportados en congresos globales (Dublin 2010, Barcelona 2004, Asheville 2000) y se ha instituido la celebración del Día Mundial de JBs. Visitas guiadas para un público diverso (escuelas, universidades y comunidades locales), charlas, programas en la radio y TV y seminarios han contribuido a la visibilidad del tema de la conservación, el que está vinculado al desarrollo de la protección a la biodiversidad y el medioambiente.

Las acciones realizadas cumplen con la Agenda 21 (1992), la Declaración Milenio de Naciones Unidas (2000), la Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable, la Iniciativa sobre Desarrollo Sustentable de América Latina y el Caribe (LACI) y el Plan de Implementación del Congreso Mundial en Desarrollo Sustentable (2002), el acuerdo Marco sobre Medioambiente del MERCOSUR y el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad.

La fortaleza de trabajar en red por parte de la asociación (ALCJB), entre redes nacionales o dentro de cada red, con un fuerte énfasis en educación y extensión, está bien adaptada a las necesidades y características de América Latina y el Caribe, áreas con una alta diversidad de eco-regiones y plantas salvajes, junto con la introducción de plantas exóticas. En contraste, ambas regiones tienen una escasez crónica de recursos para conservación de la biodiversidad, problema que debe ser enfatizado ya que no es mayormente conocido fuera de los campos especializados. Estas realidades coinciden con los resultados de las auto evaluaciones antes mencionadas de los JBs (Brasil y Argentina) que indican que los recursos humanos y financieros han sido los factores más limitantes en el cumplimiento de sus metas y que entrenar miembros del equipo es un factor crucial para alcanzar sus objetivos de conservación y educación ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

- BGCI. 2001. Agenda Internacional para la Conservación de Jardines Botánicos, Bogotá.
- Brasil. 2008. Instrução Normativa nº 6 de 23 de setembro de 2008. Diário Oficial da União de 24 de setembro de 2008. nº 185. Seção 1. p.75-83.
- CBD. 2002. Global Strategy for Plant Conservation. The Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canadá.
- Fernandes, F.M.; Fonseca, A.G.; Kaechele, K.; Goulart, M. F.; Marinho, W.; Souza, H.A.V.; Queiroz, A. R.; Giorni, V.; Oliveira, G.; Rodrigues, M.J.; Bacelar, M. & Lovato, M.B. 2007. Tentando evitar mais uma extinção: o caso do "Faveiro de Wilson" (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini). In: Pereira, T.S., Costa, M.L.M.N., Wyse Jackson, P (Org.). Recuperando o verde para as cidades - A experiência dos Jardins Botânicos. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos. p. 87-98.
- Forzza, R.C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Carvalho Jr, A.A.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa, D.P.; Lleras, E.; Martinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Stehmann, J.R.; Baumgratz, J.F.A.; Pirani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelho, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morim, M.P.; Barbosa, M.R.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco, R.; Cavalcanti, T.B. & Souza, V.C. 2010. Introdução. En Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Linares, E., Bye, R. & Balcázar T. 2009. Educación para la conservación de plantas útiles y sus tradiciones en México. Revista del Jardín Botánico Chagual 7: 5-12.
- PlanEAR Plantas Endémicas de Argentina. www.lista-planear.org.
- Mendonça, M.P.; Santos, F.M.G. & Arruda, L.J. 2007. Resgate de espécies vegetais dos campos ferruginosos em área de mineração - Mina de Minério de Ferro Capão Xavier, Nova Lima – MG. In: Pereira, T.S., Costa, M.L.M.N., Wyse Jackson, P. (Org.). Recuperando o verde para as cidades - A experiência dos Jardins Botânicos. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos. p. 99-118.
- Pereira, T. S.; Costa, M. L. M. N. & Wyse Jackson, P. (Org.) 2004. Plano de Ação para os Jardins Botânicos Brasileiros. Rio de Janeiro. Rede Brasileira de Jardins Botânicos.
- Pinheiro, M. H. O.; Neto, L.C.A., & Monteiro, R. 2006. Urban areas and isolated remnants of natural habitats: an action proposal for botanical gardens. Biodiversity and Conservation. 15: 2747-276.
- RAJB 2006. Plan de Acción de la Red Argentina de Jardines Botánicos, Buenos Aires. p.47.
- RBJB Rede Brasileira de Jardins Botânicos www.rbjb.org.br.
- Schwarck I. 2011. Cumplimiento del Plan de Acción de Jardines Botánicos Asociados en Red. Tesis de Licenciatura. Universidad Maimónides, Buenos Aires.
- Wyse Jackson, P.S. & Sutherland, L.A. 2000. International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International, U.K.

