
RESÚMENES

VI Congreso Nacional de Flora Nativa de Chile

Universidad de Talca

Talca, 5 al 7 de septiembre de 2019

Comité Organizador VI Congreso Nacional de Flora Nativa de Chile 2019
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca

COMITÉ ORGANIZADOR

Mónica Musalem

Gerente de Vivero y Jardín Pumahuída

Eduardo Olate

Director Santa Cruz Consulting, London

Flavia Schiappacasse

Académico de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca

CONSEJEROS:

Nicolás García, Académico de la Universidad de Chile;

Daniel Green, Director de Meristema Consultores;

Josefina Hepp, Jardín Botánico Chagual;

Juan Larraín, Ecólogo Paisajista y consultor independiente.

COMITÉ CIENTÍFICO

Directora:

Ursula Doll

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca

Alejandro Altamira

Investigador Post-Doctorante, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Eduardo Arellano

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

Danilo Aros

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

Pablo Becerra

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

Adriana Benavides

Departamento de Agronomía, Universidad de La Serena

María del Pilar Caramantín

Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca

Nicolás García

Facultad de Ciencias Forestales y de Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

Rosanna Ginocchio

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

Daniel Green

Meristema Consultores

Josefina Hepp

Jardín Botánico Chagual

Fabiola Jamett

Departamento de Química, Universidad de La Serena

Juan Larraín

Ecólogo paisajista, Consultor independiente

Gloria Montenegro

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Universidad Católica de Chile

Alejandra Muñoz

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

Mónica Musalem

Vivero y Jardín Pumahuida

Eduardo Olate

Director Santa Cruz Consulting, London

Karen Peña

Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

Jorge Pérez

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

Ricardo Pertuzé

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

Sonia Reyes

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

Sharon Rodríguez

Fundación Fraunhofer

Flavia Schiappacasse

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca

Yasna Tapia

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

Alexis Kooichi Vidal

Escuela de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Hermine Vogel

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca

Juana Zunino

Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile

EDITORES RESPONSABLES

Flavia Schiappacasse C.

Ing. Agrónomo, M.S.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca

Ursula Doll

Ing. Agrónomo, Dr.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Denisse Espinoza Aravena

Licenciada en Bibliotecología y Gestión de Información



Tabla de Contenidos

	Pág.
<i>Sesiones Orales</i>	
Línea Temática: Biodiversidad y Conservación	1
Línea Temática: Mitigación Ambiental y Servicios Ecosistémicos	23
Línea Temática: Propagación, Domesticación y Técnicas de Establecimiento	31
Línea Temática: Fotoquímica y Bioprospección	41
Línea Temática: Paisajismo y Educación Ambiental	51
<i>Sesiones de Posters</i>	
Línea Temática: Biodiversidad y Conservación	57
Línea Temática: Mejoramiento Genético	107
Línea Temática: Propagación, Domesticación y Técnicas de Establecimiento	111
Línea Temática: Fotoquímica y Bioprospección	157
Línea Temática: Paisajismo y Educación Ambiental	179
<i>Índice de Autores</i>	203



Sesiones Orales

Línea Temática: Biodiversidad y conservación

1

“Consideraciones Biológicas para la restauración de ecosistemas boscosos degradados de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch”

Carrillo, R.¹; Barahona, J.¹; Pacheco, P.¹ y Durand, J.²

¹Departamento de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales, Universidad de La Frontera

²AgroParisTech. Francia

I. Introducción

Araucaria araucana (Molina) K. Koch (pewuen), es una gimnosperma arbórea, primitiva, dioica, endémica de Chile y Argentina, que forma parte de los ecosistemas boscosos templados (Aguilera-Betti *et al.*, 2017). A pesar que está catalogada como Monumento Natural y clasificada en Chile como especie Vulnerable en la Cordillera de Los Andes y en Peligro en la Cordillera de Nahuelbuta, su distribución se encuentra en franco retroceso. Los factores que han incidido para ello han sido: su explotación en el pasado, corta ilegal, sustitución de los ecosistemas boscosos, el impacto del ganado doméstico en el consumo de sus semillas y de la regeneración de la flora asociada, incendios forestales, colecta de semillas sin marco regulatorio y la paulatina prolongación de las sequías asociada al cambio del clima.

Por lo anterior, es necesario implementar programas de restauración para ecosistemas boscosos degradados con participación de araucaria para que éstos puedan ser recuperados. Sin embargo, en Chile no se han considerado los aspectos biológicos en los programas de restauración ecológica, los cuales son fundamentales, no solo para el establecimiento de las plantas, sino que también, para la recuperación del suelo y de las comunidades vegetales similares a las que existieron con anterioridad en el lugar, debido a la carencia de estrategias y protocolos con una visión integral.

Este trabajo tiene como objetivos colocar en práctica un diseño metodológico, que asegure la sustentabilidad de la restauración de las poblaciones de *Araucaria araucana*, evitar la degradación de los suelos donde se emplazan y definir estrategias para su ejecución.

II. Metodología

El estudio se desarrolló en dos sectores con distribución de araucaria en la Cordillera de la Costa (C. de Nahuelbuta): Bien Nacional Protegido Las Araucarias (BNPLA), (comuna de Carahue) y el Parque Nacional Nahuelbuta (PNN), (comuna de Angol). Este último corresponde al ecosistema de referencia para el desarrollo de actividades de restauración a desarrollar en el primer sector. El clima en ambos lugares es clasificado como lluvioso de costa occidental con influencia mediterránea. Se realizaron para ambos lugares análisis químicos de los suelos (Tabla 1).

La composición florística y estructural de la comunidad vegetal a restaurar, presente en el BNPLA, fue comparada con la del PNN. Para ello se realizó el levantamiento florístico y el estudio de las comunidades vegetales con el empleo de la metodología fitosociológica. Para el reconocimiento e identificación de la flora se utilizaron los manuales de identificación Flora Silvestre de Chile Zona Araucana (Hoffman, 2016) y Plantas Altoandinas (Hoffman *et al.*, 1998); se aplicó el Índice de Sørensen para las comunidades vegetales estudiadas en ambos lugares con la finalidad de determinar el grado de similitud.

Se resguardó la trazabilidad de las semillas de araucaria utilizadas en el proceso de restauración. Para establecer el estatus micotrófico de la flora, las raíces fueron colectadas en terreno, observadas bajo microscopía óptica y teñidas de acuerdo a Brundrett *et al.* (1996). La colecta y conteo de esporas de hongos simbioses micorrícicos arbusculares (MA), se realizó de acuerdo al método de centrifugación con un gradiente de sacarosa (Steubing *et al.*, 2002).

III. Resultados y Discusión

En el área a restaurar del BNPLA, aparecen como árboles dominantes *A. araucana* y *Nothofagus antarctica*. El estrato arbustivo está dominado por el género *Chusquea*, seguido de especies del género *Berberis* y *Baccharis concava*. El estrato herbáceo es el que presenta el mayor número de especies con dominio del género *Festuca*. Se registraron 8 especies de helechos dominados por la familia *Blechnaceae*. De las 54 especies identificadas el 18.5% son introducidas. En el PNN se encontraron 54 especies vegetales formando parte del bosque, con similitud en el dominio de los estratos vegetacionales. De las 54 especies identificadas en el lugar, 47 son nativas. Las 7 especies introducidas son herbáceas y corresponden a un 13%.

El número de especies introducidas en el BNP Las Araucarias (18,5%), indica una mayor alteración del lugar. Esto debido a su reciente creación como área protegida y la presión antrópica a la cual estaba sometida. El PNN está protegido desde 1983, por lo que las especies exóticas se presentan en menor proporción. El Índice de Sørensen de 46.30% permite afirmar que las comunidades vegetales de los dos lugares tienen una estructura similar.

El porcentaje de germinación en condiciones controladas fue de un 56,5%. Sin embargo, la literatura menciona un 60% en vivero y 95% en siembra directa a campo excluyendo depredadores vertebrados (Sanguinetti & Kitzberger, 2009). El número promedio de esporas de hongos MA presentes en la rizósfera de *A. araucana* fue de 449 para el PNN y 274 para el BNPLA (en 100 g de suelo)

El número de esporas de hongos MA proporciona información sobre la abundancia cuanti y cualitativa del inóculo potencial (Steubing *et al.*, 2002). El prendimiento de plantas de araucaria, inoculadas con hongos simbioses establecidas en la superficie de restauración, alcanzó un 90%.

IV. Conclusiones

En la restauración de los ecosistemas boscosos de *Araucaria araucana* no se debe solo considerar la sustentabilidad de la especie dominante.

Las áreas estudiadas muestran cierta similitud florística. Sin embargo, en el BNP, las Araucarias hay ausencia de algunas especies vegetales producto de la alteración de la comunidad vegetal.

La micorrización permite un mejor establecimiento de las plantas de *A. araucana* para la restauración.

Agradecimientos: PROYECTO UNETE (Universidad es Territorio) – UNT15-0015 Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

Bibliografía

- Aguilera-Betti, I.; Muñoz, A.; Sthale, D.; Figueroa, G.; Duarte, F.; Gonzalez-Reyes, A.; Christie, D.; Lara, A.; González, M.; Sheppard, P.; Sauchyn, D.; Moreire-Muñoz, A.; Toledo-Guerrero, I.; Olea, M.; Apaz, P. and Fernández, A. 2017. "The first Millenium-age *Araucaria araucana* in Patagonia". *Tree-Ring Research* 73 (1). 53 – 56 p.
- Brundrett, M.; Boucher, N.; Dell, B.; Grove, T. and Malajczuk, N. 1996. Working with Mycorrhizas in foetry and agriculture. Monograph 32. ACIAR. Camberra. Australia. 374 pp.
- Hoffman, A. 2016. Flora Silvestre de Chile. Zona Araucana. Cuarta Edición. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile. 2016. 258 pp.
- Hoffman, A.; Arroyo, M.; Liberona, M.; Muñoz, F.; y Watson, J. 1998. Plantas altoandinas en la flora silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile. 281 pp.
- Sanguinetti, J. y Kitzberger, T. 2009. "Efectos de la producción de semillas y la heterogeneidad vegetal sobre la sobrevivencia de semillas y el patrón espacio temporal de establecimiento de plántulas de *Araucaria araucana*". *Revista Chilena de Historia Natural*.82: 319 - 335.
- Steubing, I.; Godoy, R. y Alberdi, M. 2002. Métodos de Ecología Vegetal. Editorial Universitaria. 345 pp.

Anexo

Cuadro 1: Análisis químico de suelo en las áreas de estudio

Análisis de suelo	PNN	BNPLA
N disponible (mg/kg)	119	66
P Olsen (mg/kg)	7	10
K disponible (mg/kg)	105	176
pH en agua	4.81	5.03
pH en CaCl ₂	9.47	15.13
Materia orgánica (%)	1.33	1.85
Ca intercambiable (cmol+/kg)	0.44	0.8
Saturación de Al (%)	3.42	4.52

"Dinámica primaria de la flora posincendio de los remanentes de *Nothofagus alessandrii* Espinosa (Ruil) en la Región del Maule, Chile central"

Gómez, P.¹; Garridogh, P.² y San Martín, J.³

¹Jardín Botánico Universidad de Talca

²Maule Diversa, Región del Maule

³Centro de Geomática, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca

⁴Instituto de Ciencias Biológicas Universidad de Talca

I. Introducción

En Chile, más del 60% de la flora total y de las especies endémicas se concentran en la zona central, área identificada como uno de los sitios del planeta prioritarios de conservar debido al alto número de endemismos y gran pérdida de hábitat (Myers *et al.* 2000, Gómez *et al.* 2012). En esta zona se encuentra el bosque maulino, bosque templado dominado por especies endémicas de *Nothofagus* como *Nothofagus alessandrii* (ruil).

N. alessandrii (ruil), es una especie endémica de Chile, con status de conservación en peligro y rara (Gómez *et al.* 2018), y con distribución espacial fragmentada y reducida a la Cordillera de la costa de la Región del Maule (Olivares *et al.* 2005). Ruil, presenta una superficie aproximada de 350 ha, 55% de las cuales fueron afectadas por los últimos incendios forestales (periodo 2017), dejando a la especie en un estado de conservación aún más crítico.

Posincendio, la invasión de *Pinus radiata* D. Don, se sitúa como la principal amenaza a los remanentes de ruil (Gómez *et al.* 2019), más aun teniendo en cuenta, que el régimen de propiedad dominante, es del tipo privada, con muchos predios con ruil en manos de pequeños propietarios, los cuales no poseen los recursos para ningún tipo de manejo del bosque (Gómez & Garrido 2018).

Para contribuir a ampliar la información de historia natural de estos remanentes, y dado que no existen estudios científicos publicados donde evalúen los cambios de la flora posincendio, se realizó esta investigación, que tuvo como objetivo investigar sobre la resiliencia y la dinámica sucesional primaria de estos bosques únicos a nivel mundial.

II. Metodología

Desde el año 2017 al 2019, se trabajó en caracterizar la flora posincendio de remanentes de ruil de las comunas de Empedrado y Constitución. 11 parcelas permanentes de monitoreo se establecieron, y que consideraron cercados, para exclusión de ganado mayor. Los sitios de estudio pertenecen tanto a empresas forestales como a pequeños propietarios. Para conocer las diferentes especies que integran la vegetación de los sitios, se realizaron censos florísticos, considerando todas las especies de plantas vasculares, ya sea provenientes de semillas o rebrotes, con toma de fotografías y colecta de ejemplares para la evidencia de su presencia histórica en el área. La calidad de las especies de plantas se basó en el origen geográfico diferenciando autóctonas como nativas y endémicas de otras introducidas y/o exóticas con carácter de maleza y/o invasor. La base de la información fue Zuloaga *et al.* (2019) en adelante, así como otras disponibles en artículos científicos para estudios de flora de otras regiones del país. Por otra parte, las coberturas y abundancias por especie se determinaron mediante inspección visual y apoyada en metodologías fitosociológicas de acuerdo a Mueller-Dombois & Ellenberg (1974)

y Knap (1958). Se realizaron diferentes análisis, entre los que destacan análisis de varianza, análisis de componentes principales, análisis GMLL, ecuaciones estructurales, correlaciones, entre otros análisis.

III. Resultados y Discusión

Posincendio, los remanentes de ruil se muestran resilientes, y donde especies de raíces profundas como copihue y orquídeas son las primeras que aparecen en la comunidad luego del incendio, seguidamente entran en escena las anuales y finalmente las especies leñosas comienzan a rebrotar. Respecto al ruil presenta la capacidad de rebrotar y de regenerar por semillas principalmente en sitios con severidad baja de daño por el incendio (Gómez *et al.* datos no publicados). Por otra parte, es importante señalar que más de una treintena de especies leñosas fueron capaces de rebrotar. Luego de 8 meses de ocurrido el incendio especies de los géneros *Loasa*, *Oxalis* y *Dioscorea* eran las que dominaban en abundancia en muchos sitios. Posteriormente, luego de casi dos años del siniestro, se observaron importantes cambios en la composición de especies a nivel herbáceo, destacando la especie *Calceolaria meyeniana* Phil. ocupando diferentes espacios antes dominados por otras especies. Es preocupante la gran abundancia de dos especies: *Pinus radiata* D. Don y *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz, especies muy abundantes en todos los sitios muestreados. La dinámica sucesional primaria de los remanentes de ruil es desconocida. Solo se conocen para el bosque maulino, estudios sucesionales, que utilizando matrices markovinas, predicen cambios sucesivos de un bosque del tipo caducifolio a un tipo más esclerófilo (Bustamante *et al.* 2005) y con una dominancia de árboles perennes de sucesión media a tardía. Sin embargo, este estudio no incluyó a *P. radiata* como un componente importante del bosque, el cual puede producir un dosel denso y persistente, favoreciendo a las especies tolerantes a la sombra. El futuro de los remanentes de ruil es incierto, los recientes incendios han modificado severamente su estructura, dando lugar a condiciones ideales a especies agresivas e invasoras, pudiendo dar paso a una reestructuración de la sucesión ecológica o a la generación de un nuevo ecosistema.

IV. Conclusiones

La flora de los remanentes de ruil se muestra resiliente ante perturbaciones de gran magnitud como los incendios forestales

La dinámica primaria de la flora posincendio, involucra en primera instancia la recuperación del elenco florístico con raíces profundas, seguido de especies anuales y finalmente las leñosas rebrotadoras.

Son necesarios monitoreos y nuevos estudios que evalúen la permanencia y establecimiento de *P. radiata* y *A. chilensis*, especies muy agresivas y con carácter de invasoras.

Bibliografía

- Gómez, P.; Bustamante, R. y San Martín, J. 2012. Estructura poblacional de *Teline monspessulana* (L.) K. Koch en fragmentos de bosque maulino en Chile central. *Gayana botánica* 69(1): 197-200.
- Gómez, P.; Garrido, P.; Gajardo, J.; Ormazábal, Y.; Mena, C. 2018. Severidad de daño por incendios en un Bosque de Alto Valor de Conservación dominado por *Nothofagus alessandrii* (Ruil) en la cordillera de la costa, Región del Maule, Chile central. En: C. Mena, Y. Ormazábal, V. Barrientos (eds.), *Geomática aplicada*, pp. 223-227.

- Gómez, P. y Garrido P. 2018. Regeneración masiva del árbol exótico *Pinus radiata* D. Don luego de un gran incendio en fragmentos de *Nothofagus alessandrii* (Ruil) en la Región del Maule, Chile central. *Bioinvasiones* (Vol.1): 30-38.
- Gómez, P.; Murúa, M.; San Martín, J.; Goncalves, E.; Bustamante, R. 2019. Maintaining close canopy cover prevents the invasion of *Pinus radiata*: Basic ecology to manage native forest invasibility. *Plos one* 14(5): e0210849. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210849>.
- Knapp, R. 1958. *Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie und Eigenschaffen der Pflanzengesellschaften*. E. Ulmer, Stuttgart. 112p.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Jhon Wiley & Sons, New York, 547pp.
- Olivares, P.; San Martín, J. y Santelices, R. 2005. "ruil" (*Nothofagus alessandrii*): Estado del conocimiento y desafíos para su conservación. Comisión nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Talca, Chile. 55pp.
- Zuloaga, F.; Morrone, O. y Belgrano, M. (eds.). 2019. *Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm>. Accedido: mayo 2019.

3

“Conservación ex situ de la Flora Chilena en el Banco Base de Semillas de INIA: estado actual y futuros desafíos”

Pañitru, C.¹; Ibáñez, S.¹; Martínez, K.²; León, M.¹ y Sandoval, A.¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro de Investigación Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, PO Box 36-B, La Serena, Chile.

²Consultora independiente.

I. Introducción

Las condiciones naturales de aislamiento biogeográfico de Chile han contribuido a la formación de una flora única en el país. De las 5.471 especies de plantas vasculares que crecen en Chile, un 85% corresponden a especies nativas, siendo casi la mitad de éstas endémicas (Rodríguez *et al.*, 2018). A pesar del valor único de estas especies, una gran cantidad de ellas se encuentran amenazadas. Por ejemplo, un 46% de las especies nativas del país, clasificadas oficialmente según el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), están en peligro crítico o en peligro de extinción. Si bien lo ideal es conservar la biodiversidad en su condición natural (*in situ*), esto es poco probable para todas las especies, lo que hace necesario proveer de otras medidas complementarias de conservación. Una de estas medidas es la conservación *ex situ* a través de bancos de semillas. Éstos permiten preservar una alta diversidad genética a un costo relativamente bajo, en un mínimo espacio y por largos periodos (Díez *et al.*, 2018). En Chile, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) es el principal curador de los recursos fitogenéticos del país y a través del Banco Base de Semillas (BBS) (Vicuña, Región de Coquimbo) tiene la misión también de conservar la biodiversidad de especies silvestres del país. Este trabajo tiene como finalidad reportar el estado actual de conservación *ex situ* de la flora chilena en el BBS de INIA. Como objetivos específicos se propusieron: (i) Cuantificar las

especies nativas conservadas y su estado de conservación, (ii) Determinar el número de especies por región política-administrativa, (iii) Identificar los vacíos/prioridades de conservación y (iv) Analizar la contribución de los proyectos a la conservación ex situ de las especies.

II. Metodología

La información proveniente de 32 proyectos, con colectas de semillas de la flora chilena, entre los años 2002 a 2019 y entre las regiones de Arica y Parinacota a Magallanes, fue recopilada y unificada en una base de datos. En total, se diferenciaron 80 campos (columnas) con información de las accesiones de semillas de las especies conservadas en el BBS que incluyeron, entre otros, información del lugar y año de colecta, estado del hábitat de las especies, respuesta de las semillas y de procesamiento. La identificación taxonómica, así como el origen y categoría de conservación, fueron actualizados de acuerdo al Catálogo de las Plantas Vasculares de Chile (Rodríguez *et al.*, 2018) y la información disponible en los procesos de RCE. Una vez organizada la información en esta base de datos, se determinó el número de familias, géneros y especies conservadas en el BBS. Por otro lado, se cuantificó el número de especies y accesiones colectadas y conservadas, analizando su distribución en Chile por medio de grillas y por región político-administrativa. Adicionalmente, se analizó la contribución de los proyectos a la conservación ex situ usando cuatro categorías: fuentes internacionales, ambientales, públicas y donaciones, con lo que se calculó el porcentaje de accesiones y el número de especies nativas ingresadas por cada una de ellas. Finalmente, utilizando la información disponible por el RCE, se determinaron las especies con categoría de amenaza (en peligro, en peligro crítico y vulnerable) que no están conservadas actualmente en el BBS y la ubicación geográfica de ellas, con el fin de determinar zonas y especies prioritarias para ser conservadas ex situ en el BBS de INIA.

III. Resultados y Discusión

Actualmente el BBS preserva 3.040 accesiones de semillas de especies nativas del país, correspondiente a 1.347 taxones diferentes y a un 29% del total de la flora de Chile. Las especies nativas conservadas en el BBS se encuentran distribuidas en 118 familias y 405 géneros. En relación a su categoría de conservación, no es posible proyectarla con certeza debido a que un alto porcentaje (78%) de ellas no han sido clasificadas. En este sentido, sólo un 12% presentaría un grado de amenaza (vulnerable, en peligro, en peligro crítico). En cuanto al total de accesiones y especies nativas conservadas por región de Chile, la zona que abarca mayor número de especies conservadas, corresponde a la centro-norte del país, lo que indica que ha habido un sesgo en términos de concentrar los esfuerzos a las regiones continentales ignorando otros relieves geográficos importantes, tales como la Isla de Pascua, las Islas Desventuradas, la Antártica y el Archipiélago Juan Fernández (AJF). Éste último, incluso considerado a nivel mundial debido a su biodiversidad y alto endemismo (Pennekamp, 2018). Los proyectos que mayormente han contribuido a la conservación de la flora chilena, han sido internacionales y ambientales; sin embargo, estos últimos siempre enfatizan la conservación a un número discreto de especies o formas de vida. Un cambio podría ocurrir con los proyectos públicos y donaciones, quienes enfatizan una mayor participación ciudadana en la protección de nuestra flora (Jorquera-Jaramillo *et al.*, 2012). Finalmente, de las plantas clasificadas oficialmente en nuestro país con categoría de amenaza (en peligro, en peligro crítico y vulnerable), un

total de 284 no se encuentran conservadas en el BBS de INIA, de las cuales un gran porcentaje (ca. 47%) se encontraría en el AJF.

IV. Conclusiones

La conservación ex situ en el BBS es clave para la biodiversidad de especies silvestres de Chile. Actualmente se resguarda un 29% de la flora chilena, proveniente en gran medida de la zona centro-norte y gracias al aporte de proyectos internacionales. Esfuerzos adicionales son necesarios para conservar aquellas especies endémicas amenazadas aún no resguardadas, en especial del territorio no continental del país.

Bibliografía

- Díez, M.; De la Rosa, L.; Martín, I.; Guasch, L.; Cartea, M.; Mallor, C.; Casals, J.; Simó, J.; Rivera, A.; Anastasio, G.; Prohens, J.; Soler, S.; Blanca, J.; Valcárcel, J. y Casañas, F. (2018). Plant Genebanks: Present Situation and Proposals for Their Improvement. The Case of the Spanish Network. *Frontiers in Plant Science* 9 (December): 1–13.
- Jorquera-Jaramillo C.; Alonso-Vega, J.; Aburto, J.; Martínez-Tillería, K.; León, M.; Pérez, M.; Gaymer, C. y Squeo, F. (2012) Conservación de la biodiversidad en Chile: nuevos desafíos y oportunidades en ecosistemas terrestres y marinos costeros. *Revista Chilena Historia Natural* 85: 267-280.
- Pennekamp Furniel, D. (2018). Flora Vasculare Silvestre del Archipiélago Juan Fernández. Primera Edición (versión electrónica). Planeta de Papel Ediciones, Valparaíso, Chile. 723 pp.
- Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, E.; Sánchez, P. y Marticorena, A. (2018). Catalogue of the Vascular Plants of Chile. *Gayana botánica* 75(1): 1–430.

4

“Diversidad de Geófitas Nativas del Cerro Isla Carlos Condell, Curicó, Región del Maule”

Sepúlveda, J.^{1,2} y Salvatierra, A.³

¹Agroecosistemas

²PreservaMaule

³Genómica Vegetal, Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura – CEAF

I. Introducción

Ravenna *et al.* (1998) definen a las plantas de hábito geófito como especies Angiospermas-Monocotiledóneas con perigonio corolino vistoso. Hoy en día, se describen como plantas herbáceas con estructuras vegetativas subterráneas especializadas en el almacenamiento de fotoasimilados, agua y minerales, con las que sobreviven a condiciones desfavorables. Ante condiciones favorables, reanudan el crecimiento y completan su ciclo (Schiapacasse *et al.* 2003; Saldías, 2011). Para Chile continental, se estiman unas 230 especies de geófitas, (*Liliaceae*, *Amarillydaceae*, *Iridaceae* y *Orchidaceae*) con un 75% de endemismo. Con una riqueza cercana a los 35 géneros de bulbosas, Chile es el segundo país con mayor diversidad de estas plantas (Schiapacasse *et al.* 2003). Uno de los pocos

sitios que aún conservan altos porcentajes de ecosistemas nativos al interior de las ciudades son los llamados “cerros islas” (Lefranc *et al.* 2017). Inserto en la ciudad de Curicó, con una extensión de 45 ha y 100 m de altura, el cerro isla Carlos Condell corresponde a la principal área verde de la ciudad en términos de extensión y biodiversidad. Conformado en su mayoría por rocas volcánico sedimentarias cretácicas de la Formación Las Chilcas (Leyton, 2010), su formación vegetacional corresponde al Bosque Espinoso, albergando el ecosistema de Bosque Esclerófilo Mediterráneo Interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, generalmente en la forma de matorral arborescente producto de la fuerte extracción que ha sufrido. Destacan las geófitas en la estrata herbácea (Luebert y Pliscoff, 2018). A la fecha, no existen estudios que aborden la biodiversidad relictual de este singular ecosistema urbano, por ende, este tipo de prospecciones ponen en valor e divulgan el patrimonio natural que aún sobrevive en la ciudad.

II. Metodología

Desde noviembre 2015 a la fecha, se ha realizado un monitoreo constante de las poblaciones de flora nativa presentes en el cerro isla, identificando 5 paños relictuales de vegetación original, los que en su totalidad solo corresponden al 18% de la superficie total del cerro isla, cercana a las 8 ha. Estos paños están distribuidos por ambas laderas del cerro. En ladera umbría exposición Sur Este, sector Jardín Botánico Natural 1, JBN1 (34°58'42.79"S, 71°13'31.10"O) y sector JBN5 Humedal (34°58'52.06"S, 71°13'45.26"O). En la ladera solana exposición Noroeste, sector JBN2 matorral espinoso (34°58'37.22"S, 71°13'37.07"O), sector JBN3 Desierto florido I (34°58'37.22"S, 71°13'44.34"O) y sector JBN4 Desierto florido II (34°58'43.38"S, 71°13'52.77"O). Los monitoreos han sido realizados en todas las estaciones del año, dejando en registro fotográfico de alta calidad cada una de las especies y sus diferentes estados fenológicos. En algunos casos especiales, se recolectó material para herborizar. Para la identificación de las especies se consultó bibliografía especializada (Riedemann, P. y Aldunate, G., 2014; Finot *et al.* 2018; Rodríguez *et al.* 2018) y en los casos en los que no se pudo identificar en primera instancia, se consultó con especialistas nacionales de flora nativa.