## Elección

## NUEVO COMITÉ EJECUTIVO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE JARDINES BOTÁNICOS

En el marco del X Congreso Latinoamericano de Botánica y durante la Asamblea Ordinaria de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Jardines Botánicos, realizado en la Serena, Chile, fue elegido el nuevo Comité Ejecutivo de la misma, para el periodo 2011 a 2014.

Este Comité Ejecutivo, de acuerdo a los estatutos vigentes, debe estar formado por un presidente y 3 vicepresidentes que representan la zona geográfica de nuestra Asociación, por lo que después de las votaciones está integrado de la siguiente manera: Presidente, Jeanitto Gentilini, del Jardín Botánico de Brasília, Brasil; Ana Faggi, de la Red Argentina de Jardines Botánicos, Argentina; Milcíades Mejía, del Jardín Botánico Nacional, República Dominicana y Linda Balcázar Sol de la Red Mexicana de Jardines Botánicos, México. Además, por acuerdo de la Asamblea se integrarán tres vocales representando jardines de Cuba, Venezuela y Chile.

Para facilitar el trabajo, el Secretario Ejecutivo y el Tesorero serán del mismo lugar donde se encuentre el presidente. De esta forma, actualmente Beatriz de Bulhões funge como Secretaria Ejecutiva y Felipe Defourny como Tesorero. En esta Asamblea también fue elegido Jhonny Muentes como Revisor de Cuentas (Red Jardines Botánicos de Ecuador), que contribuirá a garantizar una buena gestión financiera de la asociación.

Se acordó revisar los estatutos de la Asociación y se propuso incorporar la Visión y la Misión de la ALACJB, de acuerdo a los textos que se citan a continuación y que quedaron a la consideración de los miembros:

**Visión** – Los Jardines Botánicos de América Latina y del Caribe trabajando junto a fin de que los recursos regionales sean conservados y usados de manera sostenible.

**Misión** – Fortalecer los jardines botánicos de Latinoamérica y el Caribe para generar conocimiento, hacer conservación y promover el uso sostenible de las especies de sus regiones.

La nueva directiva presentó a la consideración de los integrantes de la red, un Plan de Trabajo Preliminar, el cual incluye, entre otros, aspectos que dicen relación con el cumplimiento de las metas y objetivos de la estrategia de conservación de especies; el fortalecimiento y fomento de la investigación; la creación de una red virtual de educación ambiental en jardines botánicos, así como la priorización de estudios y la preservación de especies vegetales de importancia económica y cultural de los países. En el plano institucional se sugiere el fortalecimiento de la Asociación así como el reforzamiento de las relaciones entre los asociados.

El objetivo es hacer de la ALCJB una Asociación de referencia para la integración regional a través de los jardines botánicos, facilitando el intercambio de conocimientos y experiencias, compartiendo éxitos y desafíos. Para ello se busca promover la creación de capacidades, ampliar y fortalecer la relación entre los jardines botánicos de la región, en forma presencial y virtual, promover acciones conjuntas para apoyar la creación de nuevos jardines botánicos en la región y ayudar a consolidar los ya existentes. Lo que se pretende hacer es descentralizado y participativo, solicitándose la colaboración de todos los asociados.

Se renovará la estructura del sitio de la ALCJB, incorporando información sobre los miembros y sobre la biodiversidad de la región.

Se propuso que la Asamblea general de la ALCJB se realice cada 2 años, en lo posible como Reunión Satélite de otra reunión internacional o regional, como fue el caso para esta reunión. Posibles eventos y fechas propuestas fueron: el 8º Congreso de Educación en JB a realizarse en México en 2012 y el XI Congreso Latinoamericano de Botánica en Brasil, considerado para el 2014.

## Congreso

## TRABAJOS PRESENTADOS POR EL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL EN EL X CONGRESO LATINOAMERICANO DE BOTÁNICA



ÁREA TEMÁTICA: Domesticación y propagación

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA (ESTACAS E *IN VITRO*) DE *AVELLANITA BUSTILLOSII* PHIL. (EUPHORBIACEAE).**

Cabello A<sup>2</sup>, Reyes R<sup>2</sup>, Muñoz DH<sup>2</sup>, Suazo DE<sup>1</sup>  
 acabello@u.uchile.cl

*Avellanita bustillosii* Phil. "avellanita", especie arbustiva endémica de Chile, habita sólo en sectores vecinos a la Laguna de Aculeo, Región Metropolitana, y en Lo Chancón, VI Región, en una superficie reducida, con un bajo número de individuos debido, en parte, a la acción antrópica. Por ser palatable, el ganado la ramonea fuertemente, eliminando gran parte de las yemas florales, reduciendo significativamente la producción de semillas y, por lo tanto, la regeneración natural. Debido a lo anterior, se han realizado ensayos para obtener individuos mediante propagación vegetativa, tanto por estacas, en invernadero, empleando cama caliente, como por cultivo *in vitro* de segmentos de ápices de brotes. Las estacas se han colectado en tres épocas (otoño, invierno y primavera), y se les ha aplicado IBA o NAA (cuatro concentraciones: 0 a 3.000 ppm). En el cultivo *in vitro*, se han realizado ensayos preliminares, para determinar una asepsia adecuada de los explantes (hipoclorito de sodio en distintas concentraciones y tiempos), y luego se inició la multiplicación empleando el medio de Murashige y Skoog, suplementado con tres concentraciones de citoquinina (BAP) sola o junto con una auxina (IBA). El enraizamiento de las estacas varió entre 8,3 y 94,4% según la época, el regulador de crecimiento aplicado y su concentración. La sobrevivencia inicial del material cultivado *in vitro* varió entre 0 y 55%. La multiplicación de los explantes se inició en febrero y finalizará en septiembre del 2010; al completar el segundo subcultivo se han obtenido entre 0 y 4 nuevos brotes de cada brote.

<sup>1</sup> Jardín Botánico Chagual (Chile).

<sup>2</sup> Universidad de Chile (Chile).

ÁREA TEMÁTICA: Domesticación y propagación

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE CULTIVO Y DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *NOTHOFAGUS MACROCARPA* (A. DC.) VASQZ. ET RODR. (NOTHOFAGACEAE).**

Cabello A<sup>2</sup>, Gallegos M<sup>2</sup>, Suazo DE<sup>1</sup>  
 acabello@u.uchile.cl

*Nothofagus macrocarpa* (A. DC.) Vazq. et Rodr. "roble de Santiago", árbol endémico de Chile, forma parte de las robleñas de la zona central, en la Cordillera de la Costa, consideradas relictas. En las pequeñas poblaciones existentes, la regeneración natural actual es casi inexistente debido a que buena parte de los ejemplares corresponden a renovals que aún no producen semillas, a la irregularidad en la producción de semillas, al elevado número de semillas vanas (particularmente en los años de baja semillación), al ataque de las semillas por insectos, y al ramoneo de las plántulas por el ganado, entre otras causas. Considerando que la propagación por semillas permite mantener la variabilidad de las poblaciones, se estudió el efecto de la temperatura de cultivo y de la aplicación de tratamientos pregerminativos, en un año de buena semillación, con el fin de determinar la temperatura óptima de germinación y superar la latencia de las semillas de dos orígenes: Altos de Cantillana y Cerro El Roble. Se probaron temperaturas de cultivo entre 10 y 25°C, y se aplicaron tratamientos de estratificación fría (0 a 60 días) y remojo en GA3 (0 a 400 ppm). La capacidad germinativa varió entre 0 y 98,7% para Altos de Cantillana, y entre 0 y 94,7% para Cerro El Roble, según la temperatura y el tratamiento aplicado. En los ensayos sólo se usaron semillas llenas. Para Altos de Cantillana el 29% de las semillas eran vanas, y para el Cerro El Roble entre el 41 y 46%, según el lote.