III. Resultados y Discusión

De un total de 100 especies de flora vascular herbácea y arbustiva catastrados en los cinco paños relictuales, cerca de un cuarto se encuentran dentro de las especies descritas con hábito geófito. Se consideraron especies provistas de estructuras de resistencia tales como bulbos, cormos, rizomas, tubérculos y raíces tuberosas. Destaca la presencia de las familias: *Amaryllidaceae* (5 especies), *Iridaceae* (4), *Oxalidaceae* (4), *Orchidaceae* (2), *Tecophilaceae* (2), *Asparagaceae* (2), *Fabaceae* (2), *Alstroemeriaceae* (1), *Ranunculaceae* (1), *Dioscoreaceae* (1) y *Asphodelaceae* (1), estando representada cada una de las principales familias de geófitas presentes en el país (Schiapacasse *et al.* 2003). Es de gran importancia la presencia de 2 especies de *Orchidaceae* que solo crecen en dos de los seis paños relictuales (ladera umbría Humedal y JBN1), una de ellas cuya identidad es aún difusa (análisis moleculares requeridos), pudiendo ser *Chloraea heteroglossa*, endemismo de la región de Valparaíso. Tanto *C. heteroglossa* como *Rhodophiala pratensis*, son dos de las geófitas del cerro que se encuentran bajo alguna categoría de conservación (Ravenna *et al.* 1998): en PELIGRO CRITICO CR C2a(i) (MMA, 2010) y VULNERABLE VU B2ab(iii) (MMA, 2013), respectivamente. Un estudio realizado por Gatica (2012) en el cerro isla Chena, RM, reportó una riqueza de geófitas cercana a cinco especies, números comparativamente bajos respecto de la diversidad informada para el cerro Carlos Condell (25

especies). Aliaga y Celis (2013) realizaron un taller de propagación de geófitas nativas para estudiantes de la escuela rural de Pueblo de Indios, región de O'Higgins, generando una experiencia educativa eficaz para la divulgación y conservación de la flora nativa, susceptible de replicar para este cerro.

IV. Conclusiones

El cerro isla Carlos Condell representa un enclave de flora nativa de enorme potencial de estudio ya que es hábitat de una notable cantidad de especies de geófitas la cual no ha sido reportada en otros cerros urbanos nacionales hasta la fecha. El catálogo de geófitas nativas incluye especies en categoría de Peligro crítico y Vulnerable. Debido a esta particular biodiversidad urbana, se hace prioritario encaminar los esfuerzos en busca de una protección legal y sostenible, de esta potencial Reserva Urbana.

Bibliografía

- Aliaga, G. y Celis, I. 2013. Taller escolar "rescate y multiplicación de geófitas nativas en peligro", una experiencia exitosa de educación ambiental. Resúmenes III Congreso de Flora Nativa de Chile. 5-7 septiembre. Universidad de Chile.
- Finot, V.; Baeza, C.; Muñoz-Schick, M.; Ruiz, E.; Espejo, J.; Alarcón, D.; Carrasco, P.; Novoa, P. y Eyzaguirre, M.T. 2018. Guía de Campo Alstroemerias Chilenas. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 292 p.
- Gatica, L. 2012. Plan de gestión predial con objetivos de conservación de la biodiversidad y sustentabilidad territorial del fundo "casas viejas de Chena". 29 de junio de 2019, de Universidad de Chile. Sitio web: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112238/Tesis%20L.%20Gatica%20para%20Empaste.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 74-76pp.
- Lefranc, E.; Picon, C. y Ruiz, F. 2017. Cerros islas de Santiago, construyendo un nuevo imaginario de ciudad a partir de su geografía. Fundación Cerros Isla. Ediciones Arq. 222 p.
- Leyton, F. 2010. Geología Superficial, frecuencias predominantes de suelos y observaciones de licuefacción en Curicó tras el terremoto de Maule 2010. VII Congreso chileno de geotecnia, SOCHIGE, 2012, pág. 3.
- Pliscoff, P. y Luebert, F. (2018) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, 2da edición. 384p.
- Ravenna, P.; Teillier, S.; Macaya, J.; Rodríguez, R. & Zollner, O. (1998). Categorías de Conservación de las Plantas Bulbosas Nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, (Boletín 47), 47-68. Disponible en <http://publicaciones.mnhn.cl/668/w3-article-65023.html>
- Riedemann, P. y Aldunate, G. (2014). Flora Nativa de valor ornamental. Identificación y. Propagación. Chile Zona Centro. 3er edición actualizada por Sebastian Teillier A.
- Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, E.; Sanchez, P. & Marticorena, A.. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana. Botánica, 75(1), 1-430
- Saldías, G. (2011) Jardinería en Chile. Ediciones Universidad Central. 19-20pp.
- Schiappacasse, F.; Peñailillo, P. y Yañez, P. 2002. Propagación de bulbosas chilenas ornamentales. 1 ed. Editorial Universidad de Talca, Talca, Chile, 65p.

"Buscando indicadores de manejo Antrópico Pre-Colombino de Cyperaceae (*Schoenoplectus* sp.) en el Desierto de Atacama Chileno"

McRostie, V.^{1,2}; Giordano, A.³; Faúndez, L.⁴ y Yilales, M.⁵

¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Antropología

²Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro UC Desierto de Atacama

³Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Química Inorgánica

⁴BIOTA Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

⁵Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ecología

I. Introducción

Hoy en día los ecosistemas de agua dulce están fuertemente amenazados por diversas actividades antrópicas. Sin embargo, al mirar la historia humana a escala milenial, se puede comprobar que las plantas palustres fueron esenciales para los pueblos pre-Colombinos. Con sus tallos se elaboraron diversos artefactos (cestos, cuerdas) y sus rizomas fueron una buena fuente de carbohidratos (Heiser 1978, Reinhard *et al.*, 2011). Así, evidencias arqueobotánicas de Cyperáceas son abundantes en los contextos arqueológicos del Desierto de Atacama. La presencia de semillas, rizomas y tallos se remonta hacia al menos nueve mil años atrás, siendo constantes hasta la llegada del Inka al territorio (McRostie *et al.*, en prensa). En el trabajo se presentan los resultados preliminares del Proyecto Fondecyt 11180805, en donde uno de sus objetivos es caracterizar la taxonomía y las propiedades nutritivas de especímenes actuales y arqueológicos de *Schoenoplectus* sp. presentes en el desierto de Atacama, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 2400 msnm (XV-I-II Región). Se postula como hipótesis que ciertos taxones fueron seleccionados por sus características útiles y alimenticias. Esta reiterada utilización habría devenido en cambios observables a nivel morfológico (p.e. homogeneización y aumento en el tamaño de los granos de almidón de los rizomas, o rizomas más suculentos y menos fibrosos); y/o químicos (p.e. mayores valores nutricionales) (Zeder 2006, Holden 1991). El estudio más detallado de estas especies busca entender mejor las estrategias de manejo de plantas silvestres por poblaciones pre-Colombinas, a la vez que impulsar una revalorización cultural de estas plantas palustres y sus ecosistemas.

II. Metodología

Se confeccionó una colección de referencia desde Arica a San Pedro de Atacama, tomando muestras en ríos, quebradas u oasis cercanos a los sitios arqueológicos con presencia de este taxón. Estas muestras fueron determinadas taxonómicamente mediante la metodología clásica, por comparación con material de herbario de referencia, descripciones originales y claves sistemáticas. Se tomaron aproximadamente 10 g de rizomas arqueobotánicos de cf. *Schoenoplectus* provenientes de sitios arqueológicos con cronología Arcaica y Formativa (\pm 9000 a 1000 años A.P). A su vez se tomaron tallos para cortes histológicos y semillas para su verificación taxonómica. Este material arqueobotánico fue solicitado formalmente a museos o depósitos arqueológicos (Museo Arqueológico Azapa, Instituto de Alta Investigación Arica, Museo Padre Gustavo Le Paige).

Tanto los rizomas arqueobotánicos como los de la colección de referencia, fueron fotografiados y pesados para ser sometidos a análisis proximales en el laboratorio de Química Inorgánica de la Universidad Católica de Chile (ver detalle metodología en McRostie *et al.*, en prensa). A su vez, los

rizomas se rasparon y montaron directamente en portaobjetos para la caracterización de sus granos de almidón bajo microscopio polarizado Leica DM750P. La sistematización de estos granos se realizó mediante el software IMAGEJ 1.52a. Tanto para los tallos de la colección de referencia como para aquellos arqueológicos se realizará una histoteca comparativa.

III. Resultados y Discusión

Si bien este es un estudio en desarrollo, los análisis preliminares permiten asignar una taxonomía y distribución más precisa de los taxones que crecen en el área, previamente identificados en función de la base de datos de los herbarios (Museo Nacional Historia Natural y Universidad de Concepción). Estos análisis dan cuenta de que la mayoría de los *Schoenoplectus* en el área corresponden a las especie *S. americanus* y/o *S. pungens*. Los análisis proximales y de almidones aún se están efectuando, no obstante, a nivel macroscópico se ven diferencias sustanciales entre muestras tomadas desde distintos contextos arqueológicos. Por ejemplo, los rizomas arqueológicos de Tulan (sur del Salar de Atacama), Quillagua y San Salvador (Loa Medio); son grandes, carnosos y con su interior muy blanco o almidonoso; mientras que aquellos de Lluta, Chacarillas y Calate son delgados, de poco contenido almidonoso y muy fibrosos. Podría ser que el menor tamaño de los rizomas de Lluta 13 en comparación a los de Quillagua y Tulan, se deba a que son distintas especies: *S. cfr. americanus*; versus *S. pungens*. No obstante, entre Quillagua y Calate, sitios cercanos y ubicados en el curso medio del río Loa las diferencias podrían deberse a otras variables, como fases fenológicas, condiciones de mayor o menor humedad durante su desarrollo, tafonomía o bien a un cambio provocado por la selección cultural. La metodología busca ir descartando posibles variables para avanzar en la comprensión de cómo los humanos fueron transformando su ambiente y aquellas especies de su interés.

IV. Conclusiones

Aún estamos investigando la taxonomía, las características microscópicas de los almidones, y los valores nutricionales de especies de *Schoenoplectus* sp. presentes en contextos arqueológicos y actuales del desierto de Atacama. Una mayor precisión sobre estos temas puede ayudar a abordar hipótesis sobre manejo de especies silvestres por parte de poblaciones pre-Colombinas.

Agradecimientos: Fondecyt 11180805; Alicia Marticorena, Herbario Universidad de Concepción; Gloria Rojas, Herbario Museo Nacional de Historia Natural; Museo Arqueológico San Miguel de Azapa, Instituto de Alta Investigación, Museo Arqueológico Gustavo Le Paige.

Bibliografía

- Heiser, C. 1978. "The Tatora (*Scirpus californicus*) in Ecuador and Peru." *Economic Botany* 32 (3):222-236.
- Holden, T. 1991. "Evidence of prehistoric diet from northern Chile: coprolites, gut contents and flotation samples from Tulan Quebrada." *World Archaeology* 22 (3):320-331.
- McRostie, V.; Giordano, A.; García, M. and Carrasco, C. IN PRESS. "Revealing the food staple role of *Cyperaceae* rhizomes. Natural ladders for the Atacama Desert during the pre-Columbian period." In *Food and Culture in the Andes*, edited by K. Chiou and C. Hastorf. University of Alabama Press.

- Reinhard, K.; Le Roy-Toren, S. and Arriaza, B.. 2011. "Where have all the plant foods gone? The search for refined dietary reconstruction from Chinchorro mummies." *Yearbook of Mummy Studies* 1:139-151.
- Zeder, M. 2006. "Central questions in the domestication of plants and animals." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 15 (3):105-117. doi: 10.1002/evan.20101.

6

"Progresos y desafíos en la taxonomía de *Amaryllidaceae* s.s. de Chile"

García, N.

Herbario EIF & Laboratorio de Sistemática y Evolución de Plantas, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

I. Introducción

Amaryllidaceae sensu stricto (s.s.; i.e., excluyendo *Agapanthaceae* y *Alliaceae*) es un clado de monocotiledóneas bulbosas de flores vistosas y de distribución cosmopolita. Sus 50-60 géneros han sido agrupados en 14 tribus que reflejan la historia evolutiva o filogenia de esta familia. En Chile, las *Amaryllidaceae* son uno de los grupos más diversos de geófitas nativas, tienen interés de conservación y horticultural, y son conocidas popularmente como "añañucas". Su historia taxonómica se remonta a los tiempos de Linneo y se caracteriza por una inestabilidad nomenclatural y poca claridad en la definición de géneros y especies. En las últimas dos décadas se han visto notables avances en la aclaración de la taxonomía y relaciones evolutivas de las *Amaryllidaceae* chilenas. Por ejemplo, cabe destacar el aporte de Ravenna (2003) quien ayudó a dilucidar la diferenciación morfológica y nomenclatura de algunos géneros de amaryllidáceas nativas. Por otro lado, se han realizado enormes progresos en el conocimiento de la historia evolutiva de *Amaryllidaceae* s.s. en general y en particular para los grupos chilenos, partiendo por el trabajo de Meerow *et al.* (2000). Los recientes cambios y avances en el conocimiento de *Amaryllidaceae* s.s., hacen necesaria una actualización de la nomenclatura y taxonomía de las especies chilenas. En consecuencia, presento acá una sinopsis preliminar de las amaryllidáceas chilenas que constituye una síntesis de más de 10 años de estudio y el reporte de un trabajo en progreso, dirigido a la comunidad chilena interesada en nuestra flora nativa.

II. Desarrollo del Trabajo

En primer lugar, se estudió la filogenia de *Amaryllidaceae* tribu *Hippeastreae*, el grupo más diverso de añañucas chilenas, con varios marcadores de secuencias de ADN (García *et al.* 2014, 2017). Basado en estos resultados, se propuso una clasificación de los géneros de las *Hippeastreae* considerando tanto su filogenia como su morfología (García *et al.* 2019).

En la actualidad, se desarrolla un estudio para clarificar la taxonomía al nivel de especie en *Phycella* sensu lato (s.l.; i.e., incluyendo *Placea*). Dicha investigación se basa en un muestreo filogeográfico de todas las especies aceptadas en *Phycella* y análisis de datos masivos de secuencias nucleares y cloroplastidiales.

Además, se considera el tratamiento de *Amaryllidaceae* s.l. (i.e., incluyendo *Alliaceae*) en el libro “Catálogo de las plantas vasculares de Chile” (García, 2019), para el cual se revisaron algunos ejemplares tipo y se sinonimizaron varios nombres específicos. El resultado global de riqueza para Chile se comparó con relación a lo reportado por Arroyo-Leuenberger & Dutilh (2008) y Rodríguez *et al.* (2018).

III. Resultados

Se reporta un total de 36 especies de *Amaryllidaceae* s.s. para Chile, incluyendo 3 especies introducidas. Esta lista implica una reorganización taxonómica/nomenclatural y una reducción de riqueza respecto de las 45 especies reportadas para el país por Arroyo-Leuenberger & Dutilh (2008), así como de las 40 registradas por Rodríguez *et al.* (2018). Las especies introducidas son *Amaryllis belladonna* L. de la tribu *Amaryllaeae*, *Leucojum vernum* L. de la tribu *Galantheae* y *Pyrolirion tubiflorum* (L’Hér.) M. Roem. de las *Eustephieae*. Más de un 96% de las especies nativas de Chile pertenecen a la tribu *Hippeastreae*, la cual se encuentra representada en el país por cinco de sus seis géneros. Entre éstos destacan dos géneros monotípicos y endémicos: *Traubia* y *Eremolirion*. Además, contamos con ambas especies de *Rhodolirium* s.s., compartidas con Argentina, y *Phycella* con 13 especies, grupo casi endémico de Chile (se ha reportado sólo una población en Argentina). El género más rico en la flora de Chile es *Zephyranthes* con 15 especies. De éstas, 14 pertenecen a *Zephyranthes* subg. *Myostemma* (previamente incluidas en *Rhodophiala*, *Famatina* o *Myostemma*), mientras que la especie restante (*Z. tubispatha* (L’Hér.) Herb.) se ubica en *Zephyranthes* subg. *Zephyranthes* (García *et al.*, 2019). Por último, la tribu *Clinantheae* está representada en Chile únicamente por *Clinanthus humilis* (Herb.) Meerow.

IV. Conclusiones

La taxonomía de *Amaryllidaceae* s.s. de Chile ha tenido progresos recientes y notables, especialmente al nivel de género mediante la propuesta de García *et al.* (2019), de la cual se espera que conlleve a una mayor estabilidad nomenclatural. Los desafíos pendientes en el estudio sistemático de las amaryllidáceas chilenas son las revisiones críticas de las especies en *Phycella* (actualmente en curso) y *Zephyranthes* subg. *Myostemma*.

Bibliografía

- Arroyo-Leuenberger, S.C. & Dutilh, J. 2008. *Amaryllidaceae*. En: Zuloaga, F.O.; Morrone, O.; Belgrano, M.J.; Marticorena, C. & Marchesi, E. (eds.), Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay), vol. 1. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, Estados Unidos de América. Pp. 203–226.
- García, N. 2019. *Amaryllidaceae*. En: Rodríguez, R. & Marticorena A. (eds.), Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile. En prensa.
- García, N.; Meerow, A.W.; Arroyo-Leuenberger, S.; Oliveira, R.S.; Dutilh, J.H.; Soltis, P.S. & Judd, W.S. 2019. Generic classification of *Amaryllidaceae* tribe *Hippeastreae*. *TAXON* 68(3): doi.org/10.1002/tax.12062.
- García, N.; Folk, R.A.; Meerow, A.W.; Chamala, S.; Gitzendanner, M.A.; Oliveira, R.S.; Soltis, D.E. & Soltis, P.S. 2017. Deep reticulation and incomplete lineage sorting obscure the diploid phylogeny of

- rain-lilies and allies (Amaryllidaceae tribe Hippeastreae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 11: 231–247.
- García, N.; Meerow, A.W.; Soltis, D.E. & Soltis, P.S. 2014. Testing deep reticulate evolution in Amaryllidaceae tribe Hippeastreae (Asparagales) with ITS and chloroplast sequence data. *Systematic Botany* 39(1): 75–89.
- Meerow, A.W.; Guy, C.L.; Li, Q.-B. & Yang, S.-L. 2000. Phylogeny of the American Amaryllidaceae based on nrDNA ITS sequences. *Systematic Botany* 25(4): 708–726.
- Ravenna, P.F. 2003. Elucidation and systematics of the Chilean genera of Amaryllidaceae. *Botanica Australis* 2: 1–20.
- Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.L.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, E.; Sanchez, P. & Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* 75(1): 1–430.

7

“Estado de la regeneración de especies leñosas en Chile Central: rol de las precipitaciones, hábitat y cobertura de la vegetación”

Becerra, P.

Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

I. Introducción

La conservación de la biodiversidad vegetal depende directamente de la capacidad de regeneración de las especies. Los estudios realizados en Chile central respecto a la regeneración de las especies del bosque esclerófilo sugieren que la regeneración está asociada a condiciones climáticas de mayor precipitación (Squeo *et al.* 2007), hábitats con mayor conservación de la humedad (Holmgren *et al.* 2000), y presencia de plantas leñosas nodrizas que reduzcan el estrés abiótico (Armesto & Pickett 1985, Fuentes *et al.* 1986, Becerra & Montenegro 2013). También se ha documentado que la estrata herbácea tiene influencia en la regeneración de especies leñosas, pero no hay tendencias claras en esta relación (Becerra *et al.* 2011, Holmgren *et al.* 2000). Sin embargo, aún no existen trabajos que evalúen la generalidad geográfica de los resultados sugeridos por estos estudios, y menos que examinen esto de manera experimental. En este trabajo se realiza una evaluación de amplia escala geográfica respecto de cómo se relaciona la densidad y diversidad de la regeneración de especies leñosas en Chile central con el nivel de precipitaciones, tipo de hábitat y cobertura leñosa. Además, se muestran resultados de un experimento de campo en el cual se evaluó el rol de la estrata herbácea, cobertura leñosa y nivel de precipitación en la regeneración de especies leñosas.

II. Metodología

En cada una de 20 localidades, distribuidas a lo largo de un gradiente de precipitaciones en Chile central, entre los 32°S y 36°S abarcando sectores pre-andinos y costeros, se realizaron muestreos de la regeneración natural de especies leñosas en dos tipos hábitats de diferente humedad (fondos de quebradas y laderas de exposición sur) y en parches de vegetación con diferente desarrollo de la

cobertura leñosa (abierto, leñoso bajo (< 2m alto), leñoso alto (2-4m alto), arbóreo (>4m alto)). Por cada localidad, hábitat y tipo de parche de vegetación se realizaron 15 parcelas de 1 m², empleando diferentes parches separados al menos 20 m por cada tipo. En cada parcela se contabilizó el total de plantas <0,5 m de alto de todas las especies leñosas presentes. Además, en 6 de estas localidades, abarcando diferentes niveles de precipitación, se desarrolló un experimento en el cual se instalaron 10 pares de exclusiones (de herbívoros vertebrados pequeños y grandes) de 1 m² por tipo de parche de vegetación en un hábitat relativamente plano. En una de las exclusiones se removió la estrata herbácea, mientras que en la otra no se realizó alteración. En cada exclusión, empleando la mitad del área, se sembraron semillas de 9 especies leñosas típicas de Chile central. En la otra mitad se evaluó regeneración natural. Las exclusiones se instalaron en mayo de 2015, y se realizó un monitoreo al final de la primavera de ese año y posteriormente después de 1 año de instalado el experimento.

III. Resultados y Discusión

A escala geográfica la riqueza de especies y densidad de plantas en etapa de regeneración fue mayor en las localidades con mayor precipitación y hábitats de quebrada, aunque el efecto de la precipitación fue más importante en hábitats de ladera. La regeneración fue más diversa y abundante en parches con mayor cobertura leñosa, pero esto ocurre principalmente en localidades de mayor precipitación y hábitats de quebrada. Los resultados del estudio experimental indican que la estrata herbácea afecta negativamente la regeneración, especialmente en parches con menor cobertura leñosa. También en este experimento la riqueza y densidad de la regeneración fue mayor en parches de mayor cobertura leñosa, aunque esta relación es mayor en localidades con mayor precipitación dentro de la zona central de Chile, probablemente debido a que solo bajo dosel leñoso de localidades con mayor precipitación hubo algún nivel importante de regeneración. Los resultados confirman que una mayor disponibilidad de agua del suelo, ya sea en localidades con mayor precipitación, hábitats más húmedos, o mayor cobertura leñosa, es una condición necesaria para la ocurrencia de regeneración de especies leñosas. Más aún, los niveles de regeneración de especies leñosas son prácticamente nulos en parches de menor cobertura leñosa en localidades o hábitats con menor disponibilidad hídrica. Nuestros resultados no concuerdan con la hipótesis del gradiente de estrés (Callaway 2007) de que la facilitación generada por plantas nodrizas se incrementa hacia ambientes con mayor estrés abiótico. En Chile central, una mayor facilitación ocurre hacia condiciones de menor estrés abiótico.

IV. Conclusiones

Los resultados indican que la disponibilidad hídrica es una fuerte limitante para la regeneración de especies leñosas en Chile central, y que la estrata herbácea también es un factor que restringe la regeneración. Sólo en condiciones más húmedas está actualmente ocurriendo regeneración de especies leñosas. Los resultados sugieren que en localidades y hábitats más secos no está ocurriendo regeneración, y menos un avance sucesional ni recolonización de especies leñosas en sitios abiertos.

Agradecimientos: FONDECYT 11140283, CONICYT PIA/BASAL FB0002.

Bibliografía

Armesto, J.J. y Pickett, S.T.A. 1985. A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural* 58: 9-17.

- Becerra, P.I.; Montenegro, G. 2013. The widely invasive tree *Pinus radiata* facilitates regeneration of native woody species in a semiarid ecosystem. *Applied Vegetation Science* 16:173-183.
- Becerra, P.I.; González, V.; Smith-Ramírez, C. y Armesto, J. 2011. Spatio-temporal variation in the effect of the herbaceous layer on seedling survival of woody species in a semiarid ecosystem. *Journal of Vegetation Science*, 22:847-855.
- Callaway, R.M. 2007. Positive interactions and interdependence in plant communities. Springer Dordrecht, The Netherlands.
- Fuentes, E.R.; Hoffmann, A.J.; Poiani, A. y Alliende, M.C. 1986. Vegetation change in large clearings: patterns in the Chilean matorral. *Oecologia* 68: 358-366.
- Holmgren, M.; Segura, A.M. y Fuentes, E.R. 2000. Limiting mechanisms in the regeneration of the Chilean matorral – Experiments on seedling establishment in burned and cleared mesic sites. *Plant Ecology* 147:49-57.
- Squeo, F.A.; Holmgren, M.; Milagros, J.; Albán, L.; Reyes, J. y Gutiérrez, J. 2007. Tree establishment along an ENSO experimental gradient in the Atacama desert. *Journal of Vegetation Science* 18: 195-202.

8

"Experiencia de integración de especies nativas en zonas adyacentes de predios frutícolas intensivos de la zona central de Chile"

Rojas-Arévalo, N.^{1,2}; Madrid, V.^{1,2}; De la Fuente, L. M.^{1,2}; Ginocchio, R.^{1,2} y Arellano, E.^{1,2}

¹ Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES).

I. Introducción

La intensificación y expansión agrícola ha logrado satisfacer la creciente demanda global de alimentos, pero con importantes impactos negativos en el agua, el suelo y la biodiversidad (Bommarco *et al.*, 2013). Específicamente, los efectos sobre la biodiversidad generados por los sistemas productivos agrícolas intensivos han sido la disminución significativa de la riqueza y abundancia local de especies nativas (Newbold *et al.*, 2015). Estos efectos se producen principalmente por el cambio de uso del suelo con eliminación de los ecosistemas naturales (FAO, 2011; Tittensor *et al.*, 2014). A partir de esto, han surgido algunas aproximaciones que pretenden lograr la convivencia entre la producción creciente de alimentos y la conservación de la biodiversidad. En este contexto, las zonas adyacentes son áreas con vegetación natural en superficies en desuso al interior de los predios agrícolas. Estas pueden proveer variados hábitats para diversos organismos, aportando así a la polinización, al control biológico y a la diversidad de especies (Assandri, *et al.*, 2017; Dainese *et al.*, 2017; Gavinelli *et al.*, 2018). La integración de la biodiversidad nativa funcional en el paisaje agrícola parece ser una de las estrategias más adecuadas para comenzar a lograr una agricultura más sustentable (Altieri, 1994; Landis, 2017). Chile no ha estado ajeno a los efectos de los sistemas agrícolas intensivos sobre la biodiversidad nativa, particularmente en la zona norte-central. En esta zona Mediterránea se concentra gran parte de la producción frutícola del país y se ha descrito una alta biodiversidad nativa,

la que tiene una escasa representatividad en las áreas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Así, es relevante explorar formas más sustentables de producción frutícola que permitan disminuir la tensión histórica entre la producción agrícola intensiva y la conservación de la biodiversidad nativa. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue realizar una experiencia demostrativa de incorporación de especies vegetales nativas en zonas adyacentes al interior de dos predios frutícolas de la VI Región, en el marco del Proyecto FIC “Integración de la biodiversidad a la producción frutícola regional de O’Higgins”.

II. Desarrollo del Trabajo

Se establecieron pilotajes de revegetación con especies nativas/endémicas en zonas adyacentes al interior de dos predios frutícolas productores de uva de mesa y cerezas de exportación en la Región de O’Higgins. El pilotaje del predio A se estableció en el bandejón central de un camino intrapredial y el del predio B en un área contigua al tranque de riego. Los criterios para la selección de las especies fueron privilegiar diferentes formas de vida, que fueran apropiadas a las condiciones edafoclimáticas del lugar y que presentaran diferentes épocas de floración. Esto fue realizado con la asesoría de Mónica Musalem y las plantas fueron producidas por el Vivero Pumahuida. La plantación consideró el subsolado y casillas de 60 x 60 x 60 cm. En el predio A se plantó un total de 584 individuos de 23 especies distribuidos en 410 casillas de plantación y en el predio B se plantó un total de 470 individuos de 18 especies en 205 casillas de plantación. La plantación debió realizarse en dos etapas; la primera entre octubre y noviembre de 2016 y la segunda en agosto de 2017. Ambos pilotajes fueron regados durante la época estival del período de estudio. En mayo de 2017 y octubre de 2018 se realizaron monitoreos de sobrevivencia, a través de la revisión visual del estado de cada casilla de plantación. Estas casillas fueron consideradas como unidad de muestreo, debido a que algunas especies fueron establecidas en núcleos. Adicionalmente, en diciembre de 2018 se realizaron monitoreos de cobertura, considerando la evaluación de la cobertura leñosa (transectos lineales) y de herbácea (cuadrantes), de manera independiente.

III. Resultados

En los predios A y B se observó una sobrevivencia final de 43% y 64% de las casillas plantadas, respectivamente. Las especies que presentaron un buen desempeño en el establecimiento fueron *Sophora macrocarpa*, *Salix humboldtiana*, *Quillaja saponaria*, *Maytenus boaria*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Escallonia illinita*, *Sphaeralcea obtusiloba*, *Baccharis linearis*, *Eryngium paniculatum*, *Sisyrinchium striatum*, *Libertia chilensis* y *Geum magellanicum*. Estas especies serían recomendables para el establecimiento de flora nativa en áreas no productivas en predios de la región. En el predio A, las especies con altas mortalidades fueron *Escallonia rubra*, *Pasithea caerulea*, *Fluorensia thurifera*, *Alstroemeria aurea*, *Alstroemeria ligtu*, *Aristeguietia salvia*, *Erigeron luxurians*, y en el predio B estas fueron *Armeria maritima*, *Cistanthe grandiflora*, *Lobelia excelsa*, *P. caerulea*, *Eupatorium glechonophyllum* y *Podanthus mitiqui*. La cobertura leñosa alcanzada en los pilotajes de los predios A y B fue de 43% y 17%, respectivamente. En el predio A las especies que presentaron mayor cobertura fueron *Acacia caven* y *E. paniculatum*, mientras que en el predio B fueron *M. boaria* y *E. paniculatum*. Finalmente, la cobertura de herbáceas alcanzada en los pilotajes de los predios A y B fue de 56% y 70%, respectivamente. Se evidenció la colonización de especies exóticas en ambas experiencias; en el predio A la cobertura herbácea de especies exóticas fue del 24% del pilotaje, mientras que en el predio B fue de 48%. En el pilotaje del

predio A las especies herbáceas dominantes, en términos de cobertura, fueron *S. striatum*, *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepense*, *Polygonum aviculare* y *Euphorbia serpens*. Las herbáceas dominantes del pilotaje del predio B fueron *Cynodon dactylon*, *Libertia chilensis* y *Convolvulus arvensis*.

IV. Conclusiones

Esta experiencia demostrativa permitió evidenciar que existe una importante oportunidad de utilizar espacios no productivos, disponibles al interior de los predios frutícolas, para integrar la biodiversidad nativa mediante prácticas de revegetación, aportando a su conservación. Además, permitió evaluar el comportamiento de las especies vegetales nativas seleccionadas, sirviendo este conocimiento como base para la selección adecuada de especies en el establecimiento de futuras experiencias. El desafío a futuro es evaluar los servicios ecosistémicos que estas zonas podrían proveer a la fruticultura.

Bibliografía

- Altieri, M.A. 1994. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. New York: Haworth Press.
- Assandri, G.; Bogliani, G.; Pedrini, P. y Brambilla, M. 2017. Assessing common birds' ecological requirements to address nature conservation in permanent crops: Lessons from Italian vineyards. *Journal of Environmental Management* 191, 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.071>
- Bommarco, R.; Kleijn, D. y Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution* 28, 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>
- Dainese, M.; Montecchiari, S.; Sitzia, T.; Sigura, M. y Marini, L. 2017. High cover of hedgerows in the landscape supports multiple ecosystem services in Mediterranean cereal fields. *Journal of Applied Ecology* 54, 380–388. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12747>
- FAO. 2011. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) – Managing Systems at Risk. Rome and London: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan.
- Gavinelli, F.; Barcaro, T.; Csuzdi, C.; Blakemore, R.J.; Marchan, D.F.; De Sosa, I.; Dorigo, L.; Lazzarini, F.; Nicolussi, G.; Dreon, A.L.; Toniello, V.; Pamio, A.; Squartini, A.; Concheri, G.; Moretto, E. y Paoletti, M.G. 2018. Importance of large, deep-burrowing and anecic earthworms in forested and cultivated areas (vineyards) of northeastern Italy. *Applied Soil Ecology* 123, 751–774. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.07.012>
- Landis, D.A. "Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services". *Basic and Applied Ecology*, 2017, Vol. 18, pags 1-12.
- Newbold T.; Hudson, L.N.; Hill S.L.; Contu, S.; Lysenko, I.; Senior, R.A.; Börger, L.; *et al.* (2015). Global effects and land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520: 45-50. doi:10.1038/nature14324.
- Tittensor, D.P.; Walpole, M.; Hill, S.L.; Boyce, D.G.; Britten, G.L.; Burgess, N.D. & Visconti, P. (2014) A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. *Science* 346 (6206): 241–244.

"Identificación y caracterización de la Flora Colonizadora en un tranque de relave ubicado en la zona Precordillerana de la Región de Coquimbo, comparación con vegetación del entorno y su relación con características edáficas"

Moure, D. y Green, D.

Meristema Consultores

I. Introducción

La fitoestabilización es una técnica biológica para reducir las externalidades negativas de un pasivo ambiental, como la erosión eólica, hídrica, dispersión química, inestabilidad mecánica superficial, impacto paisajístico y pérdida de recursos ecosistémicos. Las variables ecológicas y paisajísticas, son importantes porque se relacionan con la sustentabilidad del sistema, lo cual es un requisito de primera importancia para que esta solución sea considerada viable en un proceso de cierre sustentable de largo plazo. (Dietz y Schnoor, 2001; Mendez y Maier, 2008; Nichols y Latham, 2007; SKM Minmetal, 2007; Berti y Cunningham, 2000; Martin y Ruby, 2004; Zhou *et al.* 1999, Petrisor *et al.* 2004; Piha *et al.* 1995). Un tranque de relave puede ser fitoestabilizado vía plantación o siembra de plantas, o bien, vía colonización natural. El presente trabajo expone la caracterización y composición de la flora colonizadora en un tranque de relave de cobre, situado en la precordillera de la IV región, la cual se compara con la vegetación natural existente en cerros de su entorno, con el objetivo de dilucidar cuáles son los principales factores ambientales y qué estrategias de las diferentes especies explican la presencia de algunas de éstas y la forma de distribución en ambos sitios, haciendo mayor hincapié en características edáficas del sustrato de relave en relación con suelos de cerros aledaños.

II. Metodología

El estudio se realizó sobre la cubeta de un tranque de relave de 23 ha de extensión, ubicado en la zona precordillerana de la IV región, en el límite donde comienza la estepa alto andina de la Cordillera de Santiago y donde termina el Matorral Esclerófilo Andino, según la sub-clasificación de Gajardo (1994). La primera labor desarrollada consistió en estratificar el tranque; es decir, segmentar las unidades vegetacionales de acuerdo a grupos homogéneos en cobertura vegetal, composición y fisionomía de la vegetación, lo cual está determinado principalmente por las diferencias en disponibilidad de agua del suelo. Luego, se distribuyeron 30 parcelas circulares de 200 m², proporcionalmente según el tamaño de cada estrato, dentro de las cuales fueron registrados todos los ejemplares de las especies arbóreas y arbustivas, así como su estado de vigor, altura total y diámetro de copa. El estrato herbáceo fue descrito mediante observación simple de composición y cobertura aproximada. Adicionalmente, para fines comparativos, se distribuyeron nueve parcelas del mismo tamaño en cerros aledaños al tranque, en las cuales se registraron las mismas variables. Para cada especie identificada fueron calculados los índices de frecuencia y abundancia. Luego, se hizo una comparación de la vegetación presente en el tranque respecto de la presente en los cerros aledaños, tomando como base las siguientes variables: cobertura arbórea y arbustiva, índice de abundancia (expresado como el número de árboles y arbustos por unidad de superficie en total), índice de riqueza de Menhinick (1964) para especies arbóreas y arbustivas, riqueza total de especies (arbóreas, arbustivas y herbáceas) y estado de vigor de plantas arbóreas y arbustivas. De manera complementaria, se hizo un análisis comparativo entre el sustrato

de relave y los suelos de cerros del entorno, con el fin de inferir si las características edáficas inciden en las diferencias encontradas en la parte vegetal.

III. Resultados y Discusión

De la estratificación del tranque se identificaron siete unidades, determinándose que la mayor parte de los suelos más secos (8,5 ha) está ocupada por una formación de matorral dominado por romerillo (*Baccharis linearis*), mientras que en las zonas subhúmedas y húmedas domina principalmente cola de zorro (*Cortaderia rudiusscula*), abarcando 6,4 ha. Se identificaron 39 especies en el tranque, de las cuales 5 son arbóreas, 14 arbustivas o sub-arbustivas y 20 herbáceas; mientras que en el entorno se hallaron 40 especies, de las cuales 5 son arbóreas, 25 arbustivas o sub-arbustivas y 7 herbáceas; siendo sólo 20 las especies coincidentes en ambos sitios de estudio. El índice de Menhinick (1964) determinó que la riqueza de especies arbóreas y arbustivas es significativamente mayor en los cerros que en el tranque (Valor $P < 0,1\%$). La vegetación de cerros posee una densidad mucho mayor a la del tranque, así como también una cobertura significativamente mayor (Valor $P = 4,5\%$ para “densidad” y valor $P < 0,1\%$ para “cobertura”). En términos del estado de vigor general de las plantas, no hay diferencias entre la vegetación del tranque y los cerros (valor $P = 67,5\%$). En cuanto a los índices de frecuencia, densidad y cobertura; romerillo y cola de zorro son por lejos las especies principales en el tranque, seguidas por chilca (*Baccharis marginalis*), senecio (*Senecio eruciformis*), bailahuén (*Haplopappus chrysanthemifolius*) y jarilla (*Adesmia confusa*); mientras que en los cerros las especies que más aportan en cobertura son romerillo y colliguay (*Colliguaja odorifera*); y en menor medida oreganillo (*Viviana crenata*), jarilla, huañil (*Proustia cuneifolia*) y bailahuén, siendo oreganillo la que más aporta en densidad, pero curiosamente no coloniza el tranque. Finalmente, el análisis comparativo del componente edáfico determinó que los suelos de los cerros poseen diferencias respecto del sustrato de relave en algunas variables fisicoquímicas, teniendo los primeros más materia orgánica, menor salinidad, mayor concentración de potasio y zinc disponible y menor concentración de cobre disponible; con lo cual se explicaría en gran medida la incidencia del factor edáfico sobre que la vegetación natural de los cerros es más abundante y cubre de mejor manera el espacio, y a su vez, ayudaría a explicar algunas de las principales limitaciones edáficas del relave como albergue de formaciones vegetacionales más complejas; no obstante, es muy relevante el factor “tiempo”, ya que la vegetación de cerros data de procesos de sucesión ecológica más antiguos que los de un tranque de relave.

IV. Conclusiones

Seis especies representan casi el 98% de la cantidad total de plantas arbóreas y arbustivas en el tranque de relave y aportan el 80% de la cobertura total. Si bien la cobertura promedio del tranque es de 15% y la densidad de plantas arbóreas y arbustivas es de casi 2.900 PL/ha, se está aún lejos de conseguir la “vegetación meta” de los cerros, ya que ésta alberga formaciones de 6.500 PL/ha y una cobertura de 46% en promedio. Las mejores condiciones edáficas de los cerros sería uno de los factores que propicia un mejor desarrollo de la vegetación, aunque una combinación más amplia de factores incide en paralelo con la sucesión ecológica, como por ejemplo que la topografía plana de un tranque de relave con poca rugosidad dificulta la generación de nichos y micrositos, en que se facilita la germinación de semillas con el consecuente establecimiento de vegetación.

Bibliografía

- Berti y Cunningham. 2000. Phytostabilization of metals. In: Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment. Edts. I. Raskin and B. D. Ensley. Wiley Inter-Science. New York, USA. p. 71-88
- Dietz, A.C. and Schnoor, J.L. 2001. Advances in phytoremediation. *Environmental Health Perspectives* 109: 163-168
- Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165 Cabrera, 2007.
- Martin, T.A. and Ruby, M.V. 2004. Review of in situ remediation technologies for lead, zinc, and cadmium in soil. *Remediation Journal* 14 (3): 35-53
- Mendez, M.O. y Maier, R.M. 2008. Phytostabilization of mine tailings in arid and semiarid environments – an emerging remediation technology. *Environmental Health Perspectives* 116 (3): 278-283.
- Menhinick, E.F. 1964. A Comparison of some Species-Individuals Diversity Indices Applied to Samples of Field Insects. *Ecology*, 45 (4): 859-861
- Petrisor, I.G.; Dobrota, S.; Komnitsas, K.; Lazar, I.; Kuperberg, J.M. and Serban, M. 2004. Artificial Inoculation-Perspectives in Tailings Phytostabilization. *International Journal of Phytoremediation* 6: 1-15.
- Piha, M.I.; Vallack, H.W.; Reeler, B.M. and Michael, N. 1995. A low input approach to vegetation establishment on mine and coal ash wastes in semi-arid regions. I. Tin mine tailings in Zimbabwe. *Journal of Applied Ecology* 32: 372-381.
- SKM Minmetal. 2007. Guía metodológica para cierre de faenas mineras. Consultoría para el Servicio Nacional de geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN).
- Zhou, L.B.; Van de Graaff, R.; Dai, H.W.; Wu, Y.J. and Wall, L.N. 1999. Rehabilitation of copper mine tailings al zhong tiao shan and tong ling, China. In: *Remediation and management of degraded lands*. Edts. M. H. Wong, J. W. C. Wong and A. M. J. Baker. CRC Press LLC. Florida, USA. p. 111-121

Línea Temática:
Mitigación Ambiental y Servicios Ecosistémicos

10

**"Fitorremediación de relaves mineros con *Carpobrotus chilensis* (Molina)
N.E. BR. (Doca)"**

Tapia, Y.¹; Casanova, M.¹; Castillo, B.¹; Acuña, E.¹; Antilén, M.² y Cornejo, P.³

¹ Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

² Facultad de Química y de Farmacia, Pontificia Universidad Católica de Chile.

³ Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de la Frontera.

I. Introducción

Chile es el primer productor de cobre en el mundo, generando un importante volumen de residuos llamados relaves mineros, que se depositan como pasivo ambiental, afectando significativamente el entorno y generando riesgos potenciales como la contaminación de suelos y aguas, debido a que son fuente de metales y sulfatos. En Chile, los depósitos de relaves son alrededor de 740 de los cuales 469 encuentran inactivos y 170 abandonados (SERNAGEOMIN, 2018). Para el manejo de estos residuos, la estrategia de fitoestabilización implica el establecimiento de cubierta vegetal que acumula los elementos preferentemente en raíz y favorece su crecimiento con la aplicación de enmiendas orgánicas, con el objetivo de recuperar el paisaje. Las plantas adecuadas para la fitoestabilización deben ser resistentes a salinidad, a la escasez de agua, generar biomasa en corto tiempo y tolerantes a metales y sulfatos. *Carpobrotus chilensis* (doca) es una planta nativa de Chile, ornamental por follaje y color, y distribuida entre La Serena y Valdivia (Riedemann y Aldunate 2000). Esta planta está generalmente presente en bordes costeros, utilizada en jardinería urbana como cubresuelos y para contener pendientes en carreteras. Las características de esta planta son interesantes para la fitoestabilización de relaves mineros. Las investigaciones actuales en relaves mineros centran su interés en los elementos metálicos que puedan absorber las plantas (Acosta *et al.*, 2018), y son escasas las investigaciones en absorción de azufre en plantas nativas y ornamentales. El objetivo de investigación fue evaluar la generación de biomasa y absorción de azufre de *Carpobrotus chilensis* cultivada en relaves mineros con la adición de enmiendas orgánicas.

II. Metodología

La investigación se llevó a cabo en condiciones de invernadero en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile entre los meses de marzo y agosto 2018. Los relaves mineros se obtuvieron del Tranque de relaves Ovejería de CODELCO DAND. Las plantas de *Carpobrotus chilensis* (doca) se establecieron en relaves mineros, con la adición de compost en dosis de 5,0% (peso/peso) y con adición de sustancias húmicas comerciales en dosis 0,04% (p/p). El compost se obtuvo de restos vegetales de ferias y domicilios de la comuna de La Pintana. Las sustancias húmicas comerciales corresponden al producto PowHumus (HumintechGmbH, Germany). El ensayo se mantuvo durante 180 días. Previamente en los relaves mineros y enmiendas orgánicas se determinaron las principales características químicas: pH en extracto acuoso (1:2,5 p/v), conductividad

eléctrica (CE) en extracto de saturación, materia orgánica por calcinación a 360 °C, azufre (S) disponible mediante extracción con dihidrógeno fosfato de calcio y capacidad de intercambio catiónico con acetato de amonio a pH 7.0. Las sustancias húmicas fueron evaluadas según metodología de Stevenson (1994). Se realizó la evaluación del total de sulfatos lixiviados desde las macetas mediante sumatoria de las cargas en mg kg⁻¹. En plantas, se determinó materia seca y concentración de S en parte aérea y raíz (Sadzawka *et al.*, 2007). Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza y las diferencias significativas se evaluaron con el test de Tuckey con $p \leq 0,05$.

III. Resultados y Discusión

En relación a las propiedades químicas, las sustancias húmicas comerciales presentan una mayor capacidad de intercambio catiónico, contenido de extracto húmico total y ácidos fúlvicos y húmicos que el compost (Cuadro 1), lo que indica una mayor reactividad química. En relación al S, las enmiendas hacen un aporte significativo de este elemento en comparación a los relaves, sin embargo, en las macetas cultivadas en relaves con doca la lixiviación de sulfatos con adición de sustancias húmicas comerciales disminuyó significativamente (relaves con sustancias húmicas: 148,6; relaves con compost: 321,6 y relaves: 265,6 en mg kg⁻¹). Estos resultados indican la formación de complejos entre el S y sustancias húmicas que disminuyeron la lixiviación de sulfatos. La planta doca creció en relaves mineros sin aplicación de enmiendas, lo que indica tolerancia a la falta de nutrientes. Sin embargo, la aplicación de compost favoreció significativamente la generación de biomasa de la parte aérea en doca (Cuadro 2), efecto que es favorable para la fitoestabilización. En ensayos similares, las sustancias húmicas no han favorecido el crecimiento de esta especie (Tapia *et al.*, 2017). En relación a la absorción de S en doca, la aplicación de ambas enmiendas aumentó la concentración de este elemento en parte aérea alcanzando niveles de 0,5% que son normales en las plantas (Havlin *et al.*, 2014). En raíz la adición de compost disminuyó la concentración de S. En general, la concentración de S en doca cultivada en relaves mineros fue mayor en raíz que en parte aérea, lo que es uno de los objetivos de la fitoestabilización.

IV. Conclusiones

Las plantas de *Carpobrotus chilensis* (doca) pueden crecer en relaves mineros y la aplicación de compost favoreció significativamente su crecimiento.

Las sustancias húmicas comerciales disminuyeron la lixiviación de sulfatos desde las macetas cultivadas con doca lo que es atribuible a su mayor composición de ácidos húmicos con respecto al compost.

Se recomienda el cultivo de doca en relaves mineros con la aplicación de compost para la incorporación de cubierta vegetal y recuperación del paisaje.

Bibliografía

- Acosta *et al.* 2018. Phytoremediation of mine tailings with *Atriplex halimus* and organic/inorganic amendments A five-year field case study. *Chemosphere* 204: 71-78.
- Havlin, J.; Tisdale, S.; Nelson, W. y Beaton, J. 2014. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to nutrient management*, 8th edition. Pearson, USA.
- Riedemann, P. y Aldunate, G. 2004. Flora nativa de valor ornamental. In: *Identificación y propagación*. Segunda Edición. Riedemann y Aldunate, Chile (ISSN 956-299-433-3 Inscripción: N° 11689).

Sadzawka, A.; Grez, R.; Moran, M.; Saavedra, N.; Carrasco, M.; Flores, H. y Rojas, C. 2007. Métodos de análisis de tejidos vegetales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Serie Actas N° 40. Santiago de Chile.

SERNAGEOMIN. 2018. <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>

Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry. John Wiley and Sons Inc., N.Y., USA.

Tapia, Y.; Bustos, P.; Salazar, O.; Casanova, M.; Castillo, B.; Acuña, E. y Masaguer, A. 2017. Phytostabilization of Cu in mine tailings using native plant *Carpobrotus aequilaterus* and the addition of potassium humates. *J Geochem Exploration*. 183:102-113.

Cuadro 1. Propiedades químicas de los relaves mineros, compost y sustancias húmicas comerciales. Valores promedio \pm desviación estándar (n=4).

Propiedad	Relaves mineros	Compost	Sustancias húmicas
pH	7,01 \pm 0,3	8,1 \pm 0,1	9,7 \pm 0,1
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	3,21 \pm 0,4	4,5 \pm 0,1	11,5 \pm 0,1
Materia orgánica (%)	0,62 \pm 0,05	22,9 \pm 0,7	28,3 \pm 0,1
Capacidad de intercambio catiónico (cmol _c kg ⁻¹)	5,30 \pm 0,05	74,9 \pm 3,1	144,1 \pm 1,9
Azufre disponible (mg kg ⁻¹)	962 \pm 58	1897 \pm 569	1797 \pm 133
Carbono de extracto húmico (g kg ⁻¹)	-	15,6 \pm 3,5	176,3 \pm 5,0
Carbono ácidos húmicos (g kg ⁻¹)	-	11,4 \pm 9,4	136,4 \pm 3,8
Carbono ácidos fúlvicos (g kg ⁻¹)	-	4,2 \pm 2,5	39,8 \pm 2,5

Cuadro 2. Masa seca y concentración de azufre en parte aérea y raíz de *Carpobrotus chilensis*. Valores promedio \pm desviación estándar (n=4).

Tratamiento		Masa seca (g)	Concentración de azufre (%)
Relaves mineros	Parte aérea	46,6 \pm 9,0a	0,33 \pm 0,09a
Relaves mineros+compost	Parte aérea	71,6 \pm 2,2b	0,50 \pm 0,09b
Relaves mineros+sustancias húmicas	Parte aérea	54,8 \pm 4,3a	0,49 \pm 0,06b
Relaves mineros	raíz	3,4 \pm 1,3a	3,11 \pm 0,21a
Relaves mineros+compost	raíz	3,7 \pm 0,4a	1,97 \pm 0,22b
Relaves mineros+sustancias húmicas	raíz	4,0 \pm 0,3a	2,93 \pm 0,61a

Letras distintas entre tratamientos para un tejido vegetal, indican diferencias significativas.

"Experiencias en la reintroducción de la flora nativa en agroecosistemas vitícolas de Chile Central"

Larraín, J.

Consultor independiente

I. Introducción

La zona central de Chile concentra una gran riqueza de flora con una representación importante de elementos endémicos (Cowling *et al.* 1996; Arroyo & Cavieres 1997). Esta zona es a su vez la más poblada del país por lo que carga con una larga historia de deterioro ambiental, simplificación y reemplazo de sus ecosistemas originales, ambas situaciones han determinado que se considere como uno de los hotspots para la conservación de la biodiversidad mundial (Arroyo *et al.* 1999; Myers *et al.* 2000). En contraste la representación de los ecosistemas de tipo mediterráneo en el sistema de áreas silvestres protegidas por el estado no supera el 3% (Cox and Underwood, 2011; Wilson *et al.*, 2007).

Por otro lado la zona central de Chile concentra la mayor superficie agrícola nacional, en esta se desarrolla una pujante industria vitícola que en busca de "terroir" ha contribuido a expandir la frontera agrícola por sobre áreas de bosque y matorral esclerófilo.

El presente trabajo se orienta hacia presentar un ejemplo en la reintroducción de flora nativa a sistemas vitícolas de Chile central, explora aspectos metodológicos en cuanto a la planificación espacial y la selección de la especie, entrega resultados en cuanto al prendimiento de las plantaciones, a su contribución en cuanto a la asociación de elementos faunísticos y explora los beneficios para el sistema agrícola el incorporar a la planificación y al manejo áreas de flora nativa.

II. Desarrollo del Trabajo

Se expone el caso de viña Tarapacá, Comuna de Isla de Maipo. El predio es colindante con el sitio prioritario I para la conservación de la biodiversidad denominado Cordón de Cantillana y con el Río Maipo, el área entre ambas áreas se encuentra intervenida con la instalación de viñedos, lo que ha determinado una desconexión entre ambas zonas. Por consiguiente durante 2016 se desarrolló un plan estratégico de biodiversidad, el cual se orienta a reconectar ambas áreas a partir de la integración de flora nativa. El plan supone la reintegración de 110 has a flora nativa, lo que constituye aproximadamente el 15% de la superficie cultivada del predio.

Para seleccionar las áreas de reincorporación se integraron diversos criterios, como antiguos cursos de agua, espacios retazos disponibles a bordes de camino y canales y áreas de cultivo con bajo rendimiento. Se articuló la estrategia con el plan de renovación de los viñedos. Para la selección de especies (tabla en anexo) se relacionaron las siguientes fuentes: la propuesta de pisos bioclimáticos y vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2006), el inventario de biodiversidad del predio (IEB, 2014), La disponibilidad de especies en el mercado. Se consideró además al tipo de estrato que corresponde la especie y la época de floración, con el objeto de articular lo dispuesto con el manejo agroecológico de plagas.

A partir del año 2017 se comenzó a materializar el plan, el cual va por su tercer año, lo que ha permitido realizar evaluaciones entorno a la presencia de entomofauna y su rol en la agricultura y entregar luces al manejo y requerimientos de la flora nativa instalada.

III. Resultados

En primer término se debe considerar que los resultados esperados obedecen a la materialización total del plan, entre estos estarían la reconexión del río Maipo con el macizo de Cantillana, la construcción de un nuevo paisaje predial, la asociación de elementos faunísticos a las áreas plantadas y el restablecimiento de servicios ecosistémicos. A la fecha se cuenta con algunos resultados parciales:

1. Existe un aporte significativo a la calidad del paisaje predial en la medida que se incorporan elementos de flora nativa que contribuyan a romper el monocultivo. Además existe una apreciación favorable respecto de estas áreas por parte de los diferentes equipos humanos con los que se relacionan.
2. Las especies incorporadas se han adaptados favorablemente a las condiciones prediales, alcanzando un porcentaje de supervivencia superior al 90% y un desarrollo significativo a menos de dos años de su instalación, muchas incluso han logrado reproducirse en el lugar.
3. Tras menos de dos años de introducción las especies instaladas logran atraer a distintos elementos de la fauna local, entre los que destacan aves y reptiles, además entomofauna.
4. Tras un año de instalación se realizaron evaluaciones de artrópodos presentes, se encontró que la flora nativa principalmente atrae agentes neutros y benéficos para los cultivos.

IV. Conclusiones

En un escenario ampliamente desfavorable para la conservación de la flora nativa, la reintegración de ésta como parte de la planificación agrícola, abre una ventana para su restablecimiento y conservación fuera de las áreas naturales, situación que además de aportar a su conservación puede contribuir a desarrollar servicios ecosistémicos favorables para la agricultura.

Bibliografía

- Arroyo, M.T.K. & Cavieres, L. 1997. The Mediterranean-type climate flora of central Chile - What do we know and how can we assure its protection?. *Noticiero de Biología (Chile)* 5: 48-56
- Cowling, R.M.; Rundel, P.W.; Lamont, B.B; Arroyo, M.T.K. & Arianoutsou, M. 1996. Plant diversity in mediterranean climate regions. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 362-366
- Cox, R.L.; Underwood, E.C. 2011. The importance of conserving biodiversity outside of protected areas in Mediterranean ecosystems. *PLoS One* 6.
- Instituto de Ecología y Biodiversidad, Inventario de biodiversidad grupo San Pedro Tarapacá, fundo el Rosario de Naltagua, IEB, Ñuñoa, Santiago de Chile, 2014.
- Luebert, F & Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 307 pp.
- Wilson, K.A.; Underwood, E.C.; Morrison, S.A.; Klausmeyer, K.R.; Murdoch, W.W.; Reyers, B.; Wardell-Johnson, G.; Marquet, P.A.; Rundel, P.W.; McBride, M.F.; Pressey, R.L.; Bode, M.; Hoekstra, J.M.; Andelman, S.; Looker, M.; Rondinini, C.; Kareiva, P.; Shaw, M.R.; Possingham, H.P. 2007. Conserving biodiversity efficiently: what to do, where, and when. *PLoS Biol.* 5, 1850-1861.

Tabla 1: Nombre común y científico de especies nativas utilizadas para su reincorporación a viña Tarapacá.

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	Barba de Viejo	<i>Ageratina glechonophyllum</i>
Cola de Zorro	<i>Cortaderia rudiusscula</i>	Bollén	<i>Kageneckia oblonga</i>
Chequén	<i>Luma chequen</i>	Colliguay	<i>Colliguaja odorifera</i>
Fulel	<i>Solidago chilensis</i>	Atutemo	<i>Llagunoa glandulosa</i>
Barraco	<i>Escallonia illinita</i>	Huingán	<i>Schinus polygamus</i>
Patagua	<i>Crinodendron patagua</i>	Mitique	<i>Podanthus mitiqui</i>
Lingue	<i>Persea lingue</i>	Salvia macho	<i>Aristeguetia salvia</i>
Baccharis de tres esquinas	<i>Baccharis sagitata</i>	Corontillo	<i>Escallonia pulverulenta</i>
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	Escabiosa	<i>Erigeron luxurians</i>
Canelo	<i>Drimis winterii</i>	Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>
Culén	<i>Psoralea glandulosa</i>	Espino	<i>Acacia caven</i>
Belloto del norte	<i>Beilschmiedia miersii</i>	Quebracho	<i>Senna candolleana</i>
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	Vautro	<i>Baccharis concava</i>
Corcolén	<i>Azara serrata</i>	Espinillo	<i>Adesmia confusa</i>
Naranjillo	<i>Citronella mucronata</i>	Buchu	<i>Haplopappus velutinus</i>
Lilén Celastrina	<i>Azara celastrina</i>	Flor del minero	<i>Centaurea chilensis</i>
Peumo	<i>Cryptocaria alba</i>	Menta de árbol	<i>Clinopodium chilense</i>
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>
Huilmo	<i>Sysirinchium striatum</i>	Maravilla de Campo	<i>Flourensia thurifera</i>
Mayu	<i>Sophora macrocarpa</i>	Chagual amarillo	<i>Puya berteroniana</i>
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	Chagual verde	<i>Puya alpestris</i>
Molle	<i>Schinus latifolius</i>	Chupalla	<i>Eryngium paniculatum</i>
Lechero	<i>Adenopeltis serrata</i>	Natre	<i>Solanum ligustrinum</i>
Corcolén dentata	<i>Azara dentata</i>	Tupa	<i>Lobelia excelsa</i>
Salvia blanca	<i>Sphacele salvia</i>	Coirón	<i>Amelichloa caudata</i>

12

"Caracterización de la conductancia y densidad estomática en cubresuelos nativos e introducidos, para su potencial uso en techos verdes"

Maturana, A.¹; Steinfert, U.¹; Alborno, F.¹ y Vera, S.^{2,3}

¹Facultad de Agronomía e Ing. Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

²Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

³Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), Santiago, Chile.