ÁREA TEMÁTICA: Anatomía vegetal

**ANATOMÍA FLORAL, DE YEMA A ANTESIS, EN *MYRCEUGENIA RUFA* (COLLA) SKOTTSBERG EX KAUSEL (MYRTACEAE): UNA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE SU BIOLOGÍA REPRODUCTIVA.**

Retamales HA<sup>1</sup>, Manriquez, A.<sup>1</sup>, Suazo DE<sup>2</sup>, Cabello A<sup>1</sup>  
 hretamalesr@gmail.com

*Myrceugenia rufa* (Colla) Skottsberg ex Kausel (Myrtaceae: Myrtoideae), "arrayán de hoja roja", es una especie endémica de Chile, clasificada como "rara" por el *Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile* y sugerida como "en peligro" por la UICN, debido a su escaso conocimiento y al grado de amenaza

<sup>1</sup> Jardín Botánico Chagual (Chile).

<sup>2</sup> Universidad de Chile (Chile).

antrópica de sus reducidas poblaciones. Habita desde el Cerro Talinay, en la costa de Ovalle, IV Región, hasta las colinas costeras cerca de Cartagena, V Región. En este trabajo, cuyo objetivo es contribuir al conocimiento biológico de la especie, se describe la anatomía de las yemas y de las flores en antes de la especie, identificándose los caracteres anatómicos de interés sistemático, en el contexto de la familia Myrtaceae. Siguiendo el protocolo propuesto por Johansen (1940), se fijaron muestras de yemas florales y flores en FAA, posteriormente se deshidrataron con distintas concentraciones de xilol-alcohol por períodos variables de tiempo. Luego de una inclusión en parafina, se realizaron cortes anatómicos en un micrótomato de rotación y se tiñeron en Safranina-Fast Green. *M. rufa* presenta un ovario ínfero con 2, 3 o 4 lóculos y 5-10 óvulos por lóculo, en el cual se van desarrollando rápidamente los tejidos desde la etapa de yema floral, principalmente en sus paredes y estructura ovular. Los clámidos también tienen una evolución notoria en cuanto al espesor del mesófilo, canales secretores y cutícula. Se han encontrado importantes similitudes con otras especies de la familia Myrtaceae.

Recomendados por revista *Chagual*

## LIBROS



Guía de Campo  
**HELECHOS NATIVOS**  
del Centro y Sur de Chile  
Roberto Rodríguez, Diego Alarcón  
y Jaime Espejo  
2009



**HELECHOS**  
del bosque húmedo templado  
patagónico en Huilo-Huilo  
Estudios: Juan Carlos Johow  
Dibujos: Francisco Ramos  
2010



**HISTORIA FÍSICA Y POLÍTICA**  
**DE CHILE**  
Botánica I  
Claudio Gay  
2010



**HISTORIA FÍSICA Y POLÍTICA**  
**DE CHILE**  
Botánica II  
Claudio Gay  
2010



Guía de Campo  
**PLANTAS TREPADORAS**  
**Epífitas y Parasitarias Nativas de Chile**  
Alicia Marticorena, Diego Alarcón,  
Lucía Abello y Cristián Atala  
2010



**SANTUARIOS DE LA NATURALEZA DE CHILE**  
Alicia Marticorena, Diego Alarcón,  
Lucía Abello y Cristián Atala  
2010  
Disponibile online en [http://issuu.com/chilebosque/docs/santuarios\\_naturaleza\\_chile\\_consejo\\_monumentos](http://issuu.com/chilebosque/docs/santuarios_naturaleza_chile_consejo_monumentos)



**DE LA NATURALEZA AL PAISAJE**  
Ecología y arquitectura del paisaje del sur de Chile  
Luis Otero  
2010



**GUÍA DE CAMPO DE LA ZONA**  
**ALTOANDINA DE CHILE**  
Paola Jara-Arancio  
2010

Figura 1. ESTABLECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES DE LA COMUNIDAD LITRE-QUILLAY-PALMA EN EL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL. La plantación fue realizada mediante un Plan de Compensación de de Emisiones de Polvo Resuspendido de la empresa Gerdau Aza S.A. El Plan contempla la plantación de 3,26 ha y su mantención por 5 años. El proyecto se ejecutó en conjunto con la Corporación RPA Cultiva.