I. Introducción

Los techos verdes pueden mejorar la eficiencia energética al interior de edificios, existiendo modelos que predicen hasta 25% de reducción en flujos de calor entrante (Tabares-Velasco y Srebric, 2011). El tipo de techo verde y la fisiología de las especies determinan su potencial de enfriamiento. Entre estas últimas se consideran (i) la transpiración y apertura estomática, (ii) tipo de fotosíntesis, (iii) propiedades ópticas (reflectancia y transmisividad) de la luz, (iv) arquitectura, LAI y anatomía foliar (Vaz Monteiro *et al.*, 2017). Sin embargo, existe poca información sobre dichas características, ya que

la selección de especies se basa en su sobrevivencia a condiciones áridas y sin riego, en vez de su potencial de enfriamiento, siendo el género *Sedum* el más utilizado. Por lo tanto, es importante comparar especies tradicionalmente usadas en techos verdes con otras que puedan presentar mayor potencial de enfriamiento y sobrevivencia, como las nativas de clima mediterráneo (Blanusa *et al.*, 2013; Montenegro, 2000). El objetivo de este estudio es caracterizar la conductancia (g_s) y densidad estomática en diez especies de cubresuelos nativos e introducidos bajo dos regímenes de riego. Se espera que g_s disminuya junto al contenido volumétrico de humedad (VWC), y que las especies nativas presenten mayor g_s (en condiciones de riego) y densidad estomática comparado con las introducidas.

II. Metodología

Se seleccionaron 10 especies de cubresuelos nativos (*G. magellanicum*, *P. caerulea*, *S. radicans*, *G. berterii* y *P. reptans*) e introducidos (*A. cordifolia*, *S. spurium* var. verde, rojo e híbrido y *S. palmeri*). En los invernaderos de la Facultad de Agronomía e Ing. Forestal de la PUC, se implementó un ensayo con riego a capacidad de contenedor cada dos días y uno sin riego, ambos con diseño completamente al azar, 4 macetas por unidad experimental y 3 repeticiones. Se determinó el VWC midiendo la densidad aparente del sustrato y pesando una maceta de cada repetición en una balanza, descontando la masa de la planta y la maceta. La g_s y temperatura del aire fueron determinadas con un porómetro foliar SC-1 (Decagon Devices, Estados Unidos) en la cara adaxial y abaxial de una hoja central de una planta por unidad experimental. La radiación PAR fue registrada con un sensor Smart PAR (HOBO®, Estados Unidos). La densidad estomática y la longitud del poro estomático fueron determinados en hojas desarrolladas del ensayo con riego mediante el método de Weyer y Johansen (1985). Se tomaron fotografías al microscopio óptico con 10X y fueron procesadas con el programa ImageJ®. Las mediciones se realizaron en octubre y diciembre de 2018, durante tres días soleados y sin lluvia. Se realizó ANDEVA y LSD para todas las variables, análisis de regresión lineal (g_s , condiciones ambientales y VWC), y de regresión no lineal hiperbólico (g_s y densidad estomática) y exponencial (densidad estomática y longitud del poro estomático).

III. Resultados y Discusión

La g_s fue mayor en el tratamiento con riego, y no se vio afectada por VWC, pero sí por la temperatura promedio y la radiación PAR diaria en ambos ensayos. La g_s varió entre las especies en octubre y diciembre en ambos ensayos, siendo mayor en las nativas que en las introducidas, particularmente en *P. reptans* y *G. berterii*. En el ensayo sin riego, durante diciembre, sólo sobrevivieron las especies introducidas. Los valores de g_s de este estudio fueron bajos (31 – 128 mmol m⁻² s⁻¹ para especies suculentas y 75 – 170 mmol m⁻² s⁻¹ para especies no suculentas) comparado con otros autores, que reportaron valores especies entre 80 y 130 mmol m⁻² s⁻¹ para suculentas, y entre 171 y 376 mmol m⁻² s⁻¹ para no suculentas (Vaz Monteiro *et al.*, 2017). De acuerdo al comportamiento estomático durante el día, las especies nativas podrían asociarse al metabolismo C3, mientras que *A. cordifolia* y *S. palmeri* al metabolismo CAM. Por su parte, *S. spurium* rojo, verde e híbrido mostraron variaciones en g_s entre los ensayos, que podrían asociarse al metabolismo CAM facultativo. Sin embargo, es necesario comprobar esto con más análisis (Von Caemmerer y Griffiths, 2009). Por otra parte, la densidad estomática fue similar a lo reportado por otros autores, aunque varió en algunas especies entre la cara adaxial y abaxial. *A. cordifolia*, *S. spurium* híbrido, *G. magellanicum* y *P. caerulea* corresponden a especies

hipostomáticas, mientras que las demás corresponden a especies amfistomáticas, según El-Sharkawy *et al.* (1985). Por último, se estableció una relación positiva entre g_s y densidad estomática, y una negativa entre densidad estomática y longitud del poro estomático.

IV. Conclusiones

Se recomienda continuar estudiando las especies nativas *P. reptans* y *G. berterii*, y las especies introducidas *S. spurium* rojo, verde e híbrido: Las dos especies nativas presentan mayor g_s , mientras que las tres introducidas se asociarían a metabolismo CAM facultativo. Las dos primeras no pueden sobrevivir largos períodos sin riego como las tres últimas, lo que aporta a la discusión del costo y beneficio de incorporar este tipo de especies en techos verdes.

Bibliografía

- Blanusa, T.; Vaz Monteiro, M.; Fantozzi, F.; Vysini, E.; Li, Y. y Cameron, R.W.F. 2013. Alternatives to Sedum on green roofs: Can broad leaf perennial plants offer better 'cooling service'? Buildings and environment. 59: 99 – 106.
- El-Sharkawy, M.A.; Cock, J.H. y Hernandez, A. 1985. Stomatal response to air humidity and its relation to stomatal density in wide range of warm climate species. Photosynthesis research. 7: 137-149.
- Montenegro, G. 2000. Chile nuestra flora útil. (1ª ed.). Santiago, Chile: Ediciones universidad católica de Chile.
- Tabares-Velasco, P.C. y Srebric, J. 2012. A heat transfer model for assesment of plant based roofing systems in summer conditions. Building and environment. 49: 310–323.
- Vaz Monteiro, M.; Blanusa, T.; Verhoef, A.; Richardson, M.; Hadley, P. y Cameron, R.W.F. 2017. Functional green roofs: importance of plant choice in maximizing summertime environmental cooling and substrate insulation potential. Energy and buildings. 141: 56–68.
- Von Caemmerer, S. y Griffiths, H. 2009. Stomatal response to CO₂ during a diel Crassulacean acid metabolism cycle in *Kalanchoe daigremontiana* and *Kalanchoe pinnata*. Plant, cell and environment. 32: 567–576.
- Weyer, J. y Johansen, L. 1985. Accurate estimation of stomatal aperture from silicone rubber impressions. New phytologist. 101: 109–115.

Línea Temática:
Propagación, Domesticación y Técnicas de Establecimiento

13

"Micropropagación de *Nolana intonsa* I.M. Johnst como herramienta de conservación y domesticación"

Morales-Tapia, P.¹ y Hepp, J.²

¹ Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

² Jardín Botánico Chagual, Parque Metropolitano, Santiago, Chile.

I. Introducción

Nolana intonsa I.M. Johnst. es una especie endémica de Chile, anual o perenne, la cual se desarrolla bajo condiciones extremas de estrés hídrico en el Desierto de Atacama. A pesar de su gran potencial ornamental, debido a su hábito de crecimiento, abundante floración y capacidad de florecer por largos períodos cuando hay agua disponible, se trata de una especie relativamente poco conocida. Por otro lado, la categoría de conservación de *N. intonsa* no ha sido definida formalmente, pero su distribución es muy restringida, habitando solo en los oasis de Niebla de Tarapacá: Punta Gruesa, Punta Patache y Punta Lobos (Mesa *et al.*, 1998). Adicionalmente, la especie presenta una muy baja germinación en semillas colectadas en el oasis de Patache (Hepp *et al.*, en preparación) y en años recientes se ha encontrado una muy alta frecuencia de embriones ausentes o cámaras embrionarias vacías, llegando al 82% (Hepp *et al.*, en preparación). Esto es especialmente preocupante si se tiene en cuenta que las proyecciones para el territorio nacional son de mayores temperaturas y menores precipitaciones hacia mediados de siglo (MMA, 2016), observando una declinación en la vegetación de los oasis de niebla, con pérdida de vitalidad de las plantas y retroceso de poblaciones individuales (Schultz *et al.*, 2011), lo que hace necesario buscar estrategias de conservación *ex situ* que permitan la preservación y estudio futuro de este tipo de recurso genético. En este sentido, la micropropagación se convierte en una estrategia viable para la conservación y futura domesticación de *N. intonsa*.

En este trabajo se exponen los resultados obtenidos al evaluar diferentes medios de cultivo base (MS, WPM Y DKW) y se describe el sistema de aclimatación utilizado para la generación de un eficiente protocolo de micropropagación de *N. intonsa*.

II. Metodología

Se recolectaron brotes herbáceos de plantas de *N. intonsa* mantenidas en macetas bajo condiciones de invernadero. Las ramillas fueron pre-acondicionadas y sumergidas en solución fungicida de Captan 20 g/L (30 min). Bajo cámara de flujo, las ramillas fueron pasadas por solución de etanol al 70% (10 s.), para luego ser lavadas en solución de cloro comercial al 20% (15 min). Finalmente se realizaron 3 lavados en agua estéril (5 min). Las ramillas fueron cortadas en secciones uninodales, los que se ubicaron individualmente en tubos con medio de cultivo (MS con vitaminas; 0,2 mg/L de BAP; 30 g/L de sacarosa; 7 g/L de agar; pH 5,8). Pasadas 4 semanas, los brotes regenerados fueron repicados a medio fresco, repitiendo el procedimiento cada 5 semanas hasta obtener un stock suficiente. Para determinar el mejor medio para la multiplicación de *N. intonsa*, se establecieron 3 tratamientos

modificando el medio base: MS (control); WPM (T1); DKW (T2). Todos los medios fueron suplementados con 0,2 mg/L de BAP; 30 g/L de sacarosa; 7 g/L de agar; pH 5,8. Luego de 3 ciclos de 5 semanas en los respectivos medios, 60 plantas por tratamiento fueron evaluadas, midiendo: tasa de multiplicación, número de brotes, altura (cm), nivel de daño (0 a 5, 0=sin daño y 5=planta muerta), peso fresco (g); peso seco (g); contenido de humedad (%). Los datos fueron analizados mediante la prueba de Kruskal-Wallis y el análisis de correlación de Pearson. Para la aclimatación, 100 microbrotes de 3 a 4 cm fueron sumergidos en solución fungicida (Captan 20 g/L por 10 min) y tratados con enraizante Kari Root. Se utilizó una mezcla 50/50 de turba y fibra de coco previamente esterilizada en autoclave (121°C por 60 min). Las almacigueras fueron puestas en cajas plásticas transparentes con tapa para evitar la deshidratación y ubicadas en cámara de crecimiento (23°C ± 2°C y 16 h. luz). Luego de 30 días las cajas fueron llevadas a invernadero, realizando una apertura paulatina durante 3 semanas. Transcurridos 5 semanas, las plantas fueron transplantadas a bandejas forestales de 50 alveolos.

III. Resultados y Discusión

Las microplantas desarrolladas en medio de cultivo DKW (T2) mostraron el mejor desarrollo *in vitro*, mostrando una tasa de multiplicación, número de brotes y altura significativamente mayores que el resto de los tratamientos, mientras que el nivel de daño fue significativamente menor en dicho medio. En cuanto al peso fresco (g), peso seco (g) y contenido de humedad (%), no se observaron diferencias significativas entre los medios MS y DKW, mientras que el medio WPM mostró valores significativamente menores (tabla 1, ANEXO 1). Al observar los resultados del análisis de correlación, la tasa de multiplicación de *N. intonsa* tiene una fuerte relación directa con el número de brotes laterales ($r = 0,89$; $p\text{-valor} = <0,0001$), seguido por el peso fresco ($r = 0,72$; $p\text{-valor} = <0,0001$) para todos los tratamientos. En el caso de los brotes laterales resulta lógica la relación, ya que en condiciones *in vitro*, esta especie se multiplica mayoritariamente por separación de brotes laterales.

En cuanto al proceso de aclimatación, luego de 4 semanas en cámara de crecimiento se observaron raíces en la base de la bandeja almaciguera, lo que se utilizó como indicador para trasladar las plantas a invernadero, donde se continuó con el proceso de aclimatación a través de la apertura y ventilación paulatina de las plantas. Finalmente, a las 5 semanas, el 88% de las plantas fueron aclimatadas y transplantadas con éxito.

IV. Conclusiones

La micropropagación de *N. intonsa* es factible, observando los mejores resultados al utilizar medio base DKW, obteniendo una tasa de multiplicación cercana a 6, generando un eficiente sistema de micropropagación, lo que implica un avance significativo en el proceso de domesticación y estudio de la especie. Esta metodología puede convertirse en una poderosa herramienta de conservación tanto *ex situ*, a partir de bancos de germoplasma, como *in situ*, posibilitando el repoblamiento con individuos micropropagados.

Bibliografía

Hepp, J. & Dillon, M.O. 2018. A new endemic species of *Nolana* (Solanaceae-Nolaneae) from near Iquique, Chile / Una nueva especie endémica de *Nolana* (Solanaceae-Nolaneae) cerca de Iquique, Chile. *Arnaldia* 25(2): 323-338.

- Johnston, I. A Study of the *Nolanaceae*. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, 1936, 71(1), p. 1-83.
- Mesa, A.; Muñoz-Schick, M. y Pinto, R. 1998. Presencia de *Nolana adansonii* (Roemer y Schultes) Johnst. (*Nolanaceae*) en el desierto costero de Iquique, Norte de Chile. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural N°333.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2016. Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 504 pp. Disponible en <http://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/TCN-2016b1.pdf>

Anexo I

Tabla 1. Desarrollo *in vitro* de microplantas de *N. intonsa* al ser cultivadas en 3 diferentes medios de cultivo.

Tratamiento	n	Tasa de multiplicación	Número de brotes	Altura (cm)	Nivel de daño	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Cont. Humedad (%)
MS (Control)	60	2,83 ^b	4,07 ^b	2,50 ^b	0,68 ^b	1,39 ^a	0,08 ^a	94,26 ^a
WPM (T1)	60	2,47 ^b	3,57 ^b	2,01 ^c	0,82 ^b	1,02 ^b	0,06 ^b	93,34 ^b
DKW (T2)	60	5,98 ^a	6,68 ^a	4,24 ^a	0,07 ^a	1,66 ^a	0,08 ^a	95,01 ^a

Diferentes letras como superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

14

"Efectos del riego y sombra en procesos de reforestación en Chile Central"

Becerra, P. y Figueroa, C.

Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

I. Introducción

Los ecosistemas de clima mediterráneo, tales como el de Chile central, han sido fuertemente reemplazados y degradados, y requieren importantes esfuerzos de restauración. En estos ecosistemas uno de los factores más limitantes para el establecimiento de plantas es la baja disponibilidad de agua. Varios trabajos han evaluado técnicas para reducir el estrés hídrico en procesos de reforestación y restauración de la vegetación. La técnica más empleada ha sido el riego durante las estaciones más secas (e.g. Rey-Benayas *et al.*, 2002; Siles *et al.*, 2010; Becerra *et al.*, 2013). Sin embargo, hay trabajos que muestran que en algunas especies, bajo condiciones climáticas de mayor precipitación o hábitat húmedos, el riego no necesariamente genera incrementos importantes en el establecimiento o crecimiento de plantas (Becerra *et al.*, 2013). Otra técnica para reducir el estrés hídrico es la aplicación de sombras artificiales o naturales (Rey-Benayas, 1998; Padilla & Pugnaire, 2009). Esto genera beneficios tanto por la reducción de la evaporación del agua del suelo, como por la reducción de la temperatura del aire y transpiración de la planta (Hastwell & Facelli, 2003). En ecosistemas semiáridos estos efectos positivos serían mayores que posibles efectos negativos por reducción de la luminosidad (Callaway, 2007). Es posible que el efecto positivo de la sombra compense la ausencia de riegos, generando una sobrevivencia similar a la que habría si se aplican riegos. En Chile central, pocos trabajos han evaluado los requerimientos de riego bajo diferentes condiciones climáticas, y el

potencial de compensación al riego que pueden generar tratamientos de sombra. En este estudio se evalúa el efecto de distintos tratamientos de riego bajo diferentes condiciones climáticas, y el efecto de tratamientos de sombra, sobre diferentes especies leñosas de la zona central de Chile.

II. Metodología

Se evalúan dos experimentos de reforestación. El primer experimento se llevó a cabo en dos localidades (Pirque, RM, y RN Lago Peñuelas, Región de Valparaíso). En junio de 2014, en cada localidad se plantaron 720 plantas de cada una de 4 especies (*Quillaja saponaria*, *Lithrea caustica*, *Colliguaja odorifera*, *Schinus polygamus*). A un tercio de las plantas de cada especie se les aplicó riego (1 L) cada semana entre noviembre y mayo de los veranos 2014-15 y 2015-16, a otro tercio un riego cada dos semanas, y al otro tercio no se le aplicó riego. Además, a un cuarto de las plantas de cada tratamiento de riego se les aplicó cada uno de los siguientes tratamientos de sombra: malla raschel (color negro, 80% de sombra), shelter de policarbonato verde, casilla profunda en que la base de la planta queda 30 cm bajo el nivel del suelo, control sin sombra. El segundo experimento se desarrolló en la localidad de Rastrojos, comuna de San Javier, Región del Maule. En esta localidad, en junio de 2018 se instalaron dos plantaciones separadas por 5 km. En cada plantación se plantaron 400 plantas de 10 especies leñosas nativas de Chile central (40 plantas por especie) (*Quillaja saponaria*, *Maytenus boaria*, *Schinus polygamus*, *Lithraea caustica*, *Escallonia pulverulenta*, *Cryptocarya alba*, *Peumus boldus*, *Aristolelia chilensis*, *Sophora macrocarpa*, *Buddleja globosa*). A todas las plantas se les instaló un shelter de policarbonato de color verde de 0,8 m de alto. A la mitad de las plantas de cada especie (20 plantas) se le aplicó un riego desde noviembre de 2018 hasta mayo de 2019, de 2 L entregados en un día por mes.

III. Resultados y Discusión

En el experimento desarrollado en Pirque y RN Peñuelas se observó que los tratamientos de riego incrementaron la sobrevivencia en las 4 especies en ambas localidades, sin embargo, sólo en *Q. saponaria* un riego más frecuente generó más sobrevivencia que uno menos frecuente. Por otro lado, la aplicación de malla raschel y policarbonato incrementó significativamente la sobrevivencia en las 4 especies en comparación con plantas sin sombra y plantas ubicadas en casillas profundas. Sin embargo, la plantación en casilla profunda también generó mayor sobrevivencia que sin sombra, aunque sólo en *Q. saponaria*, *C. odorifera* y *S. polygamus*. Adicionalmente, el efecto positivo de la malla raschel y policarbonato logró compensar la ausencia de riego en las 4 especies, logrando similares e incluso mayores niveles de sobrevivencia. La suspensión del riego desde el tercer verano no significó una mortalidad adicional comparado con plantas que mantuvieron el riego por un tercer verano en ninguna de las especies estudiadas. En el segundo experimento, se observó un efecto positivo del riego principalmente en las especies más higrófilas (*C. alba*, *P. boldus*, *S. macrocarpa*, *M. boaria*), mientras que en las otras no produjo un aumento significativo de sobrevivencia. Al comparar las mismas especies empleadas en los dos experimentos, en la localidad más lluviosa estas especies no se vieron favorecidas con un riego.

IV. Conclusiones

Los riegos representan un tratamiento efectivo para asegurar la sobrevivencia de plantas de especies leñosas del bosque esclerófilo de Chile central, aunque especies más xerófitas no requieren riego bajo condiciones climáticas más húmedas. Además, la aplicación de sombra puede compensar la ausencia

de riegos en algunas especies, al menos de hábito no higrófilo, aunque la combinación de riegos y sombra genera siempre mayor sobrevivencia.

Agradecimientos: FIA PYT 2017-0733, CONICYT PIA/BASAL FB0002.

Bibliografía

- Becerra, P.I.; Cruz, G.; Ríos, S. & Castelli, G. 2013. Importance of irrigation and plant size in the establishment success of different native species in a degraded ecosystem of central Chile. *Bosque*, 34(1), 23–24.
- Callaway, R.M. 2007. Positive interactions and interdependence in plant communities. Springer Dordrecht, The Netherlands.
- Hastwell G.T y Facelli, J.M. 2003. Differing effects of shade-induced facilitation on growth and survival during the establishment of a chenopod shrub. *Journal of Ecology* 91: 941-950.
- Padilla, F.M. & Pugnaire, F.I. 2009. Species Identity and Water Availability Determine Establishment Success Under the Canopy of *Retama sphaerocarpa* Shrubs in a Dry Environment. *Restoration Ecology*, 17(6), 900–907.
- Rey-Benayas, J.M. 1998. Growth and survival in *Quercus ilex* L. seedlings after irrigation and artificial shading on Mediterranean set-aside agricultural land. *Science Forest*, 55, 801 – 807.
- Rey-Benayas, J.M.; López-Pintor, A.; García, C.; De la Cámara, N.; Strasser, R. & Gomez Sal, A. 2002. Early establishment of planted *Retama sphaerocarpa* seedlings under different levels of light, water and weed competition. *Plant Ecology*, 159, 201 – 209.
- Siles, G.; Rey, P.J.; Alcántara, J.M.; Bastida, J.M. & Herreros, J.L. 2010. Effects of soil enrichment, watering and seedling age on establishment of Mediterranean woody species. *Acta Oecologica*, 36(4), 357–364.

15

"Avances en el desarrollo de plantaciones de Boldo"

Benedetti, S.; Hormazábal, S. y Morales, C.
Instituto Forestal

I. Introducción

Boldo es una especie nativa y endémica de Chile características del bosque esclerófilo, se presenta en formaciones puras y asociadas a otras especies y se distribuye entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos (Donoso, 1981). Es una especie de alto valor cultural y económico. Su uso tradicional se debe a sus reconocidas propiedades medicinales especialmente hepáticas. A fines del siglo XIX se inician las exportaciones de hojas experimentando en las últimas décadas un crecimiento exponencial, de 242 MUS\$ en 1981 a 4.884 MUS\$ en el 2017 (INFOR, 2018). El principal mercado es el de infusiones, en menor cantidad los mercados farmacéutico y dermocosmético. Sin embargo, debido a las concentraciones de principios activos de interés presentes además en su corteza y su madera, estos componentes están también siendo incluidos en su aprovechamiento. Las fuentes de abastecimiento

para las exportaciones, corresponde exclusivamente a formaciones naturales, las que, debido a su uso histórico, presentan un evidente estado de sobreexplotación expresado en la degradación del recurso, en la estructura del bosque como en la arquitectura de los individuos. Si bien, es una especie con alto potencial económico y de gran potencial para la agricultura familiar campesina, el ritmo actual de aprovechamiento representa un riesgo para la sustentabilidad del negocio y la sobrevivencia de la especie misma. El presente estudio aborda la necesidad de investigar sobre la domesticación de la especie a través de técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones que permitan la sustentabilidad del negocio de biomasa del boldo, así como de las formaciones naturales de la especie.

II. Metodología

Se establecieron ensayos de plantaciones de boldo en Longaví, Región del Maule y Yali, Región de Valparaíso. La selección de sitios se realizó en función de los requerimientos ecológicos de la especie y disponibilidad de sitio en las regiones con presencia importante de formaciones naturales de la especie según datos trabajados del catastro de bosque nativo de CONAF (CONAF, CONAMA, BIRF, 1999). Se establecieron dos tipos de ensayos, plantación bajo sombra con malla raschel del 60% en Longaví y Yali, y un ensayo de plantación bajo estructura de plástico o invernadero en Longaví. Se utilizaron plantas de una misma procedencia. Para los ensayos bajo sombra se preparó el suelo con subsolado de 40 cm de profundidad y casillas de 30x30x30 cm, en el caso del ensayo bajo plástico se realizó remoción completa de suelo. El diseño de los ensayos bajo sombra corresponde a tres tratamientos de distanciamientos: 1x1 m; 1x2 m y 1x3 m, con seis repeticiones y un tratamiento con y sin fertilización. El diseño bajo plástico corresponde a tres tratamientos de alta densidad con distanciamiento de 30x30 cm; 40x40 cm y 50x50 cm, con tres repeticiones, además en este ensayo se agregó una parcela en que, a modo de prueba, se aplicó tala rasa una vez plantado. Los ensayos se establecieron entre los meses de agosto y septiembre del 2015. Los cuidados culturales para los ensayos bajo sombra consistieron en riegos de 10 a 15 litros por planta en los meses de noviembre a marzo, para el ensayo bajo plástico se utilizó un riego por aspersión de 20 minutos cada semana para los meses de noviembre a marzo, y un riego por aspersión de 20 minutos cada 15 días, para los meses de abril a octubre. Los ensayos fueron medidos periódicamente desde el 2015 al 2018.

III. Resultados y Discusión

A los tres años de investigación los ensayos de Yali y Longaví bajo sombra presentaron valores medios de: altura (H) de 43 cm, diámetro de cuello (Dac) de 14,5 mm, diámetros de copa de 26 cm con alturas variables que van desde 4 a 66 cm. Los incrementos medios en altura y Dac, alcanzaron una media de 27 cm y 11 mm, respectivamente. El indicador de productividad (D^2H) en promedio fue de 281 cm³, mostrando diferencias significativas en los ensayos. Para Yali el indicador es 5 veces mayor que el de Longaví. Fenológicamente, en Yali para otoño (abril), las plantas presentaron desarrollo de hojas de un 67% y un 33% para los brotes. En invierno (agosto), un 50% los individuos mostraron yemas latentes y un 50% con presencia de brotes. La sobrevivencia para ambos ensayos supera el 80%. Para el ensayo de Longaví bajo plástico, la altura de las plantas alcanzó en promedio 109,8 cm, siendo este valor 168% superior al obtenido en el ensayo de Longaví bajo sombra. El Dac medio observado en este ensayo, es de 13 mm, con mínimo de 3 y máximo de 35 mm, valor muy similar a los logrados en la unidad bajo sombra. El diámetro de copa medio es de 50,78 cm, también con alta variabilidad (28-90 cm). El índice de productividad alcanza a los 197 cm³. Los incrementos obtenidos en altura y

Dac corresponden a 54 cm y 8 mm. En sobrevivencia, este ensayo presenta un 99%. En el caso de la parcela bajo plástico de tala rasa inmediatamente una vez establecida, las plantas, presentaron en promedio, altura de 73,8 cm, Dac de 13,8 mm, diámetro de copa de 37,6 cm e índice de productividad de 169,5 cm³. Si bien la altura aún no alcanza la media del ensayo general bajo plástico, 109,8cm, las plantas crecieron 61 cm en altura, el mayor incremento de todos los ensayos realizados.

IV. Conclusiones

En general los ensayos presentan buenas condiciones y las plantas se observan sanas y vigorosas. No obstante, se destaca la relevancia de la protección superior, observándose que cuando ésta se daña, las plantas sufren de inmediato por heladas y/o insolación, con pérdidas principalmente en la altura de las plantas. En términos promedios la sobrevivencia en todos los ensayos supera el 80%, por lo que se considera un éxito el establecimiento de plantaciones intensivas de boldo utilizando estos modelos. En los ensayos bajo sombra se observa que, en el caso de El Yali, sobresale en el índice de productividad medio (D²H), casi 5 veces superior al del ensayo bajo sombra de Longaví, constatándose la importancia del crecimiento en Dac en la productividad. El incremento mayor en Dac del ensayo en El Yali es 4,5 veces superior al ensayo de Longaví bajo sombra, y casi 1,4 veces superior a Longaví bajo plástico. En relación al efecto de la fertilización, se observa positivo solo en el primer año, posteriormente no se aprecia ningún efecto. Los resultados obtenidos en el ensayo bajo plástico en Longaví, muestra los mayores incrementos en altura y diámetro de copa, le sigue con valores similares la parcela de tala rasa bajo plástico, y a pesar que el incremento en Dac fue el menor, esto se debería a la alta densidad de plantación. En conclusión, estos resultados muestran la factibilidad de la generación de plantaciones de boldo con resultados interesantes en su crecimiento bajo dos modelos productivos. Sin embargo, si bien estos resultados son promisorios, representan por el momento tendencias, por lo que se debe continuar con el seguimiento y evaluación de estas experiencias.

Bibliografía

- CONAF; CONAMA; BIRF. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Disponible en: http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/10656/CONAF_BD_21.pdf?sequence=1
- Donoso, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38. Santiago. FAO, PNUD, CONAF (FO: DP/CHI/76/003). 82 p.
- INFOR. 2018. Boldo (*Peumo boldus* Mol.) Avances en la investigación para el desarrollo de modelos productivos sustentables. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/27297>

"Almacenaje de semillas y su efecto en la germinación para propagación de *Pintoa chilensis* Gay, especies en peligro de extinción"

Saldías, G.; Figueroa, J. y Perasso, L.

Escuela de Arquitectura y Paisaje, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Central de Chile.

I. Introducción

Pintoa chilensis Gay, familia Zigofiláceas, es un arbusto caducifolio en la temporada seca en su hábitat natural y siempreverde en condiciones de cultivo; crece postrado y las ramas se extienden hasta 2 m. de diámetro. Tanto el género como la especie son endémicos de la Región de Atacama. Habita desde el sur de Copiapó a Huasco, crece en suelos secos y arenos pedregosos (Riedemann *et al.*, 2016; MMA), espacialmente forma pequeños agrupamientos de individuos y muy ocasionalmente subpoblaciones mayores. Desde 1989 se declaró como especie amenazada, en categoría Rara (Benoit, 1989); veinte años más tarde se definió En Peligro de extinción (Squeo *et al.*, 2008), 5° Proceso de clasificación de especies (2009) por una reducción de la población observada mayor o igual a 50% los últimos 10 años y una reducción en la calidad del hábitat debido a fuerte herbivoría por cabras y burros (MMA, s.f.). En Riedemann *et al.* (2016) se especifica la reproducción a partir de semillas en almácigo durante la primavera. También recomienda el uso de estacas de madera del año anterior a fines de invierno con uso de hormonas. Sin embargo, no hay datos acerca del porcentaje y tiempos requeridos para germinar y sobre la sobrevivencia de las plántulas. Por consiguiente, en este estudio se planteó el objetivo de reproducir la especie a partir de semillas almacenadas por 7 años, indagando sobre su potencial de germinación y la sobrevivencia de las plántulas en vivero.

II. Metodología

En marzo del 2012 se colectaron frutos y semillas desde las plantas madres en la localidad de Merceditas, Vallenar. Los frutos (30 unidades) y semillas sueltas se mantuvieron en un vaso precipitado cubierto con film plástico por 7 años, en un ambiente seco bajo las condiciones ambientales del laboratorio de Botánica de la Universidad Central de Chile, Santiago.

Durante enero del 2019 se obtuvo la masa y tamaño de los frutos y semillas. Para los ensayos de germinación y sobrevivencia se distinguieron entre las semillas que se mantuvieron almacenadas dentro del fruto (Tratamiento 1) y las semillas que estuvieron almacenadas fuera del fruto (Tratamiento 2). Se prepararon almácigos utilizando bandejas con tubetes plásticos de 12 cm de largo y 5 cm diámetro. Se utilizó un sustrato compuesto por: 1/3 compost, 1/3 perlita, 1/3 tierra de jardín y 1 cm de arena adicionada en forma superficial.

Antes de la siembra, ambos grupos de semillas se mantuvieron por 24 horas en remojo en agua destilada, además se agregó fungicida (Mancozeb (20%) + Benomyl (6%)) a la solución para prevenir el ataque de hongos, luego se procedió a sembrar, 1 semilla por tubete. La unidad experimental consistió en 63 semillas con 6 repeticiones por tratamiento. Las diferencias entre tratamientos fueron evaluadas con la prueba de t.

La siembra se realizó el 25 de enero 2019. Las almacigueras se mantuvieron en invernadero con riego automático por aspersión programado para regar diariamente dos veces al día por 3 minutos por

riego, luego 1 vez al día para ir disminuyendo paulatinamente el riego en la medida que la evapotranspiración era menor. La observación y registro de datos se realizó durante 3 meses.

III. Resultados y Discusión

Los frutos midieron entre 1,1-1,3 cm de largo x 0,9 cm de ancho. Cada fruto contenía entre 10 y 40 semillas. Estas eran muy pequeñas y livianas. La masa de 100 semillas alcanzó un promedio de 0,5228 gramos.

El 50% de la germinación en los almácigos ocurrió durante los primeros 15 días después de la siembra. A los 90 días de la siembra aún se registraron nuevas germinaciones. El promedio de germinación en el Tratamiento 1 fue de 48,4% y en el Tratamiento 2 fue de 31,2%. No hay diferencias significativas para semillas almacenadas en el fruto y semillas sueltas, prueba $t = 1,5$; $P = 0,158$.

En promedio a los 10 días de germinación apareció el primer par de hojas, a los 20 días hay 2 hojas, a 60 días 4 hojas y a 80 días hay plantas con 8 hojas.

De un total de 303 semillas germinadas sobrevivieron 105 a los 90 días de observación (35% de sobrevivencia). La alta mortalidad en almácigos es habitual en plantas de zonas áridas, adaptadas a condiciones extremas de baja disponibilidad hídrica, alta radiación solar y suelos pobres en materia orgánica. Un síntoma recurrente que provocó pérdida de plántulas fue la caída de almácigos por hongos o condiciones ambientales no adecuadas. Esto es similar a los problemas presentados en almácigos de algarrobilla *Balsamocarpon brevifolium* especie que crece en condiciones ambientales semejantes a *P. chilensis*, en donde se detectó que el causante de la pudrición del cuello era el hongo *Fusarium oxysporum*, presente en raíces, tallos y semillas lo que hizo muy difícil el control (Montenegro y Arce, 1990).

IV. Conclusiones

Las semillas después de 7 años de almacenaje conservaron una alta capacidad de germinación, sobre el 40% en un período de observación de 90 días para las semillas que se mantuvieron dentro del fruto. No se detectaron diferencias significativas con respecto a los tipos de guarda de semillas. Se detectó alta mortalidad de plántulas causado principalmente por caída de almácigo. Se sugiere poner a prueba otros sustratos y fungicidas con fines de mejorar la sobrevivencia de las plántulas.

Bibliografía

- Benoit, I. 1989. Red Book on Chilean terrestrial book. Corporación Nacional Forestal. Santiago. 151p.
- Riedemann, P.; Aldunate, G. y Teillier, S. 2016. Flora nativa de valor ornamental. Chile zona norte. Ediciones Jardín Botánico Chagual. Santiago, Chile, 440p.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). [S. f.] Ficha resumen de especie, *Pintoa Chilensis*. www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/.../fichas.../Pintoa_chilensis_P05R7-9_RCE.do (consulta en abril 2019).
- Squeo, F.A.; Arancio, G. y Gutiérrez, J.R. 2008. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, 466p.
- Montenegro, G. y Arce, P. 1990. Propagación de plantas de algarrobilla (*Balsamocarpon brevifolium*) contrarrestando daño del hongo *Fusarium oxysporum*. Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR, v.4:n1, 1990, Jun., pp.107

Línea Temática:
Fitoquímica y Bioprospección

17

"Evaluación del daño foliar usando ceras de hojas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, especie milenaria del bosque templado de Chile"

Cifuentes, G. y Contreras, S.

Departamento de Química Ambiental, Facultad de Ciencias y Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS), Universidad Católica de la Santísima Concepción.

I. Introducción

La especie *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch es endémica del extremo noroeste de la Patagonia Argentina y centro sur de Chile (Donoso, 1993), declarada monumento natural y actualmente en peligro de extinción. Hace algunos años se detectó la presencia de daño foliar en ramas y copas en distinta magnitud y grado de avance en esta especie, provocándole incluso la muerte. La decoloración de las hojas ha sido el principal síntoma de una enfermedad aún desconocida (CONAF, 2016). Las ceras de hojas son la primera capa de defensa y principal adaptación de las plantas para la vida en el ambiente terrestre (Sharma *et al.*, 2018). Químicamente, son largas cadenas de hidrocarburos totalmente saturados con un terminal hidroxilo, carbonilo y/o carboxilo (Tafolla *et al.*, 2013). Estas ceras se originan de ácidos grasos que luego de sufrir procesos de elongación, generan alcoholes por vías de reducción y alcanos por vías de descarboxilación (Tafolla *et al.*, 2013). Las ceras de hojas se pueden caracterizar según su abundancia y distribución con longitudes de cadena promedio (ACL) e índice preferencia de carbono (CPI) (Sharma *et al.*, 2018). Se ha sugerido que variaciones en abundancia y/o distribución de dichos parámetros pueden ser producto de enfermedades (Harayama y Riezman, 2018), por lo que en este estudio se comparó la abundancia y distribución (ACL y CPI) de tres clases de ceras de hojas (ácidos grasos, alcanos y alcoholes) en hojas de individuos enfermos (distinguiendo niveles de daño foliar: sin, medio y completo) y sanos, proponiendo que debería existir una mayor abundancia de ceras en individuos enfermos que en sanos y que tendrían efecto y diferencias en sus índices de distribución.

II. Metodología

Las hojas de individuos de *A. araucana* sanos (n=3) se recolectaron en enero del 2017 y de enfermos (n=5) (tres niveles de daño, n total=15) en diciembre del mismo año, en la rivera de la Laguna Verde del Parque Nacional Tolhuaca, Región de la Araucanía (38°12'48.3"; 71°44'10.5") a partir de árboles con características similares (*e.g.*, altura, hojas bajo el dosel), las cuales fueron secadas en laboratorio a 50°C por 15 días. Se extrajeron los lípidos de 0,5 g de hoja seca por individuo en 20 mL de DCM:MeOH (9:1 v/v) y 25 µL de estándar interno (cis-10-nonadecenoico, 5-alfacolestano y nonadecanol) en un microondas de extracción asistida. El extracto se separó en 3 fracciones por una columna de separación de fase sólida de aminopropil. Los alcanos y alcoholes fueron eluidos con 10 mL de DCM:iPrOH (2:1 v/v) en una primera fracción (neutral) mientras que los ácidos grasos con 10 mL de AcOH glacial:Et₂O (1:24 v/v) como segunda fracción de elución. La fracción neutral es separada

en una columna de sílica gel 60 activada a 450°C, con 4 mL de hexano para obtener alcanos y 4 mL de DCM:AcOEt (8:2 v/v) para alcoholes. Los ácidos grasos se metilaron con trifluoro de boro en metanol y los alcoholes se sililaron con BSTFA. Estas fracciones metiladas y siladas fueron cuantificadas por cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID) utilizando un estándar de cuantificación (androstano) y detectadas/identificadas por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-MS). Se reportó la abundancia de cada cadena de ácidos grasos, alcanos y alcoholes por gramo de hoja seca ($\mu\text{g g}^{-1}$), calculando el ACL y CPI con fórmulas de Luo *et al.*, (2012). Se determinó diferencias significativas con pruebas t-test y ANDEVA una vez pasados los supuestos de normalidad (Anderson-Darling > 0,05) y homogeneidad de varianza (Levene > 0,05).

III. Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos muestran que las hojas enfermas y sanas de *A. araucana* tienen un mayor porcentaje de ácidos grasos (84,5 y 93,5% respectivamente) en comparación con alcanos y alcoholes, y poseen características quimiotaxonómicas idénticas, como las cadenas dominantes de ácidos grasos (C_{28} , C_{30} y C_{26} [orden decreciente]), alcanos (C_{29} , C_{31} y C_{27} [orden decreciente]) y alcoholes (C_{24}). Esta mayor abundancia de ácidos grasos difiere con otros estudios (*e.g.*, Dragota y Riederer, 2008) que proponen a los alcanos como compuestos mayoritarios de las ceras. La alta abundancia de ácidos grasos en su ambiente natural podría ser una adaptación de la capa cuticular para aumentar la región hidrofílica que le confiere el extremo carboxilo, otorgándole mayor afinidad con el agua del ambiente, por razones de supervivencia y evolución (Sharma *et al.*, 2018). Aunque no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de ceras totales y ácidos grasos, se estableció que tanto la abundancia de alcanos como de alcoholes es significativamente mayor en individuos enfermos que en sanos. Según los resultados obtenidos en esta investigación, se propone que los alcanos y alcoholes de ceras de hojas, pueden ser un diagnóstico de alarma temprana a la enfermedad que está dañando y mermando a la población de *A. araucana*, se encontraron diferencias significativas de distribución entre los 3 estados de daño foliar de *A. araucana* enferma, determinando un más alto CPI de ácidos grasos en hojas sin daño foliar que hojas con mediano y completo daño foliar y un más alto ACL de alcanos en hojas sin daño que con completo daño foliar. Se sugiere un cese de la biosíntesis *in vivo* de las ceras de hojas cuando se produce el daño foliar, afectando la abundancia de las cadenas más largas de ácidos grasos y alcanos y con ello su distribución.

IV. Conclusión

Los individuos de *A. araucana* enfermos y sanos en su ambiente natural, poseen mayor abundancia de ácidos grasos y tienen características quimiotaxonómicas idénticas. La enfermedad que afecta hoy en día a esta especie hace que los individuos afectados generen una mayor abundancia de alcanos y alcoholes, pudiendo ser una característica común para todos los individuos afectados. También, al sufrir daño foliar en sus hojas ocurre un cese *in vivo* de la producción de ceras, cuya observación es avalada por sus índices de distribución (CPI y ACL).

Bibliografía

CONAF, 2016. Disponible en: <http://www.conaf.cl/conaf-desarrolla-plan-de-trabajo-para-determinar-causa-de-muertes-de-araucarias/>. Leído el 10 Marzo 2018.

- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina: variación, estructura y dinámica. 1 ed. Editorial Universitaria, Chile, 483p.
- Dragota S. & Riederer M. 2008. Comparative study on epicuticular leaf waxes of *Araucaria araucana*, *Agathis robusta* and *Wollemia nobilis* (Araucariaceae). *Australian Journal of Botany* 56: 644-650.
- Harayama, T. & Riezman, H. 2018. Understanding the diversity of membrane lipid composition. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 19: 281-296.
- Luo, P.; Peng, P.; Lu, H.; Zheng, Z. & Wang, X. 2012. Latitudinal variations of CPI values of long-chain n-alkanes in surface soils: Evidence for CPI as a proxy of aridity. *Science China Earth Sciences* 55: 1134-1146.
- Sharma, P.; Kothari, S.; Rathore, M. & Gour, V. 2018. Properties, variations, roles, and potential applications of epicuticular wax: a review. *Turkish Journal of Botany* 1: 135-149.
- Tafolla J.; Gonzáles, A.; Tiznado, M.; Zacarías, L. & Báez, R. 2013. Composición, fisiología y biosíntesis de la cutícula en plantas. *Revista Fitotecnica Mexicana* 1: 3-12.

18

"Bioprospección de plantas de la familia Bromeliaceae para la obtención de cisteíno proteasas"

Hernández, M.; Mora, N.; Vives, K. y Ríos, D.

Laboratorio Cultivo de Tejidos Vegetales, Centro de Biotecnología y Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción.

I. Introducción

Desde tiempos inmemoriales, los productos naturales son la base de la tradición curativa en el mundo (Veeresham, 2012). El uso de principios bioactivos y la preparación de medicamentos a partir de partes de plantas, data de cientos de años atrás. Sin embargo, su aplicación como compuestos aislados y caracterizados para el descubrimiento y desarrollo de fármacos comenzó solo en el siglo XIX (Del Moral *et al.*, 2015). Las proteasas son la base de muchos medicamentos modernos (Nadzirah *et al.*, 2016). En el 2018 el mercado global de enzimas fue de 10,48 billones de dólares y se espera que incremente a un ritmo del 8,9% en los próximos cinco años (Market Research Report, 2019). El análisis de secuencias completas de varios genomas ha mostrado que aproximadamente el 2% de la información codificada por los genes son proteasas, pero, a partir de plantas, sólo pocas enzimas han sido totalmente purificadas y caracterizadas.

La familia cisteíno-peptidasas (EC 3.4.22) está ampliamente distribuida en el reino vegetal y enzimas como la papaína, bromelina y ficina, son irremplazables en procesos industriales. En órganos de reserva de plantas de la familia Bromeliaceae se han detectado altos contenidos de estas enzimas (Pérez *et al.*, 2013). La búsqueda de nuevas fuentes de obtención de estas moléculas, es un tema de actualidad por su amplio espectro de aplicaciones en la industria biotecnológica, alimenticia y farmacéutica. En algunas ocasiones, se extraen de especies con alto grado de endemismo o en riesgo de extinción, procedentes de hábitats específicos, que dificultan su domesticación. El manejo adecuado de técnicas biotecnológicas permite obtener estos compuestos bajo condiciones ambientales controladas. Por esta vía se garantiza, además, la conservación del germoplasma. En este estudio se

realizó una prospección y colecta de plantas de la familia Bromeliaceae, con el objetivo de aislar y caracterizar nuevas cisteíno-proteasas.

II. Metodología

Se colectaron seis grupos de plantas de la familia Bromeliaceae en Ciego de Ávila (Cuba) y Concepción (Chile), de los que se herborizó un ejemplar adulto con flores. Las proteasas se extrajeron según el procedimiento patentado por Hernández *et al.* (1997). El material vegetal colectado se lavó y cortó en pequeños fragmentos. Se molió en una batidora comercial WARING (2 L). Se utilizó la solución de extracción a pH 3 para decidir la especie cuyos extractos crudos presentaran mayor actividad proteolítica. La proporción utilizada fue 1:1,5 para los tallos y 1:4 para hojas (m:v). Se determinó la concentración de proteínas de los extractos por el método de Bradford (1976) y se expresó en mg kg⁻¹ de masa fresca, referidos a una curva patrón de Albúmina de Suero Bovino (BSA). La actividad proteolítica (AP) se midió por el método de Anson (1938). Se utilizó una curva patrón de tirosina y se expresó en U kg⁻¹ de masa fresca. Una unidad (U) de actividad se definió como la cantidad de enzima que catalizó la formación de 1µmol de tirosina por minuto a 37 °C y pH 6,8. El tratamiento estadístico se realizó por SPSS ('Statistical Package for Social Sciences'), versión 8.0 para Windows. Se realizaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y Student-Newman-Keuls, p< 0,05). En todos los experimentos se procesaron nueve réplicas como mínimo.

III. Resultados y Discusión

Las plantas prospectadas pertenecen a cuatro géneros de la familia Bromeliaceae: tres son del género *Tillandsia*: *T. pruinosa*; *T. fasciculata* y *T. balbisiana* (abundantes en Cuba, Las Antillas, México, América central y norte de sur América); uno es del género *Guzmania*; uno del género *Hohenbergia*: *Hohenbergia penduliflora* Mez., y uno del género *Puya*: *Puya chilensis* (endémica de Chile). El análisis de los extractos proteolíticos no permitió detectar actividad en los órganos analizados de *T. fasciculata* y *T. pruinosa* (Tabla 1). Los mayores índices de actividad específica (1,112 U mg⁻¹ de proteínas) se registraron para los extractos de *Hohenbergia penduliflora*. A partir de tallos de esta especie se aisló una nueva cisteíno proteasa, a la que se denominó pendulifloraina I. En *Puya chilensis* los extractos más activos se obtuvieron a partir de tallos.

Tabla 1. Caracterización de extractos proteolíticos, obtenidos al realizar la extracción de fitoproteasas a partir de 0,05 kg de masa fresca, de órganos de plantas de la familia Bromeliaceae.

Especies	Órganos	A. Proteolítica (U kg ⁻¹ de mf)	C. Proteínas (mg kg ⁻¹ de mf)	Act. Específica (U mg ⁻¹ proteínas)
<i>Tillandsia balbisiana</i> (A)	Hojas	44,80 e	192,00 c	0.233 d
	Tallos	ND d	53,10 d	ND e
<i>Tillandsia pruinosa</i> (B)	Planta	ND d	327,60 b	ND e
<i>Tillandsia fasciculata</i> (C)	Hojas	ND d	133,35 c	ND e
	Tallos	ND d	401,01 b	ND e
<i>Guzmania</i> Sp. (D)	Hojas	ND d	105,00 c	ND e
	Tallos	41,16 e	135,24 c	0.304 d
<i>Hohenbergia penduliflora</i> (E)	Hojas	80,48 d	100,50 c	0.801 b
	Tallos	490,17 a	440,45 a	1,112 a
<i>Puya chilensis</i> (F)	Hojas	175,23 c	332,2 b	0,528 c
	Tallos	300, 20 b	406,28 a	0,739 b

* Medias con letras iguales para cada parámetro no difieren (Kruskal-Wallis, Student-Newman-Keuls)

IV. Conclusiones

A partir de los estudios de bioprospección de plantas de la familia Bromeliaceae (pertenecientes a cuatro géneros: *Tillandsia*; *Guzmania*; *Hohenbergia* y *Puya*) se concluye que el mayor índice de actividad proteolítica (1,112 U mg⁻¹ de proteínas) se registró para extractos de *Hohenbergia penduliflora*, seguido por los obtenidos de *Puya chilensis*. Se aisló una nueva cisteína proteasa a partir del extracto de los tallos de *H. penduliflora*, a la que se denominó pendulifloraina I.

Bibliografía

- Anson, M. 1938. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *Journal Genetic Physiology* 22: 79.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of submicrogram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248-254.
- Del Moral, S.; Ramírez-Coutiño, L.P . y García-Gómez, M.J. 2015. Aspectos relevantes del uso de enzimas en la industria de los alimentos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. ISSN 2334-2501.
- Hernández, M.; Chávez, M.; Márquez, M.; Rodríguez, G.; Santos, R.; González, J. y Carvajal, C. 1997. Patente Cubana C12N 9/50, dic 23, 1997.
- Market Research Report. 2018. Enzymes market by type, by product, by application and segment forecasts to 2024. Disponible en <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/enzymes-industry>. Leído el 17 de marzo de 2018.
- Nadzirah, K.Z.; Zainal, S.; Noriham, A. y Normah, I. 2016. Application of bromelain powder produced from pineapple crowns in tenderising beefround cuts. *International Food Research Journal* 23 (4): 1590-1599.
- Pérez, A.; Laudat, T.; Mora, M.; Carvajal, C.; Aragón, C.; González, J.; Escalona, M.; Daquinta, M.; Trujillo, R.; Hernández, M. y Lorenzo, J.C. 2013. Micropropagation of *Hohenbergia penduliflora* (A. Rich.) Mez for sustainable production of plant proteases. *Acta Physiologiae Plantarum* 35 (8): 2525-2537.
- Veeresham, C. 2012. Natural products derived from plants as a source of drugs. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research* 3 (4): 200-201.

"Análisis preliminar de la composición fitoquímica de extractos de *Microsorum scolopendria* de Rapa Nui y su actividad antioxidante en un modelo de estrés oxidativo *in vitro*"

Marchant, M.¹; Balada, C.¹; Guzmán, L.¹; Molina, P.²; Montecinos, M.²; Fassio, C.² y Castro, M.²

¹ Laboratorio de Biomedicina y Biotatálisis, Instituto de Química, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

² Laboratorio de Propagación, Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agronómicas y de los Alimentos, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

I. Introducción

Microsorum scolopendria (MS) es un helecho de la familia de los Polypodiaceae, de crecimiento salvaje presente mayoritariamente en las islas de la polinesia. De interés es MS nativo de la isla Rapa Nui, donde es conocida como Matua' Pua. En la medicina alternativa esta planta es utilizada para el tratamiento de asma, influenza, diarrea, dolor de estómago e infecciones (Baltrushes, 2006). Debido a esto, su extracción y uso es indiscriminado, calificándose actualmente como una especie vulnerable. Se ha descrito que el principal compuesto bioactivo es la 1,2-benzopirona, también conocida como Cumarina. Estudios revelan que esta molécula posee actividad relajante del músculo liso y es utilizado como anticoagulante, inhibiendo la acción de la vitamina K (Berkovits *et al.*, 2011). En la medicina alternativa se realizan preparaciones de MS como infusiones o extractos alcohólicos, siendo aplicados como antidiurético, antiinflamatorio, antiespasmódico y antitumoral (Lacy A., y O'Kennedy R., 2004). Sin embargo, la composición fitoquímica de MS de Rapa Nui es desconocida, por lo que es de importancia determinar y evaluar los fitoquímicos presentes y sus propiedades bioactivas. Por lo tanto, se ha planteado como objetivos principales la caracterización fitoquímica de MS asociada a diferentes zonas de la planta, y la determinación de la actividad antioxidante de los extractos obtenidos de los diferentes órganos de la planta.

II. Metodología

Se recolectaron plantas de MS desde las laderas del volcán Rano Kau, Isla de Pascua (27°7'10"S 109°21'17"O), ubicada en la Región de Valparaíso, Chile. Se separaron frondas y rizoma, y 20 g de cada muestra fueron secados en estufa a 40 °C por una semana. A la muestra seca se le adicionó etanol al 95% con agitación constante durante 48 horas. Luego, se eliminó el etanol por rotavapor y las muestras obtenidas fueron resuspendidas en DMSO. La cuantificación de polifenoles y taninos totales se determinó mediante método de Folin-Ciocalteu, midiendo a 760 y 725 nm respectivamente. En ambos casos se utilizó como estándar ácido gálico y los resultados se expresaron como mg ácido gálico/g extracto. Se determinó la cantidad de cumarina presente en los extractos mediante ensayo colorimétrico. Los azúcares reductores fueron cuantificados por DNS midiendo a 540 nm. Como estándar se utilizó glucosa y los resultados se expresaron como mg glucosa/g extracto. Se realizó un TLC para determinar posibles polifenoles y flavonoides presentes en los extractos obtenidos de fronda y rizoma. La capacidad antioxidante de los extractos se determinó mediante método DPPH, ORAC y FRAP. La actividad antioxidante se evaluó en un modelo *in vitro* de estrés oxidativo mediado por glucosa (25 mM) en la línea celular HEK-293, determinando viabilidad celular mediante MTT, y porcentaje de formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) mediante la oxidación de la sonda

fluorescente H₂DCFDA-DCF. Se evaluaron concentraciones para ambos extractos de: 0.1, 1, 10 y 100 µg/mL. Todos los experimentos fueron realizados por triplicado y analizados en software GraphPad Prism 7.0 para determinar diferencias significativas para valores de $P < 0.05$.

III. Resultados y Discusión

A partir del procesamiento de las muestras se obtuvieron 2 extractos: frondas y rizoma. El rizoma contiene mayor cantidad de fitoquímicos totales comparado con el contenido en extractos de fronda, lo cual podría ser atribuido al estado de crecimiento y desarrollo vegetal de MS. El análisis de TLC determinó la presencia de los polifenoles epicatequina, catequina tirosol, ácido protocatequico y ácido cafeico; y de los flavonoides: quercetina, isoramnetina y kaempferol en el extracto de frondas. En el caso del extracto de rizoma, dio positivo solo para los polifenoles epicatequina, catequina y ácido cafeico; y los mismos flavonoides detectados en el extracto de frondas. Sin embargo, el extracto de fronda mostró mayor capacidad antioxidante en comparación al extracto de rizoma, mediante los tres métodos utilizados (DPPH, ORAC y FRAP). Esto podría estar asociado a la presencia de Tirosol, el cual es un potente antioxidante presente en otros vegetales como las uvas (Gris y cosl., 2011). En el ensayo de estrés oxidativo mediado por glucosa, los extractos de fronda generaron un aumento en la viabilidad celular de ~40% respecto al control de estrés (tratado con alta glucosa), demostrando un efecto protector mayor al observado con los extractos de rizoma (~10%). Por otra parte, ambos extractos produjeron una disminución del porcentaje de formación de ROS, siendo de un ~40% para fronda y rizoma respecto al control de estrés (alta glucosa). Esto demuestra el efecto antioxidante de los extractos obtenidos de fronda y rizoma de MS, atribuido posiblemente a la acción conjunta de los fitoquímicos presentes, como los polifenoles y flavonoides descritos.

IV. Conclusiones

Nuestros resultados revelan que la fronda de MS contiene mayor cantidad de polifenoles totales y flavonoides que el rizoma. Ambos extractos tienen un efecto protector y antioxidante en células HEK-293, aumentando la viabilidad celular y disminuyendo la formación de ROS. Los resultados demuestran un importante potencial terapéutico de los fitoquímicos presentes en MS y la diversidad existente entre las diferentes partes de la planta, la que debe ser estudiada.

Bibliografía

- Baltrushes, N. 2016. Medical Ethnobotany, Phytochemistry, and Bioactivity of the Ferns of Moorea, French Polynesia.
- Berkovits, A.; Auñiga, P.; Pereira, J. y Mezzano, D. 2011. Nuevos anticoagulantes orales. *Revista Médica de Chile*, 139(10):1347-1355.
- Gris, E.F.; Mattivi, F.; Ferreira, E.A.; Vrhovsek, U.; Filho, D.W.; Pedrosa, R.C.† y Bordignon-Luiz, M.T. (2011). Stilbenes and tyrosol as target compounds in the assessment of antioxidant and hypolipidemic activity of *Vitis vinifera* red wines from Southern Brazil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59:7954-7961.
- Lacy, A. y O'Kennedy, R. 2004. Studies on Coumarins and Coumarin-Related Compounds to Determine their Therapeutic Role in the Treatment of Cancer. *Curr. Pharm. Des.*, 10:3797-3811.

"Actividad antioxidante del polen colectado por *Apis mellifera* L. en el matorral de Chile"

Grimau, L.¹; Velásquez, P.^{1,2}; Giordano, A.²; Gómez, M.¹; Nuñez, G.¹ y Montenegro, G.¹

¹Laboratorio de Botánica y Productos Naturales, Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

²Laboratorio de Química Analítica, Facultad de Química y de Farmacia, Pontificia Universidad Católica de Chile.