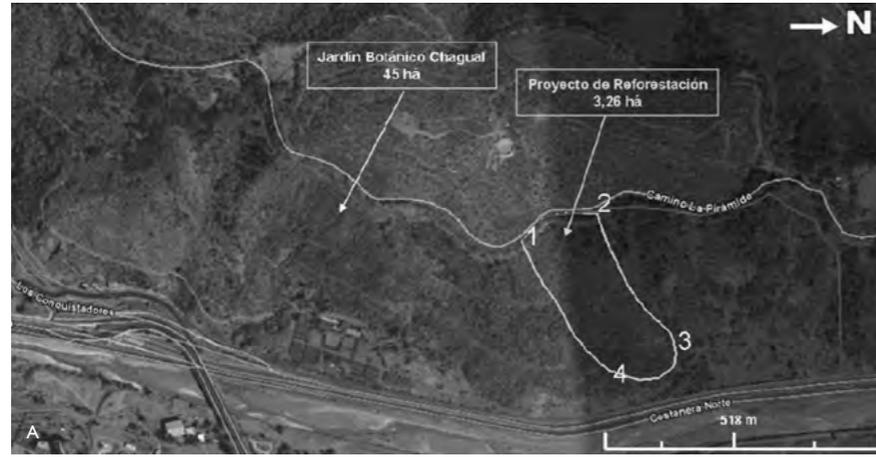


Figura 1A. Localización del Proyecto de reforestación en el sitio del Jardín Botánico Chagual. Parque Metropolitano de Santiago, comuna de Vitacura, ladera sur.



Figuras 1B, C, D, E, F. Levantamientos y acondicionamiento del terreno. Trabajos previos a la plantación.



Figuras 1G, H, I. Inauguración de la plantación de la comunidad litre-quillay con palma, primeras 3,26 ha en desarrollo del Jardín Botánico Chagual.

## Taller

### Ilustración Botánica en Acuarela de Flora Nativa

Taller diseñado para entregar las técnicas básicas para desarrollar pinturas botánicas en acuarela. Cada módulo consistirá en demostraciones de los tutores, seguidas por ejercicios prácticos.

**Fecha:** 18-22 Octubre 2010 (10 a 16 hrs)

**Lugar:** Instituto de Geografía UC, San Joaquín (Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Metro San Joaquín)

**Costo:** \$ 120.000 (profesionales), \$ 80.000 (estudiantes). Materiales incluidos.

Organiza: Real Jardín Botánico Edimburgo y CDA UC  
Para mayor información escribir a [josefinahepp@gmail.com](mailto:josefinahepp@gmail.com)

**Cierre postulaciones:**  
**06 de septiembre 2010 / 18:00 hrs.**



ROYAL  
BOTANIC  
GARDEN  
EDINBURGH



cda



chagual  
JARDÍN BOTÁNICO  
DE CHILE



Berberis chilensis, pintado por Günter Ek (1974 de taller)

Figura 2. Curso de pintura botánica, Convenio Jardín Botánico Chagual-Royal Botanic Garden Edimburgo.



**Figura 3.** Alumnos en práctica de diversas carreras y establecimientos realizan sus prácticas en el Jardín Botánico Chagual; **A.** Paola Lambertini, práctica profesional. Biología Ambiental, Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile; **B.** Víctor Cortés, práctica profesional. Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile; **C.** Ximena Silva, practicante Facultad de Agronomía PUC; **D.** Ignacia Zabala, practicante Paisajismo, INACAP; **E.** Patricia Letelier; practicante Arquitectura del Paisaje, INACAP; **F.** Catalina Collado y Macarena Fuenzalida. Alumnas en práctica de Agronomía PUC y Arquitectura del Paisaje, U Central, respectivamente.