I. Introducción

El polen apícola o polen corbicular es obtenido por *Apis mellifera* L. a partir de la recolección de miles de granos de polen floral, el cual es mezclado con sus propias enzimas salivales como amilasa o catalasa y luego, acopiado en las corbículas de su tercer par de patas. Este producto de la colmena es una de las distintas formas que tienen los apicultores de diversificar y aumentar sus ingresos, y también se ha descrito como un producto con variadas propiedades biológicas y un alto valor nutricional. La hipótesis de la presente investigación es que el polen apícola hereda las propiedades biológicas de las especies vegetales de las cuales se origina y, por lo tanto, dichas propiedades varían de acuerdo al origen botánico (Cabrera y Montenegro, 2013; Velásquez *et al.*, 2017; Giordano *et al.*, 2018). El objetivo general es relacionar el origen botánico del polen apícola proveniente del matorral esclerófilo de la zona central de Chile con la actividad antioxidante. Los objetivos específicos planteados fueron i) determinar el origen botánico de corbículas mono-específicas; ii) determinar la capacidad antioxidante de extractos etanólicos de polen; y iii) determinar el contenido de carotenoides totales potencialmente responsables de la actividad antioxidante de los extractos.

II. Metodología

Las muestras de polen apícola fueron obtenidas de colmenas ubicadas en el matorral esclerófilo de Chile central, envasadas al vacío y congeladas a -20°C hasta su uso. Para la determinación del origen botánico de las muestras se utilizó el método señalado en la NCh3255Of.2011 (Montenegro *et al.*, 2011). Los extractos etanólicos de corbículas mono-específicas de mayor frecuencia relativa (*Azara celastrina*, *Kageneckia oblonga*, *Cissus striata*, *Acacia caven*, *Eschscholzia californica*, *Hypochaeris radicata* y *Brassica rapa*) se obtuvieron de acuerdo con el protocolo establecido por Bridi *et al.* (2019). La actividad antioxidante se evaluó usando la habilidad secuestradora de radicales libres de los extractos etanólicos sobre el radical DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazilo, Sigma Aldrich) y el resultado se expresó como porcentaje de secuestro de DPPH (Daramola, 2018). La determinación de carotenoides totales en función de β -caroteno de los extractos etanólicos se llevó a cabo utilizando un espectrofotómetro para medir la absorbancia de las muestras a 450 nm. Los resultados se expresaron como mg de carotenoides/L de extracto de acuerdo con Andreeva y Popova (2010). Los ensayos se realizaron en triplicado y para el análisis estadístico de los datos se utilizó análisis de correlación de Pearson con $p < 0,05$ y un nivel de confianza de 95%.

III. Resultados y Discusión

De las especies nativas, los extractos etanólicos con mayor actividad antioxidante fueron de *A. celastrina* (42,4%), *K. oblonga* (37,3%) y *A. caven* (15,6%), siendo superados en forma significativamente distinta por el extracto de *B. rapa* (91,1%). Los extractos de *C. striata*, *E. californica* e *H. radicata* no tuvieron actividad antioxidante. En relación con el contenido de carotenoides totales, el extracto de

Eschscholzia californica fue el que presentó un mayor contenido de pigmentos, sin embargo, no se obtuvo secuestro del radical DPPH, por consiguiente, una nula actividad antioxidante. Por otra parte, el extracto etanólico de *B. rapa* que mostró la mayor capacidad antioxidante de todos los extractos analizados, resultó ser el con menor contenido de carotenoides totales. Dado lo anterior, es posible inferir que los carotenoides totales no serían los compuestos responsables de la actividad antioxidante de los extractos etanólicos analizados.

IV. Conclusiones

No todas las muestras polínicas presentan actividad antioxidante. Dentro de las muestras que presentan dicha actividad destacan las especies nativas de Chile: *A. celastrina*, *K. oblonga* y *A. caven* y, *B. rapa* como especie introducida.

Bibliografía

- Andreeva, A. and Popova, A. 2010. Integration of β -carotene molecules in small liposomes. Journal of Physics: Conference Series 253 (1): 1-6.
- Bridi, R.; Atala, E.; Núñez, P. and Montenegro, G. 2019. Honeybee pollen load: phenolic composition and antimicrobial activity and antioxidant capacity. Journal of Natural Products 82: 559 – 565.
- Cabrera, C. y Montenegro, G. 2013. Pathogen control using a natural Chilean bee pollen extract of known botanical origin. Ciencia e Investigación Agraria 40 (1): 223 – 230.
- Daramola, B. Preliminary investigation on antioxidant interactions between bioactive components of *S. anguivi* and *C. annuum*. Journal of Food Science and Technology 55 (9): 3827 – 3832.
- Giordano, A.; Retamal, M.; Leyton, F.; Martínez, P.; Bridi, R.; Velásquez, P. and Montenegro, G. 2018. Bioactive polyphenols and antioxidant capacity of *Azara petiolaris* and *Azara integrifolia* honeys. CyTA-Journal of Food 16 (1): 484 – 489.
- Montenegro, G.; Gómez, M.; Estay, P. and Ortega, X. 2011. Polen apícola – Calidad de la colmena para polinización y diferenciación del polen según origen botánico mediante ensayo palinológico. Norma Chilena NCh3255c2011. Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile. Versión Final Comité – septiembre 2011.
- Velásquez, P.; Rodríguez, K.; Retamal, M.; Giordano, A.; Valenzuela, L. and Montenegro, G. 2017. Relation between composition, antioxidant and antibacterial activities and botanical origin of multi-floral bee pollen. Journal of Applied Botany and Food Quality 90: 306 – 314.

Línea Temática:
Paisajismo y Educación Ambiental

21

"Relevando la flora nativa como patrimonio natural de identidad local: Educación ambiental en proyectos de conservación de la Comuna de Antofagasta"

Mora-Carreño, M.^{1,2} y Vargas, R.³

¹ Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Universidad Católica del Norte.

² Fundación Parque Científico Tecnológico (PCT), Universidad Católica del Norte.

³ Centro de Investigación y Desarrollo de Talentos (DeLTA), Universidad Católica del Norte.

I. Introducción

El Desierto de Atacama es considerado el lugar más árido del planeta. En la comuna de Antofagasta, si bien las exigentes condiciones ambientales dificultan la presencia de biodiversidad, existen lugares con características geográficas y climáticas únicas que permiten el desarrollo de ecosistemas muy peculiares con alta diversidad vegetal xerófita (Squeo *et al.* 1998). Este es el caso del Parque Nacional Morro Moreno (PNMM) y la Reserva Nacional La Chimba (RNLCh), donde la formación vegetal del Desierto Costero de Tocopilla se manifiesta de manera excepcional con más de 100 especies de flora vascular nativa registradas en cada una de estas áreas silvestres protegidas (ASP), presentando altos grados de endemismo (Larraín 2007, Pinto 2007).

Pese a la notable cercanía de ambas ASP con la ciudad de Antofagasta, es escaso el conocimiento ciudadano respecto de la diversidad biológica que se busca resguardar en estas áreas naturales, más aún escolares. Durante los años 2017, 2018 y 2019-2020 se han estado ejecutando desde la Universidad Católica del Norte (UCN) y la Fundación Parque Científico Tecnológico (PCT) de la UCN, en colaboración con la Corporación Nacional Forestal (CONAF) Antofagasta, tres proyectos de conservación ambiental que buscan contribuir a mejorar la condición actual de estas ASP y acercarlas a la ciudadanía. Entre las distintas líneas de acción ejecutadas y por realizar, ha sido transversal a los tres proyectos el desarrollo de actividades de educación ambiental a escolares de enseñanza básica y media con objeto de poner en valor la biodiversidad local, con especial énfasis en la flora nativa del Desierto Costero.

II. Desarrollo

La primera experiencia de educación ambiental con escolares se dio en el marco del proyecto FNDR Medio Ambiente 2017 ejecutado por la Fundación PCT de la UCN "Plan de Mejoramiento Infraestructura e Integración Escolar: RNLCh". Los fondos adjudicados fueron destinados a limpieza e instalación de señalética. Posteriormente, se trabajó con alumnos de escuelas públicas participantes del Programa DeLTA, orientado a desarrollar potencial de talento académico en niños, niñas y jóvenes junto a sus habilidades socio-afectivas. Primeramente se desarrolló una charla en aula donde se relevó la flora, fauna, arqueología y geología del ASP. A continuación, se desarrollaron visitas a terreno guiadas por monitores ambientales en las que se aplicaron metodologías de Enriquecimiento Escolar (Renzulli 1997) y Visitas de Campo (Santesteban & Pagès 2011).

La segunda experiencia se desarrolló el 2018 mediante el proyecto 'Eco-Ruta de Educación Ambiental: Poniendo en Valor el Patrimonio Natural del PNMM' ejecutado desde la Fundación PCT, contando con financiamiento de la empresa AMSA y la UCN. La iniciativa consistió por una parte, en la instalación de señaléticas sobre flora, fauna, arqueología y geología del parque desarrolladas por expertos locales. Por otra parte, se generó una campaña de votación *online* dirigida a escolares para elegir la especie emblema del ASP, incluyendo tres especies de flora nativa (*Eulychnia morromorenoensis*, *Senecio antofagastanus*, *Eriosyce recondita*). Finalmente, se desarrollaron actividades de educación ambiental con escolares del programa DeLTA siguiendo la metodología de trabajo descrita anteriormente.

Actualmente, se desarrolla el proyecto FIC-R "Plan de Recuperación RNLCh; Acercando la Comunidad Antofagastina a su Patrimonio Natural". La iniciativa incluye limpieza del área, mejoramiento de infraestructura, fomento al ecoturismo, trabajo con la comunidad, investigación, modelo de negocios y educación ambiental. Respecto a este último punto, se pretende replicar la experiencia del año 2017 en la RNLCh pero esta vez dirigido a escuelas, colegio y liceos del sector norte de la ciudad, cercanos al ASP.

III. Resultados

La propuesta educativa utilizada en las instancias descritas anteriormente consistió en la ejecución de experiencias pedagógicas que articularan tres metodologías bases propuestas: Enriquecimiento Escolar, Aprendizaje Basado en Proyectos y Visitas de Campo. Todo esto como una forma de evidenciar su aplicación desde lo vivencial ambiental y con la participación de estudiantes del Programa DeLTA, profesores y profesoras, profesionales especialistas en distintas áreas temáticas y guarda parques de la CONAF. En total fueron 60 niños de 7^{mo} y 8^{vo} que participaron de las salidas a terreno a la RNLCh durante 2017 y 70 escolares de 5^{to} a 2^{do} medio que visitaron el PNMM durante 2018.

Complementariamente, durante el proyecto Eco-Ruta del 2018 fue posible instalar 12 letreros en los senderos de trekking habilitados. Estas incluyeron las infografías sobre vegetación local "Flora nativa y endémica" y "Cactáceas", los que entregan información sobre la formación vegetal del Desierto Costero, descripción de especies en estado de conservación, entre otros. A su vez, la página web para elección de la especie emblema contó con 403 votos de escolares en un mes, siendo elegido el zorro chilla (*L. griseus*).

Durante el proyecto FIC-R se espera para el año 2020 trabajar con al menos ocho cursos de establecimiento educacionales del sector norte de Antofagasta, para darles a conocer el patrimonio natural y cultural de la RNLCh. A su vez, se esperan desarrollar otras acciones que permitan relevar la biodiversidad del ASP, incluyendo infografías en rutas de trekking a ser habilitadas, guía de flora, capacitación de operadores turísticos, entre otros.

IV. Conclusiones

Las distintas acciones y actividades de educación ambiental desarrolladas y por ejecutarse buscan contribuir activamente al conocimiento del patrimonio natural del Desierto Costero, especialmente en las generaciones más jóvenes. De esta forma, la puesta en valor de la biodiversidad nativa del norte del país contribuirá al desarrollo del sentido de pertenencia y al fortalecimiento de la identidad

colectiva local, contribuyendo a generar ciudadanos empoderados que velen por el adecuado resguardo de su patrimonio natural.

Bibliografía

- Larraín, B. 2007. Relaciones florísticas entre Oasis de Neblina del Desierto Costero del Norte de Chile. Memoria de Título Escuela de Agronomía, Facultad de Cs. Agronómicas Universidad de Chile, Santiago, Chile, 116 p.
- Pinto, R. 2007. Relevantamiento de la flora de la Reserva Nacional La Chimba. Informe Consultoría CONAF, Antofagasta, Chile, 53 p.
- Renzulli, J. & Reis, S. 1997. The Schoolwide Enrichment Model. Creative Learning Press Inc., Mansfield, United States of America.
- Santiesteban, A y Pagès, J. 2011. Didáctica del Conocimiento del Medio Social y Cultural en la Educación Primaria. Ciencias Sociales para comprender, pensar y actuar. Editorial Síntesis, Madrid, España.
- Squeo, F.; Cavieres, L.; Arancio, G.; Novoa, J.; Matthei, O.; Marticorena, C.; Rodríguez, R.; Arroyo, M. & Muñoz, M. 1998. Biodiversidad de la flora vascular en la Región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 571-591.

22

"Agrupación de especies nativas según condiciones agroecológicas aptas para su cultivo"

Musalem, M.

Vivero y Jardín Pumahuída Ltda.

I. Introducción

La tendencia actual, en Chile y el mundo, apunta a considerar los espacios a revegetar, como potenciales ecosistemas funcionales, lo que ha llevado a poner especial atención a las interacciones que ocurren entre la vegetación y las variables ambientales, valorando todos los componentes del ecosistema, además del paisaje natural y cultural de cada lugar. La incorporación de especies nativas de cada zona, ayuda a lograr este objetivo, despertando un creciente interés por cultivarlas. Ellas han evolucionado junto a las condiciones ambientales de cada región ecológica de Chile, en consecuencia, las relaciones que establecen con otras formas de biodiversidad y sus requerimientos de cultivo concordantes con las condiciones de cada lugar, le otorgan desde el inicio, una base de sostenibilidad a los proyectos. Al realizar la selección vegetal en proyectos de paisajismo, rehabilitación ambiental, establecimiento de bandas florales y/o corredores biológicos, disponer de información técnica sobre los requerimientos de cultivo es clave para la adecuada selección y asociación de las especies. Hoy, existen en el mercado un número significativo de especies nativas, muchas de ellas desconocidas para la mayoría de los profesionales y amantes de nuestra flora. Por eso, y en respuesta al interés por conocerlas e incorporarlas en proyectos de distinta índole, se desarrolló esta metodología cuyo objetivo es guiar el análisis y la toma de decisiones. Una acertada selección y asociación de especies es el punto de partida para asegurar el éxito y sostenibilidad en el tiempo.

II. Desarrollo del Trabajo

Para cultivar las especies nativas, no basta solo con saber sus nombres, es necesario conocer e interpretar el medio donde se desarrollan naturalmente. Conocer su distribución y hábitat natural, entrega valiosa información sobre sus requerimientos de cultivo. Así mismo, comprender las relaciones que se establecen entre ellas, y con su medio, es clave para definir el manejo. Para transmitir el conocimiento adquirido tras años de experiencia y facilitar el aprendizaje sobre su cultivo y manejo, se desarrolló una metodología que agrupa las especies en categorías denominadas **Condiciones Agroecológicas**, de acuerdo a sus requerimientos de cultivo. Para esto se definió una matriz de variables relacionadas con las condiciones ambientales de sus zonas de origen como: variables climáticas que determinan los requerimientos hídricos, las características del suelo, la exposición con respecto al sol, su adaptación a condiciones de aridez, su relación con el paisaje natural. Se definieron 4 condiciones agroecológicas básicas (CAE), cada una de ellas agrupa a especies de distintos tipos (árboles, arbustos, bromeliáceas, cactáceas, herbáceas y gramíneas), de acuerdo a las condiciones ambientales que permiten su adecuado establecimiento y desarrollo. Todas las especies de una CAE, pueden asociarse entre sí ya que sus requerimientos de cultivo son similares. Así mismo, es posible asociar especies de la CAE anterior o de la siguiente, pero no es concordante asociar especies de CAE distantes, ya que implicaría un uso ineficiente de los recursos, especialmente el agua. Mientras más acorde sean los requerimientos de cultivo de las especies seleccionadas con las condiciones ambientales del lugar, mayor será la coherencia ecológica de las asociaciones que se establezcan. Después, la sostenibilidad dependerá del manejo que se les aplique.

III. Resultados

Aplicando esta metodología en el área comprendida entre el extremo norte de Chile hasta el límite de la zona de régimen semiárido (Región del Maule), se obtuvo como resultado cuatro agrupaciones básicas de especies:

Condición agroecológica 1 (CAE1): Considera especies originarias de zonas con pluviometrías menores a 300 mm y un periodo seco de 10 a 12 meses, de baja demanda hídrica y resistentes a sequías prolongadas. Adaptadas a zonas de régimen árido, se caracterizan por su alta rusticidad. Crecen a pleno sol y toleran condiciones de alta radiación. Se adaptan a una amplia gama de texturas y calidad de suelos, bajos contenidos de materia orgánica (< 2%), y pH de neutro a alcalino. Toleran niveles de variables de salinidad, mayores a 2,5 dS/m, tanto de suelo como del agua de riego. (Cuadro 1).

Condición agroecológica 2 (CAE 2): Considera especies originarias de zonas con pluviometrías entre 300 a 650 mm y un periodo seco de 8 a 10 meses. Su demanda hídrica va de baja a media, resisten sequías prolongadas pero menos extremas. Son rústicas y están adaptadas a zonas de régimen semiárido. Crecen a pleno sol, toleran alta radiación y temperaturas extremas en verano. Se adaptan a una amplia gama de texturas y calidad de suelos, pero se desarrollan mejor en suelos con contenidos de materia orgánica mayores a 1,5%, y de pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino. Pueden crecer sin problema en suelos ligeramente salinos, con niveles de hasta 2,5 dS/m, tanto de suelo como del agua de riego.

Condición agroecológica 3 (CAE 3): Considera especies originarias de zonas con pluviometrías mayores a 650 mm y un periodo seco de 6 a 8 meses. Son especies de rusticidad media, con mayor demanda hídrica que las anteriores, no resisten sequías. Crecen a pleno sol o bajo sombra parcial. En zonas con veranos secos, no resisten condiciones de pleno sol. Se adaptan a una amplia gama de

texturas, pero prefieren suelos porosos, de buen drenaje, con contenidos de materia orgánica mayores a 4%, y pH de neutro a moderadamente ácido. Su desarrollo se ve afectado con niveles de salinidad mayores a 2,0 dS/m, tanto de suelo como del agua de riego

Condición agroecológica 4 (CAE 4): Considera especies originarias de zonas con pluviometrías mayores a 750 mm y un periodo seco de 4 a 6 meses. Son especies exigentes, con mayor demanda hídrica y no resisten sequias. Crecen bajo condiciones de sombra parcial. Requieren suelos porosos, de buen drenaje, con contenidos de materia orgánica mayores a 8% y pH de neutro a moderadamente ácido. No toleran salinidad de suelo ni en el agua de riego. Los valores referenciales mencionados, están basados en registros de análisis de suelos tomados en el área de estudio, y en base al análisis de datos climáticos obtenidos de fuentes especializadas.

IV. Conclusiones

Después de años de utilizar esta metodología para enseñar sobre el cultivo y manejo de las especies nativas disponibles en el mercado, generaciones de profesionales y amantes de la flora nativa han visto facilitado su aprendizaje, y se ha constituido en una herramienta de apoyo en sus proyectos. El análisis se puede realizar desde dos miradas; desde la especie o desde el lugar, y así lograr la selección de las especies adecuadas para un lugar o el lugar adecuado para determinadas especies.

Bibliografía

- Luebert, F. y Pliscoff, P. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile: Editorial Universitaria,
- Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.
- Riedemann, M.P.; Aldunate, G.; Tellier, S. Colección libros Flora nativa de valor ornamental. Zona Centro, Sur Austral, Norte y Cordillera. 2011 a 2019.

Cuadro 1: Ejemplo de una lista de especies de una Condición Agroecológica, CAE 1.

Especies de condición Agroecológica 1 (CAE 1)	
Árboles: <i>Acacia caven</i> / Espino <i>Caesalpinia spinosa</i> / Tara <i>Geoffroea decorticans</i> / Chañar <i>Proposis alba</i> / Algarrobo blanco <i>Proposis chilensis</i> / Algarrobo del Centro <i>Proposis tamarugo</i> / Tamarugo <i>Shinus areira</i> / Pimiento <i>Shinus polygamus</i> / Huigan	Arbustos menores: de 0,40 a 1 mt. de altura: <i>Bahia ambrosioides</i> / Chamiza <i>Callandria chilensis</i> / Espino rojo <i>Encelia canescens</i> / Coronilla del fraile <i>Eringium paniculatum</i> / Chupalla <i>Haplopappus foliosus</i> / Cacho de cabra <i>Menodora linoides</i> / Linacillo
Arbustos altos: > a 2 mt. de altura: <i>Cordia decandra</i> / Carbonillo * (SH) <i>Grabowskia gluca</i> / Coralito <i>Lobelia excelsa</i> / Tabaco del Diablo <i>Lobelia polyphylla</i> / Tabaco del dialo <i>Monttea chilensis</i> / Uvilla * <i>Porlieria chilensis</i> / Guayacan <i>Tecoma fulva</i> / Chuve (SH)	Bromeliáceas: <i>Puya berteroniana</i> / Chagual flor azul <i>Puya chilensis</i> / Chagual flor amarillo <i>Puya coerulea</i> / Chagualillo <i>Puya glimartiniae</i> / Puya de la Serena <i>Puya venusta</i> / Chagual de la costa
Arbustos medios: de 1,5 a 2 mt. de altura: <i>Baccharis linearis</i> / Romerillo <i>Caesalpinia angulata</i> / Retama <i>Colliguaja odorifera</i> / Colliguay <i>Dunalia odorifera</i> / Yara <i>Fluorensia thurifera</i> / Maravilla del campo <i>Larrea nitida</i> / Jarrilla <i>Senna cumingii</i> var. <i>coquimbensis</i> / Quebracho del norte (SH) <i>Senna cumingii</i> var. <i>cumingii</i> / Alcaparra del Norte	Herbáceas y cubresuelos: 0,15 a 0,50 mt. de altura: <i>Cistanthe grandiflora</i> / Pata de guanaco <i>Glandularia berteroi</i> / Verbena chilena blanca y lila <i>Phyla repens</i> / Tiqui tiqui <i>Plumbago caerulea</i> / Plumbago chileno <i>Sarcocornia fruticosa</i> / Sarcocornia
Arbustos bajos: de 1 a 1,5 mt. de altura: <i>Baccharis macraei</i> / Vautro <i>Fabiana viscosa</i> / Fabiana amarilla <i>Heliotropium stenophyllum</i> / Heliotropo (SH) <i>Lepechenia salviae</i> / Salvia blanca <i>Llagunoa glandulosa</i> / Atutemo (SH) <i>Muehlenbeckia hastulata</i> / Quilo <i>Senna birostris</i> / Quebracho del altiplano	Pastos ornamentales: <i>Nasella laevissima</i> <i>Stipa caudata</i> / Stipa

* Puede considerarse arbusto alto o arbolito bajo

SH: Susceptible a daño por heladas

Sesiones Posters

Línea temática: Biodiversidad y Conservación

1

“Compatibilizando la producción con la conservación de *Adesmia bijuga* Phil., especie en peligro crítico de la Región del Maule”

Gómez, P.¹ y Garrido, P.^{2,3}

¹ Jardín Botánico Universidad de Talca

² Maule Diversa, Región del Maule

³ Centro de Geomática, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca

I. Introducción

La Región del Maule es parte de uno de los 34 hotspots de biodiversidad a nivel mundial, esto debido a pérdida de hábitat, transformación del paisaje y gran cantidad de endemismos. Dentro de estos paisajes antropogenizados se encuentra *Adesmia bijuga* Phil. especie arbustiva, endémica y en peligro crítico de la Región del Maule (Gómez *et al.* 2012). A nivel mundial solamente son conocidas 3 poblaciones de la especie, y en las comunas de Curepto, Constitución y Empedrado, VII Región-Chile. Las poblaciones de *A. bijuga* se encuentran insertas en predios pertenecientes a empresas forestales y en el sotobosque de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. La superficie efectiva de la especie no supera las 4 ha y donde las poblaciones naturales presentan bajos tamaños poblacionales, depredación de frutos y semillas, ataque de hongos vasculares y escasa regeneración natural. Monitoreos sistemáticos y experimentos de laboratorio en esta última década revelan que las poblaciones de *A. bijuga* se encuentran en decadencia y ubicadas en un escenario hostil y crítico debido a presiones de origen biológico y antrópico, siendo incierto su incremento, recuperación y mantenimiento en el tiempo. Dado lo anterior, y con el objetivo de compatibilizar la producción con la conservación de la especie, se está implementando un plan de restauración de la especie y su hábitat, el cual está siendo desarrollado por etapas, en conjunto con Forestal Mininco S.A, y sobre la base de investigaciones y experiencias de campo que han servido como insumos y/o herramientas para el manejo adaptativo de la especie.

II. Metodología

La investigación ha considerado evaluar y caracterizar las diferentes poblaciones conocidas de *A. bijuga* en Chile. Sin embargo, el plan de restauración de la especie, se ha desarrollado principalmente en el área de alto valor de conservación “Adesmia”, ubicada en el predio San Pedro I, sector de las cañas, Constitución, y perteneciente a Forestal Mininco S.A. Por otra parte, y en forma paralela, experimentos de laboratorio con la especie se han ejecutado en el Jardín Botánico de la Universidad de Talca, ubicado en camino a Lircay s/n, Talca-Chile.

Las experiencias de campo y experimentación ha considerado como sustento bibliográfico los trabajos desarrollados por (Hahn & Gómez 2008, Gómez *et al.* 2009, Gómez & Hahn 2010, Gómez & Valenzuela 2016, Guerra *et al.* 2018, Gómez *et al.* 2012, 2013, 2014, 2016), para posteriormente en el campo, realizar diferentes manejos en los sitios, y bajo un enfoque de manejo adaptativo de la especie (Hollins 1978). Durante más de una década de investigaciones se han desarrollado diferentes análisis estadísticos, entre los que destacan; curvas de respuesta a la luz utilizando mínimos cuadrados no lineales con procedimiento PROC NLIN. Análisis de varianza de una vía utilizando PROC MIXED, análisis de supervivencia con la función logit para datos binarios utilizando PROC GLIMMIX. Además, se han realizado comparaciones de medias con la prueba de ajuste de Tukey. Entre los software utilizados son importantes SAS versión 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC), entre otros.

III. Resultados y Discusión

Las poblaciones naturales de *A. bijuga* del sector de San Pedro I, hoy se encuentran estables, sin pérdida de individuos. Diferentes investigaciones nos han otorgado las claves para el correcto manejo de la especie, entre los que destacan; podas en altura y corta de pinos, acciones concretas que han favorecido la entrada de una mayor luminosidad y la recuperación de las poblaciones. El manejo de variables estructurales ha sido fundamental en el plan de restauración de la especie y su hábitat, y donde el manejo adaptativo teniendo como base experiencias de campo y laboratorio se presenta como una alternativa real para el resguardo y aumento de los tamaños poblacionales de la especie. Por otra parte, la restauración activa, se perfila como una herramienta de apoyo fundamental para la recuperación de estos sitios y especies con problemas de conservación, y donde las actividades de enriquecimiento han sido exitosas en este caso de estudio, con más de un 90% de sobrevivencia de plantaciones de *A. bijuga* y especies nativas acompañantes.

IV. Conclusiones

En su hábitat natural, las poblaciones de *A. bijuga* aún subsisten en el sotobosque de plantaciones de empresas forestales

El conocer de rasgos ecológicos importantes como una aparente intolerancia a la sombra de *A. bijuga* ha sido fundamental para desarrollar estrategias orientadas a la recuperación de las poblaciones

El manejo adaptativo y la restauración activa se perfilan como herramientas potentes para salvaguardar el futuro de especies con problemas de conservación, más aun considerando sitios donde hay que compatibilizar la producción con la conservación.

Es posible compatibilizar la producción con la conservación de *A. bijuga*, sin embargo, para que esto ocurra, las estrategias de recuperación han debido considerar el entendimiento de rasgos ecológicos, atributos poblacionales y estructura del paisaje. Adicionalmente, para salvaguardar el futuro de esta especie en peligro crítico, deben existir esfuerzos mancomunados público-privados, con generación de un plan nacional de conservación de la especie que aún no existe, y fortalecimiento de las voluntades de las grandes empresas forestales, dueñas de las tierras donde se insertan las poblaciones de *A. bijuga*, que debiesen priorizar estos sitios con fines de conservación o uso restringido, además de realizar monitoreos periódicos a largo plazo, y así evitar la desaparición de esta especie única a nivel mundial.

Bibliografía

- Gómez, P.; Hahn, S. & San Martín, J. 2009. Estructura y composición florística de un matorral bajo plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central. *Gayana botánica* 66 (2): 256-268.
- Gómez, P. & Hahn, S. 2010. Nueva localidad para *Adesmia bijuga* Phil. (Fabaceae), un endemismo de la Región del Maule (VII), Chile. *Chloris Chilensis* año 13. N° 2. URL: <http://www.chlorischile.cl>.
- Gómez, P.; Lillo, D. & González, A. 2012. Pollination and breeding system in *Adesmia bijuga* Phil. (Fabaceae), a critically endangered species in Central Chile. *Gayana Botanica* 69 (1): 278-287.
- Gómez, P.; Sotes, G.; Hahn, S.; Becerra, J. & San Martín, J. 2013. Chemical composition of the essential oil from the leaves of *Adesmia bijuga* Phil., Fabaceae, one critically endangered species in Central Chile. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 12(6): 622-626.
- Gómez, P.; Hahn, S. & San Martín, J. 2014. Estructura y Fenología reproductiva de una población remanente de *Adesmia bijuga* Phil., Fabaceae, en un hábitat costero mediterráneo perturbado de Chile central. *Gayana Botánica* 71(1): 163-166.
- Gómez, P. & Valenzuela, M. 2016. Tolerancia y crecimiento al riego diferencial estival de plantas provenientes de esquejes de *Adesmia bijuga* Phil. En situaciones experimentales ex situ. *Chloris chilensis* año 19. N°1. URL: <http://www.chlorischile.cl>.
- Gómez P.; Baeza, M. & Hahn, S. 2016. Reproducción vegetativa y número cromosómico de *Adesmia bijuga* Phil. (Fabaceae), una especie endémica en peligro crítico de la Región del Maule, Chile. *Gayana Botanica* 73(1): 152-155.
- Guerra, F.; Gómez, P.; Gutiérrez, A. & Hahn, S. 2018. Genetic diversity of *Adesmia bijuga* Phil., an endangered Fabaceae species from Central Chile. *Brazilian Journal of Botany* 41(1): 247-251.
- Hahn, S. & Gómez, P. 2008. Hallazgo de *Adesmia bijuga* Phil. (Fabaceae) en la zona costera, Región del Maule, Chile central. *Gayana Botánica* 65 (1): 119-121.
- Holling CS. 1978. Adaptive environmental assessment and management. London: John Wiley & Sons.

2

“Etnobotánica de la “achacana”, *Neowerdermannia* sp. Frič, (Cactaceae)”

Pardo B., O.¹ y Pizarro T., J.²

¹ Nutricionista, etnobotánica, investigadora independiente

² Ingeniero agrónomo, investigador independiente.

I. Introducción

Achacana es el nombre vulgar más empleado para referirse a *Neowerdermannia vorwerkii* Frič y *N. chilensis* Backeberg. Son las dos únicas especies del género *Neowerdermannia* (Frič, 1979), cactáceas endémicas de la cordillera andina occidental. El primero se encuentra desde el NO de Argentina hasta la puna boliviana al sur del lago Titicaca. *N. chilensis* Backeberg, se encuentra desde el extremo norte de Chile, hasta el sur del Perú. Ambas especies se caracterizan por formar una raíz cónica comestible, consumida desde tiempos prehispánicos. Se destaca su utilidad en épocas de escasez, reemplazando las papas y otros tubérculos cultivados. Se analizan y describen las características botánicas, ecológicas y el empleo tradicional de las dos especies.

II. Metodología

La investigación etnobotánica se llevó a cabo por varios años en los países de origen de las especies, cruzada con la observación botánica. Las informaciones se obtuvieron por observación en terreno de las plantas y con entrevistas abiertas a campesinos y comerciantes de ambos sexos de Bolivia, Chile y Perú. Estas fuentes se complementan con una exhaustiva revisión bibliográfica, en particular relativa a las características botánicas, fenológicas, ambientales y conservacionistas, para evaluar el eventual daño que el consumo puede provocar en las poblaciones en su ambiente natural.

III. Resultados

1. La **taxonomía** del género ha sufrido, como es frecuente en las cactáceas, numerosos cambios. En particular, son importantes las observaciones de campo de *N. chilensis* en Perú donde la planta fue considerada una especie distinta por Ritter (1981) creando el binomio *N. peruviana* aplicable a las plantas que crecen al norte de la frontera chileno-peruana, propuesta rectificada por Ostolaza (1998) quién la reclasificó como *N. chilensis* subsp. *peruviana*. Estos planteamientos fueron finalmente descartados por Hunt *et al.* (2006), y CITES (2016), quedando *N. chilensis* como único binomio aceptado para las *Neowerdermannia* de la vertiente occidental andina. Nuestras observaciones de campo nos permiten sin embargo concluir que existen diferencias morfológicas entre las *Neowerdermannia* de Perú, pero en un sentido espacial diferente al indicado por Ritter (1981) y Ostolaza (1998).
2. Desde el punto de vista de la **conservación**, el género está incluido en el Apéndice 2 del CITES (2016). En Chile, *N. chilensis* está indicada como “rara” o “vulnerable”. El MMA (2012) de Chile la declaró “en peligro” y otro tanto sostiene Montesinos (2011), en Perú. En Bolivia *N. vorwerkii* no está figura en el libro rojo de la flora amenazada (MMAyA, 2012). Navarro (1996) la indica “vulnerable” y para Meneses & Beck (2005) “todas” las cactáceas de Bolivia tienen algún nivel de riesgo.
3. La investigación rescata **conocimientos ancestrales y actuales** sobre las formas de uso alimentario y medicinal. La mayoría de las preparaciones aluden a su empleo como sustituto de la papa en guisos (ají de achacana p. ej.), ensaladas o postres, o como comida ocasional de los pastores, directamente en el campo. El consumo alimentario de *N. chilensis*, prácticamente ha desaparecido en Chile y es escaso en Perú. *N. vorwerkii* mantiene vigencia en Bolivia con preparaciones típicas para ciertas fiestas anuales (San Bartolomé o chutillos, en agosto, Todos los Santos, 1º de noviembre. Calderón (1987) da los siguientes valores nutritivos en g/100 g de MS: 76,4% de carbohidratos, 5,8% de materia grasa y 4,4% de proteína.
4. Los cultivadores refieren de las **dificultades de reproducción *ex situ***. No existe información clara y fehaciente sobre la multiplicación y velocidad de crecimiento en condiciones naturales (*in situ*). El consumo humano, aún vigente de *N. vorwerkii*, induce a pensar que podría ser relativamente rápido, porque de otra manera la especie se habría rarificado o extinguido, estimándose la extracción anual entre 10.000 y 30.000 unidades.

IV. Conclusiones

1. Es posible que en Perú existan dos formas de *Neowerdermannia*, una al norte, fenotípicamente más próxima a *N. vorwerkii*, mientras la otra corresponde a *N. chilensis*, *stricto sensu*. Sólo el estudio comparativo del genoma (DNA) podría confirmar o rechazar esta hipótesis.

2. No es claro el comportamiento reproductivo y la velocidad de crecimiento de *N. voverkii*. Un seguimiento *in situ* plurianual de ejemplares marcados permitiría posible-mente evaluar estos parámetros comportamentales.

Bibliografía

- Calderón, J.A. 1987. La Achacana (*Neowerdermannia voverkii* Fric) Determinación de sus nutrientes. *Ecología en Bolivia* N° 10: 65 - 70.
- CITES. 2016. *Cactaceae Checklist, 3rd*. David Hunt (Comp.). Royal Botanic Gardens. UK.
- Frič, Alberto Vojtech. 1979 (1930). *Neowerdermannia* Frič gen. nov. *voverkii* Frič sp. nov. Traductor P. Collins. *The Chileans* 11(37): 6 – 7.
- Meneses, R.I. & Beck, S. 2005. *Especies amenazadas de la flora de Bolivia*. Herb. Nac. de Bolivia. La Paz.
- MMA. 2012. Ficha de antecedentes de especie: *Neowerdermannia chilensis* (Backeb.) Nombre común: macso, achacana. En: [www.mma.gob.cl/clasificacionespecies].
- MMAyA. 2012. *Libro Rojo de la Flora amenazada de Bolivia. Vol. I. Zona Andina*. La Paz.
- Montesinos, D. 2011. Ecología y usos populares de ‘Towana’: *Neowerdermannia chilensis* subsp. *peruviana* (Ritter) Ostolaza (Cactaceae) en la Provincia General Sánchez Cerro, Moquegua, Perú. *Quepo* 25: 78-86.
- Navarro, G. 1996. Catálogo ecológico preliminar de las cactáceas de Bolivia. *Lazaroa* 17: 33-84.
- Ostolaza N., C. 1998. Nomenclatural adjustments in Peruvian Cactaceae. *Cactaceae Consensus Initiatives*, (6), 8-9.
- Ritter, F. 1981. *Kakteen in Süd America Vol. IV (Perú)*. Spangenberg, Germany.

3

“Presencia en Chile de *Stangea rhizantha* (A. Gray) Killip (Caprifoliaceae)”

Pardo B., O.¹ y Pizarro T., J.²

¹ Nutricionista, etnobotánica, investigadora independiente

² Ingeniero agrónomo, investigador independiente

I. Introducción

En el contexto de investigaciones de campo, pesquizando plantas silvestres de consumo ancestral por los pastores del altiplano andino, el nombre aymara *chijura* o *chicura* fue mencionado a los autores por algunas personas. En apoyo de la creencia popular, la palabra *cchikhura* se encuentra en el diccionario de Bertonio (1612), con la indicación “rayz de comer”. En la literatura de Perú y Bolivia, la palabra *chijura* se encuentra asociada generalmente a especies de raíz comestible del género *Stangea*; en particular *S. henrici*, *S. wandae*, pero sobre todo *S. rhizantha*.

Se intentó comprobar si el nombre vernáculo empleado en Chile correspondía a alguna de las especies citadas con ese nombre en los países vecinos.

II. Resultados

Con la ayuda de pastores se encontraron colonias de *S. rhizantha* en tres puntos del altiplano, en lugares distantes entre si. En todos los casos, las plantas crecen en áreas de pendiente mediana a

fuerte, con suelos típicamente altiplánicos, de arenosos a gravillosos según el lugar, y de color tendiendo al rojizo.

(1) Maximiliano (10 años), de la hacienda Lipichi cerca de Caquena, nos guió en la búsqueda. Al costado sur de la ruta A-119, subiendo hasta los 4.500 msnm, se encontraron algunas plantas en floración. Se sacaron dos ejemplares, uno de los cuales fue enviado al herbario de Concepción para verificar la identificación, conservando el otro en nuestro poder.

(2) Don Agustín, de la hacienda "Lauca-Cruzani", nos acompañó al punto donde crece la planta, en la ladera izquierda de una quebradilla, seca en marzo, que desemboca un par de km más abajo sobre el río Lauca. Había numerosos ejemplares aún sin florecer, con raíces muy largas y poco engrosadas.

(3) En la misma zona, pero en distante unos 7 km en línea recta al NO del lugar anterior, don Alberto nos llevó a un lugar donde encontramos varios ejemplares, creciendo en un suelo de arena gruesa y suelta.

Las personas entrevistadas coincidieron en sus características alimentarias. La señora Tomasina, de Ancuta, indicó que era difícil de encontrar porque apenas deja afuera unas hojitas, no es fácil verlas porque se mimetizan con el suelo, tienen una raíz dulce cuya cáscara se desprende con facilidad. La Sra. Julia, de la hacienda "Lauca-Cruzani", la señala como una raíz que se pela como zanahoria, de color blanco al interior y de consistencia blanda como la de pera madura. Los informantes concordaron que, cuando se expone al sol, la cutícula de la raíz se desprende dejando a la vista el interior blanco, comestible (lo que pudimos comprobar): "en ese momento, está muy buena". Se come cruda, asada o "tirada en un fueguito" (cocida en las brasas).

La información de campo se cruza con las referencias de Perú y Bolivia que señalan su empleo alimenticio ancestral y moderno. Cardich (1987) y Prem Jai Vidaurre *et al.* (2006) por ejemplo, sostienen que los pastores andinos se alimentaron desde la antigüedad de muchas raíces silvestres que recolectaban directamente durante sus desplazamientos, entre los cuales mencionan *Stangea* sp. Gómez Espinoza (2012) reporta los siguientes valores nutritivos (en g por 100 g de materia seca): 4,5 g de proteína, 2,1 g de lípidos, 8,9 g de fibra cruda y 83,8 g de carbohidratos, con 12,5º Brix de sólidos solubles, lo que explicaría el sabor dulce.

III. Conclusiones

La muestra enviada al herbario del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción (Prof. Alicia Marticorena, <amartic@udec.cl>) permitió comprobar que se trataba efectivamente de la especie *S. rhizantha*. Las diferencias en la forma de la raíz pueden estar asociadas a las características del substrato: suelos sueltos arenosos y sin piedras permiten un crecimiento más alargado, mientras en suelos más compactos las raíces se engruesan o incluso se dividen.

Desde el punto de vista de la conservación, la especie debe ser calificada como "rara", posiblemente "vulnerable" o en "peligro", tanto más si se reactiva el consumo humano.

Bibliografía

- Bertonio, L. 1612. Vocabulario de la lengua aimara. Impreso en la casa de la Compañía de Jesús de Juli, Pueblo en la Provincia de Chucuito. Por Francisco del Canto (Versión digital).
- Cardich, A. 1987. Lauricocha: asentamiento preagrícolas, recolección vegetal e inicios del cultivo altoandino. *Diálogo Andino* 6: 11-28. Universidad de Tarapacá. Chile.

- Gómez, E. y Freddy, H. 2012. Efecto de la temperatura y el tiempo de cocción en las características sensoriales y fisicoquímicas de un producto de V Gamma esterilizado derivado de chicuro (*Stangea rhizanta*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Univ. Nac. de Huancavelica. Perú.
- Jai Vidaurre, P.; Paniagua, N. & Moraes R., M. (2006) Etnobotánica en los Andes de Bolivia. En: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev. Botánica Económica de los Andes Centrales: 224-238. Univ. Mayor de San Andrés, La Paz.
- Ricardi, M. 1958. La presencia del género *Stangea* en Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 33: 103-107.
- Rodríguez, R. *et al.* 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.

4

“Abundancia y distribución de clases de ceras de hojas en especies del bosque templado caducifolio”

Cerda-Peña, C.¹ y Contreras, S.^{1,2,3}

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

² Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS).

³ Department of Geology and Environmental Science, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260, USA.

I. Introducción

La complejidad de la vida tiene varias dimensiones, entre las cuales están las estructuras químicas, como la cutina y ceras las cuales conforman la cutícula en las plantas (Shepherd y Griffiths 2006). Las ceras de hojas son una mezcla de series homologas de cadenas largas (>C₂₄) de varias clases de compuestos como ácidos alcanóicos, alcanos y alcoholes (Kunst y Samuels 2003), los que se pueden cuantificar según su abundancia y distribución (i.e. orden de abundancia de acuerdo al largo de sus cadenas) (Bianchi y Canuel 2001). Estas clases de compuestos forman parte de la biodiversidad y permiten que las especies toleren distintas condiciones ambientales abióticas (e.g. sequías) y bióticas (e.g. plagas) (Shepherd y Griffiths 2006). Una de las funciones más importantes de las ceras es evitar la pérdida de agua por evaporación, por lo que son estudiadas evaluando su respuesta a variables ambientales como precipitación o temperatura (Bargel *et al.* 2006). Además, se ha visto que las ceras de hojas tienen una componente filogenética, por lo que han sido usadas para análisis filogenéticos y como herramientas quimio-taxónicas, permitiendo identificar géneros, especies y poblaciones. En el bosque templado caducifolio el conocimiento de la diversidad química de las ceras ha entregado información relevante para diferenciar poblaciones y efectos del clima, pero en escasas especies (e.g. Dodd *et al.* 1998). Dado el restringido conocimiento de las ceras de hojas de especies nativas, el objetivo de este estudio es determinar la abundancia y distribución de 3 clases de ceras de hojas (cadenas largas de ácidos alcanóicos, alcanos y alcoholes) en 12 especies nativas del bosque templado caducifolio y evaluar diferencias intraespecíficas.

II. Metodología

El estudio se realizó en el bosque caducifolio andino (38° latitud Sur; 71° longitud Oeste), en 9 sitios, donde se recolectó hojas de 3 individuos de las especies más representativas de cada sitio. Las

muestras se tomaron entre 4 a 6 metros de altura con una podadora de gancho, mantenidas en bolsas de papel Kraft hasta ser secadas a 50 °C en laboratorio. Usando un microondas de extracción asistida (Milestone Ethos Easy) se procedió a obtener el extracto total de lípidos (ETL) de 0.5 gramos de hoja por individuo, con 20 ml de Diclorometano: Metanol (9:1 v/v), tres veces. El ETL fue separado en fracciones de distinta polaridad en una columna de separación de fase sólida de aminopropil (Clean up), donde fueron eluidos con solventes orgánicos de acuerdo a la afinidad con las distintas clases de ceras. Las ceras de hojas fueron identificadas y cuantificadas usando cromatografía de gas de llama (GC-FID 7890A, Agilent) y espectrometría de masa (CG-MS QP-5050A-Shimadzu). Una vez obtenido el cromatograma, se identificaron las clases utilizando estándares de los compuestos y sus espectros de masa. Luego, se calculó la abundancia y distribución mediante el índice de largo de cadena promedio (sigla en inglés, ACL) para cada clase de compuesto (Bianchi y Canuel 2001, para ver fórmula). Finalmente, para evaluar diferencias en las clases de compuestos de ceras de hojas entre especies se realizó una prueba de Kruskal Wallis, dado que los datos no cumplían con los supuestos para análisis paramétricos.

III. Resultados y Discusión

Se cuantificaron clases de ceras en: *Drimys winteri*, *Myrceugenia exsucca*, *Nothofagus dombeyi*, *Gevuina avellana*, *Araucaria araucana*, *Chusquea* sp., *Orites myrtoidea*, *Nothofagus alpina*, *Nothofagus obliqua*, *Dasyphyllum diacanthoides*, *Laureliopsis philippiana* y *Nothofagus antarctica*. La abundancia de las clases entre especies fueron significativas para: ácidos alcanoicos ($X^2=47.2$, $p<0.001$), alcanos ($X^2=50.7$, $p<0.001$) y alcoholes ($X^2=66.5$, $p<0.001$). Las especies que presentaron una mayor cantidad de comparaciones pareadas significativas fueron *A. araucana* para ácidos alcanoicos y alcoholes, *N. alpina* para ácidos alcanoicos y *N. obliqua* para alcanos. Respecto a la distribución, las diferencias entre especies también fueron significativas para los: ácidos alcanoicos ($X^2=52.4$, $p<0.001$); alcanos ($X^2=59.4$, $p<0.001$) y alcoholes ($X^2=51.6$, $p<0.001$). *N. alpina* presentó la mayor cantidad de comparaciones pareadas significativas para la distribución en ácidos alcanoicos, *N. dombeyi* y *A. araucana* para alcanos y *Chusquea* sp. para alcoholes. Las diferencias significativas entre especies, implican una gran diversidad química en las ceras de hojas, concordante con estudios en otros países (e.g. Li *et al.* 2013). Las especies con mayores diferencias son *N. alpina* y *A. araucana*, las cuales presentan patrones de distribución opuestos: *N. alpina* a baja elevación y *A. araucana* en alta elevación. Siendo la variable elevación asociada a gradientes de estrés, acrecentándose a medida que esta aumenta (Körner 2007). Otra razón que podría estar modulando estas diferencias es el tipo funcional de planta, siendo *N. alpina* una especie caducifolia y *A. araucana* perenne, que además tiene una longevidad foliar amplia de hasta 25 años (Lusk 2001), por lo que sus hojas requerirían una mayor protección.

IV. Conclusiones

La diversidad química de las especies es alta, la que se refleja en las clases de ceras de hojas, esto puede ser atribuido a las condiciones climáticas en las que se distribuyen o el tipo funcional de planta. Conocer la biodiversidad de estructuras químicas protectoras en hojas, como las ceras en las especies, puede ayudarnos a entender cuáles especies podrían verse en ventaja o desventaja frente a los pronósticos del cambio climático.

Bibliografía

- Bargel, H.; Koch, K.; Cerman, Z. y Neinhuis, C. (2006). Structure– function relationships of the plant cuticle and cuticular waxes – a smart material? *Functional Plant Biology*, 33, 893–910.
- Bianchi, T.S. y Canuel, L. (2011). *Chemical Biomarkers in Aquatic Ecosystems*. Princeton University Press, New Jersey.
- Dodd, R.S.; Afzal-Rafii, Z. y Poeer A.B. (1998). Ecotypic adaptation in *Austrocedrus chilensis* in cuticular hydrocarbon composition. *New Phytologist*, 138, 699–708.
- Körner, C. (2007). The use of ‘altitude’ in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 569–574
- Kunst, L. y Samuels, A.L. (2003). Biosynthesis and secretion of plant cuticular wax. *Progress in Lipid Research*, 42, 51–80.
- Li, J.; Huang, J.; Ge, J.; Huang, X. y Xie, S. (2013). Chemotaxonomic significance of n-alkane distributions from leaf wax in genus of *Sinojackia* species (Styracaceae). *Biochemical Systematic and Ecology*, 49, 30–36.
- Lusk, C.H. (2001). Leaf life spans in some conifers of the temperate rain forests of South America. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74, 711–718.
- Shepherd, T. y Griffiths D.W. (2006). The effects of stress on plant cuticular waxes. *New Phytologist*, 171, 469–499

5

“Composición florística del sendero Melidekiñ, Santuario El Cañi, Región de la Araucanía, Chile”

Cisternas Bravo, M.¹; Martín Venegas, J.¹ y Romero-Mieres, M.²

¹ Carrera Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco.

² Laboratorio de Ecología Aplicada y Biodiversidad, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco.

I. Introducción

Fundado en 1990, la Reserva Santuario El Cañi (39°15'42.3" S y 71°42'41.5" O) fue una de las primeras áreas protegidas privadas de Chile, dedicándose principalmente a educación y conservación. Con un clima templado cálido (bajas altitudes) y frío (mayor altitud) (CONAF, 1999), sus administradores describen a este lugar como un “frágil ecosistema”... “que necesita ser conservado por el bienestar de las especies que lo habitan, así como también para que nuestras futuras generaciones puedan disfrutar de él”. En sus 500 ha de superficie, se pueden apreciar imponentes bosques de *Araucaria araucana*, como también bosques adultos dominados por diversas especies del género *Nothofagus*. Estos bosques pueden ser recorridos a través de su principal sendero, reconociendo en él diversas especies vasculares de diferentes formas de crecimiento, permitiendo al visitante contemplar su singular belleza. El objetivo de esta investigación fue determinar la flora vascular, mediante un censo florístico, del principal sendero de la Reserva Santuario El Cañi, para así disponer de información base que fomente su conservación.

II. Metodología

El área de estudio comprendió el principal sendero de la Reserva (1.000-1.550 m s.n.m.; 4,5 km) ubicada en la localidad de Pichares, comuna de Pucón, región de La Araucanía. Se realizaron prospecciones entre los años 2016-2019 por todo el sendero, considerando estacionalidad y comunidades vegetacionales existentes: (1) Bosque *N. dombeyi-Saxegothaea conspicua*; (2) Bosque *N. dombeyi-S. conspicua* transición a bosque adulto *N. dombeyi*; (3) Bosque adulto *N. dombeyi*; (4) Bosque adulto *N. dombeyi-N. pumilio*; (5) Bosque adulto *N. pumilio-N. dombeyi*; (6) Bosque adulto *A. araucana-N. pumilio-N. dombeyi*; (7) Bosque joven *N. pumilio* con *A. araucana*; (8) Bosque adulto *A. araucana-N. pumilio*; (9) Bosque adulto *A. araucana-N. pumilio* achaparrado; y (10) Mirador Melidekiñ, zona rocosa con vegetación arbustiva-herbácea. Se registraron todas las especies vasculares adyacentes al sendero considerando cinco metros por cada lado (Vidal, 2005; Curifuta, 2008). La determinación de las plantas fue realizada con base a experiencia de campo. Aquellas no identificadas *in situ*, fueron colectadas y fotografiadas para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente y apoyo de expertos. Las plantas colectadas fueron depositadas en el Herbario del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco (UCT-Herbario no oficial). La nomenclatura, origen fitogeográfico, hábito de crecimiento y ciclo de vida de las especies se basó principalmente en Rodríguez *et al.* (2018), y en los sitios web: <http://www.tropicos.org/> y <http://www2.darwin.edu.ar/>. El estado de conservación se basó en los registros del Ministerio del Medio Ambiente y/o literatura especializada.

III. Resultados

La flora vascular registrada y determinada comprendió 104 especies, donde 71 especies corresponden a Magnoliophyta-Magnoliopsida (73,1%), 17 a Magnoliophyta-Liliopsida (16,3%), nueve a Pteridophyta (8,7%) y dos a Pinophyta (1,9%). De acuerdo a su origen fitogeográfico, el 76% fueron nativas.

Las familias más representativas fueron Asteraceae (13 especies), Poaceae (nueve especies) y Berberidaceae (seis especies). A nivel de géneros, los más representativos fueron *Berberis* (seis especies), *Blechnum* (cinco especies), *Gaultheria* (tres especies) y *Trifolium* (tres especies).

Según sus formas de crecimiento, el espectro biológico fue representado en un 54,8% por hierbas perennes, seguidas por los arbustos con un 23,1%, los árboles y subarbustos perennes con un 6,7% respectivamente, las hierbas anuales y trepadoras con un 3,8% respectivamente, y los epífitos con 1,0%.

Las comunidades vegetacionales estudiadas que presentaron un mayor número de especies fueron: (4) Bosque adulto de *N. dombeyi-N. pumilio* y (1) Bosque de *N. dombeyi-Saxegothaea conspicua*, con 32 y 31 especies respectivamente.

De las 10 comunidades prospectadas, las especies que presentaron mayor frecuencia absoluta fueron *Viola reichei* (8), *Berberis trigona* (7), *Nothofagus dombeyi* (7), *Drimys andina* (7), *B. microphylla* (6), *Acaena ovalifolia* (6), *Osmorhiza chilensis* (6), *Cardamine variabilis* (6), *Loasa acanthifolia* (6), *Codonorchis lessonii* (6) y *N. pumilio* (6).

IV. Conclusiones

Comparado con otros senderos de áreas protegidas en la región de La Araucanía, el alto número de especies vasculares presentes en el principal sendero de la Reserva Santuario El Cañi y su alto

porcentaje de flora nativa, evidencia la riqueza florística del lugar y su importancia para la conservación de sus ecosistemas.

Bibliografía

- CONAF. 1999. Corporación Nacional Forestal, Plan de Manejo Parque Nacional Huerquehue. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura. 177 p.
- Curifuta, L. 2008. Propuesta de plan de interpretación ambiental para la flora asociada a senderos del Parque Nacional Conguillío, región de La Araucanía. Tesis de Grado. Universidad Católica de Temuco. 96 p.
- Rodríguez, R.; Marticorena, C.[‡]; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.L.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, E.; Sánchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Bot.* 75(1): 1-430, 2018.
- Vidal, O. 2005. Flora exótica adyacente a senderos remotos en el Parque Nacional Torres del Paine (Magallanes – Chile). Tesis de Grado. Programa “Aplicación Financiamiento Tesis Universitaria de Interés Regional”. Universidad Austral de Chile. 124 p.

6

“Germinación asimbiótica de semillas de las especies *Chloraea multiflora* y *Gavilea longibracteata* (Orchidaceae)”

Castillo, D.¹; Cid, H.¹; Atala, C.² y Pereira, G.¹

¹ Laboratorio de Biotecnología de Hongos, Campus Los Ángeles, Universidad de Concepción.

² Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Campus Curauma.

I. Introducción

Las orquídeas comprenden una de las familias más grandes con flores en el mundo (Harley & Smith, 1983; Jones, 2006). Incluyen de 20.000 a 35.000 especies, pertenecientes a más de 750 géneros (Cribb *et al.*, 2003). La mayor diversidad de orquídeas se encuentran en los trópicos con un gran número de especies epífitas (Harley & Smith, 1983; Jones, 2006). Sin embargo, también hay orquídeas terrestres y rupícolas (Cribb *et al.*, 2003). En Chile el grupo de las terrestres se encuentra representada sólo por 72 especies, pertenecientes a 8 géneros (Novoa *et al.*, 2006). De éstas, 27 son endémicas (Novoa *et al.*, 2006; Elórtigue & Novoa, 2008). Entre ellas, se encuentran *Chloraea multiflora* y *Gavilea longibracteata*. Especies escasamente estudiadas cuyo estado de conservación no ha sido evaluado (Novoa *et al.*, 2015). En su ambiente natural las orquídeas normalmente se propagan por semillas, las cuales una vez liberadas, dependen de la asociación simbiótica con hongos micorrícicos específicos para su germinación (Smith & Read, 2008). Esta dependencia se explicaría por la mínima cantidad de nutrientes almacenados en las diminutas semillas de orquídeas (llamadas semillas polvo). Se ha demostrado germinación asimbiótica de semillas en la producción de plántulas de varias especies de orquídeas con fines comerciales y de conservación (Yamazaki & Miyoshi, 2006). La primera reproducción exitosa de orquídeas *in vitro* a través de la germinación de semillas fue lograda por Knudson (1922, 1949). Para orquídeas terrestres la germinación asimbiótica de semillas es difícil (Smith & Read, 2008). Los objetivos del presente trabajo fueron determinar el efecto de tres medios de cultivo en la germinación asimbiótica de semillas maduras de *Chloraea multiflora* Lindl y *Gavilea longibracteata* Lindl, bajo condiciones *in vitro*.

II. Metodología

Semillas de *C. multiflora* de la Reserva Nacional Peñuelas (S33°10'44,2"; W71°30'08,2") y *G. longibracteata* del Tranque de la Luz, sector Curauma (S33°08'02"; W71°35'06") de la Región de Valparaíso fueron recolectadas. Las especies se identificaron a través de su morfología floral distintiva (Novoa *et al.*, 2015). Ocho cápsulas maduras de polinización natural, seleccionadas de tres ejemplares al azar de cada población, fueron cosechadas. Éstas se secaron en laboratorio a 24 °C durante cuatro días. Las semillas de cada especie se almacenaron en recipientes herméticos manteniéndose refrigeradas a 4 °C hasta realizar el experimento. La desinfección de las semillas se realizó siguiendo el método de Batty *et al.*, (2001). Las semillas se colocaron en tubos eppendorf con etanol al 70% (30 segundos). Se extrajo el etanol y se agregó solución al 1% de NaOCl con dos gotas de Tween 20, manteniendo en agitación constante (5 minutos). Las semillas se lavaron 5 veces con agua estéril, siendo sembradas bajo cámara de flujo horizontal (con gotero estéril) en placas de Petri que contenían los medios de crecimiento. Se usaron tres medios: Agar-Agua (AW), medio de cultivo tomate (MCT) y Malmgren Medio de orquídea terrestre modificado (MM), con pH ajustado a 5.8. Los medios se esterilizaron en autoclave a 121 °C y 1 atm de presión (20 minutos). Se usaron cuatro placas Petris (réplicas) por medio de cultivo. En cada placa se sembraron aproximadamente 300 semillas. Fueron incubadas a 24±1 °C en oscuridad (2 semanas), luego con fotoperiodos 16/8-horas luz/oscuridad (8 semanas). Después de la cuarta semana se evaluó las etapas de desarrollo de las semillas (Yamazaki & Miyochi, 2006), y al final del ensayo se evaluó también el porcentaje de germinación. Para el análisis de los datos se utilizó software Statistica 6.0. Transformación de variables, prueba de ANDEVA y Tukey.

III. Resultados y Discusión

Los resultados indican que después de cinco semanas de incubación las semillas *C. multiflora* y *G. longibracteata* logran el estado de pregerminación (Etapa 1) en los tres medios de crecimiento (Figura 1). En la séptima semana de incubación las dos especies de orquídeas alcanzan el estado de germinación (Etapa 2), en los medios MCT y MM. En la octava semana de incubación *G. longibracteata* logra el estado de protocormo (Etapa 3) en los medios MCT y MM, mientras que la especie *C. multiflora* alcanza el estado de protocormo sólo en el medio MM. En la novena semana de incubación de las semillas las dos especies de orquídeas logran el estado de desarrollo de rizoides (Etapa 4), sólo en el medio MM, comportamiento que se mantiene hasta la evaluación final (10 semanas). En los tres medios de crecimiento las especies *C. multiflora* y *G. longibracteata* logran germinación de semillas (Cuadro 1). Los porcentajes más bajos se alcanza en el medio de cultivo AW (9,4 y 5,1%, respectivamente). Los porcentajes de germinación más altos se alcanzan para *C. multiflora* en el medio MM (37,9%), y para *G. longibracteata*, en el medio MCT (14,2%). Se observa que *C. multiflora* presenta diferencias significativas entre los medios AW (9,35%) y MCT (30,7%) y MM (37,9%). Para *G. longibracteata* no se encontraron diferencias significativas en la germinación de semillas. Las técnicas asimbióticas se han demostrado efectivas para la germinación de semillas de orquídeas terrestres (Pereira *et al.*, 2017; Romero *et al.*, 2018). El establecimiento de protocolos para la germinación asimbiótica de semillas de orquídeas es específico de cada especie y depende de varios factores (Arditti *et al.*, 1982; Romero *et al.*, 2018). En Chile, el mayor número de especies de orquídeas están agrupadas en los géneros *Chloraea* y *Gavilea*. De estas especie muy pocas han sido estudiadas (Atala *et al.*, 2016; Herrera *et al.*, 2019).

IV. Conclusiones

La germinación asimbiótica de semillas de *C. multiflora* y *G. longibracteata* es factible de realizar en medios de crecimiento artificial. El mejor medio de cultivo para la germinación de semillas de *C. multiflora* fue MM y para *G. longibractea* el medio MCT. A diez semanas de cultivo *in vitro* de semillas de *C. multiflora* y *G. longibracteata* es factible de lograr estado desarrollo de protocormo.

Bibliografía

- Arditti, J.; Clements, M.A.; Fast, G.; Hadley, G.; Nishimura, G. & Ernst, R. (1982). Orchid seed germination and seedling culture. A manual. In *Orchid Biology. II, Reviews and Perspectives*, (ed. J. Arditti), pp. 243-370, Cornell University Press, Ithaca, USA.
- Atala, C.; Muñoz-Tapia, L.; Pereira, G.; Romero, C.; Vargas, R.; Acuña-Rodríguez, I.; Molina-Montenegro, M.A. & Brito, E. 2016. The effect of future climate change on the conservation of *Chloraea disoides* Lindl. (Orchidaceae) in Chile. *Braz. J. Bot.*
- Batty, A.; Brundrett, M. & Ramsay, M. 2001. *Orchid Conservation Techniques Manual*. Botanic Gardens and Parks Authority, West Perth, Australia.
- Cribb, P.J.; Kell, S.P.; Dixon, K.W. & Barrett, R.L. 2003. Orchid conservation: a global perspective. In: *Orchid conservatio*. Natural History Publications. Kota Kinabalu, pp. 1-24.
- Damon, A.; Aguilar, G.E.; Rivera, L. & Nikolaeva, V. (2004). Germinación in vitro de semillas inmaduras de tres especies de orquídeas de la región del Soconusco, Chiapas, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10, 195-203.
- Elórtogui, S. & Novoa, P. (2009). *Orquídeas de la Región de Valparaíso. Viña del Mar, Chile*.
- Harley, J.L. & Smith, S.E. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, London. 483.
- Johnson, T.; Stewart, S.L.; Dutra, D.; Kane, M.E. & Richardson, L. 2007. Asymbiotic and symbiotic seed germination of *Eulophia alta* (Orchidaceae) preliminary evidence for the symbiotic culture advantage. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 90: 313-323.
- Herrera, H.; García-Romera, I.; Meneses, C.; Pereira, G. & Arriagada C. 2019. Orchid mycorrhizal interactions on the Pacific Side of the Andes from Chile. *Review. J. Soil Sci. Plant Nutr* 19(1): 187-202.
- Jones, D.L. 2006. *A Complete Guide to Native Orchids of Australia Including the Island Territories*, New Holland, Sydney, Australia.
- Knudson, L. 1922. Nonsymbiotic germination of orchid seeds. *Botanical Gazette* 73: 1-25.
- Knudson, L. 1946. A new nutrient solution for germination of orchid seed. *American Orchid Society Bulletin* 15: 214-217.
- Novoa, P.; Espejo, J.; Cisterna, M.; Rubio, M. & Domínguez, E. 2006. *Guía de Campo de las Orquídeas Chilenas*. Ediciones Corporación Chilena de la Madera: Concepción, Chile.
- Novoa, P.; Espejo, J.; Alarcón, D.; Cisternas, M. & Domínguez, E. 2015. *Guía de campo de las orquídeas chilenas, segunda ed. ampliada*. Concepción, Chile, Ediciones Corporación Chilena de la Madera. 240 pp.
- Pereira, G.; Albornoz, V.; Romero, C.; Lara, L.; Sánchez, M.; Ríos, D. & Atala. 2017. Asymbiotic gemination in three *Chloraea* species (Orchidaceae) from Chile. *Gyana Bot.* 74(1): 70-78.
- Romero, C.; Cuba, M. & Silva, R. 2018. In vitro culture of *Chloraea gaviolu* Lindl., an endemic terrestrial orchid from Chile. *Plant Biosystems* 152(4): 612-620.
- Smith, S.E. & Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*, 3rd edn. Academic Press, San Diego, USA. 800 pp.
- Yamazaki, J. & Miyoshi, K. 2006. In vitro asymbiotic germination of immature seed and formation of protocorm by *Cephalanthera falcata* (Orchidaceae). *Annals of Botany* 98: 1197-1206.

Anexos

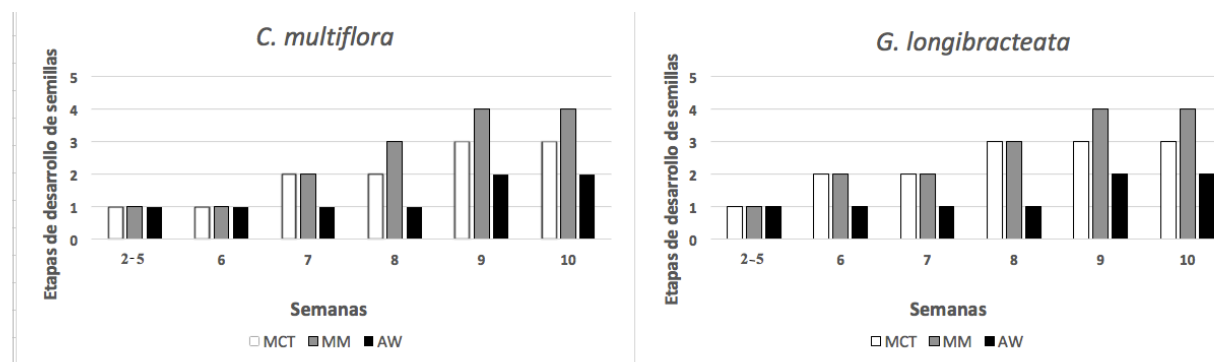


Figura 1. Estados de desarrollo de las semillas y embriones de *C. multiflora* y *G. longibracteata* luego de 10 semanas de incubación en los medios AW: Agar Agua. MCT: Medio de Cultivo Tomate. MM: Medio Malmgren modificado para orquídeas terrestres.

Cuadro 1. Germinación promedio de semillas de *C. multiflora* y *G. longibracteata* luego de 10 semanas de incubación en diferentes medios de cultivo. Letras diferentes corresponden a diferencias estadísticamente significativas (test de t, $p < 0.05$). AW: Agar Agua. MCT: Medio de Cultivo Tomate. MM: Medio Malmgren modificado para orquídeas terrestres.

Medio	Especie	
	<i>C. multiflora</i>	<i>G. Longibracteata</i>
Germinación %		
AW	9,4 ± 0,3 a	5,1 ± 0,5 a
MM	37,9 ± 8,5 b	13,6 ± 7,2 a
MCT	30,7 ± 5,2 b	14,2 ± 5,1 a

7

“Formación de bancos de germoplasma de *Microsorium scolopendria* (Burm. f.) Copel., especie endémica de Rapa Nui”

Castro, M.¹; Fassio, C.¹; Guzmán, L.²; Montecinos, M.¹; Molina, P.¹; Marchant, M.² y Balada, C.²

¹Laboratorio Propagación, Escuela de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

²Instituto de Química, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

I. Introducción

Microsorium scolopendria (Burm. f.) Copel (Baeza *et al.*, 1998) es un helecho nativo de Rapa Nui, perteneciente al orden Polypodiales, familia Polypodiaceae (Ministerio del Medio Ambiente, 2010). Esta especie se caracteriza por ser un helecho de rizoma rastrero, de 5-7 mm de diámetro, esclerosado a algo carnoso. Posee escamas oscuras las que cumplen una función de protección del tejido. Cuenta con peciolos duros y erectos de 8-90 cm de largo. Su lámina foliar es simple, oblongo-lanceolada, hasta pinnatífida o pinnada, de 15-60 x 10-20 cm, es de textura coriácea con nervadura visible (Tejero y Torres, 2012). Ancestralmente esta especie ha sido utilizada por la cultura Rapa Nui como planta medicinal en tratamientos contra diversas dolencias (IICT 2006).

Rodríguez (1995) reporta que *M. scolopendria* se encuentra en estado vulnerable de conservación dentro de Rapa Nui, debido a que su hábitat ha sido fuertemente alterado por acción antrópica. Meyer (2013) describe el rango de distribución de la especie como localizado, limitado a un área específica en el volcán Rano Kau).

Una de las alternativas que mejor funciona para la conservación de los helechos es la propagación vegetativa a partir de esporofito, la cual se puede realizar a partir de diferentes partes de la planta en cultivo in vivo y en cultivo de tejido (*in vitro*). Este último ha tenido una alta aceptación en el ámbito de la recuperación de especies en peligro de extinción debido a que se obtiene una importante producción de esporofitos a partir de pequeños trozos de meristemas de gametofitos, incluso de rizomas (Pérez y Reyes 1993).

El objetivo de este estudio fue desarrollar Bancos de germoplasma de *Microsorium scolopendria* que permitan disponer de material madre para implementar alternativas de propagación in vivo e in vitro, con el fin de disponer de material vegetal para aumentar su población en Rapa Nui.

II. Desarrollo del Trabajo

Para la formación del Banco de germoplasma se colectó material de *M. scolopendria* desde las laderas del volcán Rano Kau, Isla de Pascua (27°7'10"S 109°21'17"O), ubicada en la Región de Valparaíso, Chile. El material vegetal colectado correspondió a rizomas rastreros, carnosos, de entre 5 a 8 mm de diámetro, cubierto de escamas café oscuras, bajo la cual se presenta una coloración interna verde fosforescente. En Rapa Nui este helecho se desarrolla especialmente bajo árboles de palto que se encuentran en este volcán en un microambiente de baja intensidad lumínica (120 lux en otoño-invierno) y alta humedad relativa (95 y 100%). Sus rizomas se distribuyen entre las piedras volcánicas, la hojarasca y una delgada capa de suelo de textura franco-limosa que cubre la ladera del volcán. Cada accesión fue identificada con un código en una ficha de colecta donde se indican distintos aspectos de importancia como fecha y lugar de colecta y características del material vegetal como vigor, estado sanitario y estado fenológico. Posteriormente, cada accesión fue establecida en los bancos de germoplasma con una etiqueta que indica su código.

Una vez recibidos los rizomas en el Laboratorio de Propagación de la Escuela de Agronomía PUCV, fueron establecidos en contenedores de malla de alambre, recubiertos con fibra de palmera para generar un soporte para el sustrato. El sustrato usado fue tierra de hoja (pino compostado). Los contenedores se trasladaron a un invernadero calefaccionado (25-30 °C).

Durante los primeros seis meses a las plantas madre se les aplicó ácido giberélico vía riego, con una frecuencia de dos veces por semana. Esto se realizó para inducir la formación de nuevas yemas en el rizoma. Además, se realizaron en forma periódica tratamientos fitosanitarios con fungicidas-bactericidas.

III. Resultados

Se establecieron los siguientes lugares físicos como Bancos de germoplasma de material madre: 1) Laboratorio de Propagación PUCV: i) cámara de crecimiento in vitro y ii) invernadero climatizado y 2) Vivero Mataveri Otai CONAF Isla de Pascua (manavai).

1i) La cámara de crecimiento corresponde a un recinto de 40 metros cuadrados, donde se encuentran plantas propagadas in vitro a partir de ecotipos madre colectados en Isla de Pascua de *Microsorium scolopendria*. En esta cámara se mantiene una temperatura constante de 25 ± 2 °C, 1600 lux de

intensidad lumínica y fotoperiodo de 16 horas luz/día. 1ii) El invernadero climatizado corresponde a una estructura de fierro galvanizado climatizado de 32 metros cuadrados cubierto con polietileno, en el que se mantienen las plantas madre en cestas metálicas a una temperatura constante de 20°C y una humedad relativa de al menos 70%.

2) En el Vivero Mataveri Otai de CONAF Isla de Pascua se encuentran también ecotipos madre colectados, los que están establecidos en jardines de piedra denominados Manavai, los que se encuentran en superficie y su función es de protección del viento y animales para el adecuado desarrollo de las plantas.

IV. Conclusiones

Los bancos de germoplasma de *Microsorium scolopendria* se establecieron en tres lugares físicos con condiciones ambientales diferentes que permiten contar actualmente con material madre para la propagación *in vitro* e *in vivo* de esta especie que se encuentra en estado vulnerable de conservación en Rapa Nui.

Bibliografía

- Instituto de Investigação Científica Tropical. 2006. Ficha técnica *Polypodium scolopendria* Burm. F. http://www.iict.pt/ev/plantas/Textos/fichaCL2_en.pdf Cited 14 Feb 2017.
- Meyer, J. 2013. A note on the taxonomy, ecology, distribution and conservation status of the ferns (Pteridophytes) of Rapa Nui (Easter Island). *Rapa Nui Journal* 27 (1):71-82
- Ministerio del Medio Ambiente. 2010. Ficha especie clasificada *Microsorium scolopendria*. http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas6proceso/fichas2010/Microsorumscolopendria_P06R4_RCE.pdf Cited 25 Jan 2017.
- Pérez, B. y Reyes, I. 1993. Helechos: propagación y conservación. *Revista Ciencias* 30:11-17
- Rodríguez, R. 1995. Pteridophyta. In: Marticorena, C.; Rodríguez, R. (eds.). *Flora de Chile* Vol. 1. Pteridophyta – Gymnospermae. Universidad de Concepción, Concepción, pp 119-309.
- Tejero D. y Torres, A. 2012. *Phymatosorus Grossuus* (Polypodiaceae) en México y Comentarios sobre otros Pteridobiontes no- nativos. *Acta Botánica Mexicana* 98:111-124

8

“Estableciendo una red de conservación *ex situ* de Lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*) desde una perspectiva de participación comunitaria”

Sandoval, A.¹; Navarro, J.¹; Pañitrur, C.¹; Cabrera, M.²; Pinto, V.²; Álvarez, N.³ y Gratzfeld, J.³

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación INIA Intihuasi, Banco Base de Semillas, Vicuña, Chile.

² Centro de Formación Técnica Santo Tomás, La Serena, Chile.

³ Botanic Gardens Conservation International (BGCI), Reino Unido.

I. Introducción

Myrcianthes coquimbensis (lucumillo) es un arbusto endémico y único representante de este género en la flora chilena. De copa globosa y follaje siempreverde, crece asociado a los afloramientos rocosos de

una estrecha franja costera de la provincia de Elqui. Amenazado por la pérdida y degradación de su hábitat, a causa principalmente de la alta presión de parcelas de agrado, la urbanización y a la creación de complejos turísticos, especialmente al norte de La Serena y sur de Coquimbo, ha sido catalogado oficialmente como En Peligro (EN B1ab(iii)+2ab(iii)) (DS N°50/2008). Sus poblaciones naturales no se encuentran protegidas en ninguna de las unidades del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, por lo que acciones de conservación *ex situ* se vuelven urgentes.

Investigaciones poblacionales, ecológicas y de propagación (García-Guzman *et al.* 2012, Saldías y Veloso 2014, Loayza *et al.* 2017), han permitido conocer un poco más acerca de la especie. Se han realizado además esfuerzos en educación a la comunidad, generando manuales, material audiovisual y talleres con la comunidad (SEREMI 2013, IEB 2016a, 2016b). Sin embargo, acciones de conservación *ex situ* para su conservación se encuentran aún pendientes.

El lucumillo presenta semillas recalcitrantes, que mueren al ser desecadas, por lo que la posibilidad de conservar semillas a largo plazo en condiciones de bancos de semillas no es factible para esta especie. Sin embargo, este trabajo pretende demostrar que a través de la suma de pequeñas iniciativas, se puede involucrar a la comunidad, al mismo tiempo que se aporta a la valoración y conservación de una especie.

II. Desarrollo del Trabajo

A través de la iniciativa mundial de conservación Global Tree Campaign, acciones de conservación *ex situ* fueron iniciadas para lucumillo. Estas acciones consideran la recolección de semillas desde poblaciones naturales y producción de plantas para la creación de una Colección Viva de Conservación, como una manera de preservar la diversidad genética de la especie. Sin embargo, para el establecimiento de estas colecciones y para la mantención futura de los jardines de conservación es indispensable incorporar nuevos actores que participen de manera activa en su conservación.

Para la creación de las colecciones, se visitaron poblaciones naturales de la especie a lo largo de su distribución natural, identificando sectores potenciales de colecta. Se escogieron 25 plantas distantes de cada localidad, para abarcar la mayor diversidad genética de cada población. De cada planta se obtuvieron hasta 10 semillas, las cuales se mantuvieron identificadas en cada etapa. De esta manera, en el diseño de los jardines de conservación se puede evitar la consanguinidad, permitiendo mantener una mayor variabilidad genética en el tiempo y en su descendencia.

Para el establecimiento de los jardines se contactaron instituciones públicas y privadas interesadas en ser parte de una red de conservación *ex situ*, que sumara pequeños esfuerzos en pro de un objetivo central, la conservación de la diversidad genética de lucumillo. A través de este trabajo se pretende contribuir a la conservación de esta especie, integrándola a la vida cotidiana de la ciudad, par que al mismo tiempo se da a conocer su importancia y se incrementa su valoración en la comunidad.

III. Resultados

La búsqueda de poblaciones de lucumillo se extendió a lo largo de su rango de distribución. Se logró recolectar semillas y producir plantas de las localidades: Camino a Chungungo, Caleta de Hornos, Punta de Teatinos, La Herradura y Totoralillo. A estas poblaciones, se suma una población recientemente localizada en La Herradura Oriente Sur, que fue propagada y donada a nuestras colecciones desde una empresa inmobiliaria del sector. El número de individuos recolectados por población ha sido variable, ya que ha dependido de la disponibilidad de semillas, así como también el

número de plantas obtenido por cada individuo recolectado. A la fecha la colección está compuesta por cerca de 550 plantas obtenidas de 90 individuos provenientes de 6 localidades, cada individuo propagado se encuentra identificado según origen y planta madre. A ésta se suman 90 plantas que ya se han establecido en jardines de conservación. El primero de ellos, se ubica en el frontis del Banco Base de Semillas, en Vicuña. Gracias al apoyo de la Ilustre Municipalidad de La Serena, se han instalado también pequeños jardines en el Parque Pedro de Valdivia y en el Edificio Consistorial de La Serena, además de jardines en los frontis de los Centros de Salud Familiar de Las Compañías y del sector de La Antena. También se han sumado a esta iniciativa el Colegio Balmaceda y el Colegio Cordillera. En cada jardín se ha instalado además señalética explicativa. Nuevos jardines se seguirán estableciendo durante el año, por lo que las adopciones se encuentran abiertas a instituciones públicas y privadas, que quieran sumar su esfuerzo al nuestro, para continuar estableciendo la red de conservación *ex situ* de lucumillo.

IV. Conclusiones

El establecimiento de colecciones vivas puede ser un aporte a la conservación de especies de semillas recalcitrantes. Involucrar a la comunidad en estas iniciativas permite además dar a conocer una especie y aumentar su valoración. Los seis jardines de lucumillo ya instalados demuestran de alguna manera que la ciudadanía puede involucrarse y ser protagonista en las acciones de conservación.

Bibliografía

- Decreto Supremo (DS) N° 50/2008 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Oficializa la nómina de 71 especies silvestres clasificadas bajo alguna de las categorías de conservación dispuestas en el artículo 37, de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- García-Guzmán, P.; Loayza, A.P.; Carvajal, D.E.; Letelier, L. & Squeo, F.A. 2012. Ecology, distribution and conservation status of *Myrcianthes coquimbensis*: A globally endangered endemic shrub of the Chilean Coastal Desert. *Plant Ecology and Biodiversity* 5(2):197-204.
- IEB Instituto de Ecología y Biodiversidad. 2016. El Lucumillo: Un arbusto único y en peligro de extinción de la Región de Coquimbo. Video realizado como consultoría para el Ministerio del Medio Ambiente. [<https://www.youtube.com/watch?v=fjSEhBKWNGg>]
- IEB Instituto de Ecología y Biodiversidad. 2016. Lucas Jaramillo Cuida el Lucumillo. Video realizado como consultoría para el Ministerio del Medio Ambiente. [<https://www.youtube.com/watch?v=shvhHMrCfo8>]
- Loayza, A.P.; Herrera-Madariaga, M.A.; Carvajal, D.E.; García-Guzmán, P. y Squeo, F.A. 2017. Conspecific plants are better 'nurses' than rocks: consistent results revealing intraspecific facilitation as a process that promotes establishment in a hyper-arid environment. *AoB PLANTS* 9: plx056; doi: 10.1093/aobpla/plx056
- Saldías, G & Velozo, J. 2014. Estudio de la propagación de *Myrcianthes coquimbensis* (Barnéoud) Landrum et Grifo por semillas y esquejes. *Gayana Botánica* 71(1):17-23.
- SEREMI de Medio Ambiente Región de Coquimbo (eds.). 2013. El Lucumillo: Un Patrimonio de la Región de Coquimbo. 52 p.

“Análisis genético del árbol *Sophora toromiro*, extinto en estado silvestre, como una primera aproximación para su reintroducción en Rapa Nui”

Pezoa, I.¹; Villacreses, J.²; Pizarro, C.³; Galleguillos, M.J.³; Ejsmentewicz, T.³; Fonseca, B.³ y Sánchez, C.³

¹ Escuela de Biotecnología, Universidad Mayor.

² Doctorado de Genómica Integrativa, Universidad Mayor.

³ Core de Genómica Avanzada, Universidad Mayor.

I. Introducción

Sophora toromiro es un arbusto emblemático de Rapa Nui que tuvo un rol crucial en la expresión cultural de la isla y se encuentra al día de hoy extinto en su hábitat natural según los registros de la IUCN. Antiguamente, los isleños usaban la densa madera de toromiro para realizar artesanías de carácter ritual como los “moai kava kava” y diversos amuletos de importancia religiosa (Palmer, 1870 y Pinart 1877). La introducción indiscriminada de ganado y su pastoreo erradicó a los especímenes de *S. toromiro* de la isla (Toro, 1892). Hoy en día, *S. toromiro* puede ser encontrado exclusivamente en reducidas colecciones privadas y jardines botánicos alrededor del mundo, como el Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar y el Jardín Botánico de Gotemburgo en Suecia. El problema principal que se presenta para comenzar con su reinscripción, es la existencia de variadas líneas híbridas de *Sophora*, siendo la línea Titze la más común de las híbridas. Anteriormente, se han hecho intentos para reinsertar la especie de vuelta a la isla pero los isleños han rechazado los árboles por el hecho de que son híbridos, no tienen certificación y no se parecen al espécimen ancestral. Es por esto que se decidió emprender un estudio genético que tiene por objetivo dilucidar la situación actual de las especies de *S. toromiro* existentes en el Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar a través de análisis cloroplastidiales de las especies, debido a que existen numerosos antecedentes de trabajos basados en estudios filogenómicos utilizando el genoma cloroplastidial (cpDNA) (Shaw *et al.*, 2007, Bell *et al.*, 2017, Kress & Erickson, 2007, Bi *et al.*, 2018 y Shepherd & Heenan, 2017). De esta manera podremos determinar cuáles árboles son híbridos y cuáles son genéticamente puros, o más ancestrales, para así seleccionar una población y llevar a cabo un plan de conservación de las plantas categorizadas como ancestrales.

II. Metodología

Se tomaron muestras de hojas de 5 individuos *Sophora* spp. (2 *S. toromiro*, 2 *Sophora* híbridos y 1 *S. macrocarpa*) desde el Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar y fueron almacenadas a -80°C. Posteriormente se utilizaron 100 mg de folíolos para extraer DNA genómico con el kit GeneAll® Exgene™ Plant SV mini. Luego de cuantificar el DNA y evaluar su calidad, se prepararon las genotecas y se secuenciaron las 5 *Sophora* spp. mediante la plataforma Illumina HiSeq. Las lecturas obtenidas se mapearon con Bowtie2 en contra de una base de datos de cloroplastos y fueron ensambladas con MIRA, utilizando el genoma cloroplastidial de *Sophora alopecuroides* como referencia. Se realizó la anotación de genes con GeSeq y el mapa genómico con OgDraw. Se analizaron los microsatélites (SSR) con MISA. Finalmente se realizó un alineamiento múltiple y se generaron árboles filogenéticos.

III. Resultados y Discusión

Las muestras tuvieron un promedio de alineamiento a las bases de datos de cloroplasto de 5,51% correspondientes a 5,47 millones de reads. Los ensamblajes generaron cloroplastos con tamaños entre 156.389 pb y 158.551 pb. Se generó un árbol filogenético de Maximum Likelihood con bootstrap igual a 1000 que logró diferenciar un individuo de la población híbrida. Se anotaron los genes de los 5 individuos y se generó un mapa cloroplastidial consenso (Anexo Figura 1). Adicionalmente se analizaron los microsátélites cloroplastidiales de cada uno de los individuos, mostrando patrones interesantes con sitios aptos para llevar a cabo una estrategia de barcoding con marcadores moleculares.

IV. Conclusiones

Se logró identificar un individuo con características ancestrales que se ven respaldadas por el árbol filogenético generado y la morfología observada in-situ. Se espera que este individuo sea el foco de estudio de nuestros siguientes trabajos en pos de reinsertar una población estable en Rapa Nui.

Bibliografía

- Bell, K.; Loeffler, V. y Brosi, B. An *rbcl* reference library to aid in the identification of plant species mixtures by DNA metabarcoding. *Applications in Plant Sciences*. 2017; 5(3): 1600110.
- Bi, Y.; Zhang, M.; Xue, J.; Dong, R.; Du, Y. & Zhang, X. 2018. Chloroplast genomic resources for phylogeny and DNA barcoding: a case study on *Fritillaria*. *Scientific Reports*, 8(1). doi:10.1038/s41598-018-19591-9
- Kress, W.J.; Erickson, D.L. A Two-Locus Global DNA Barcode for Land Plants: The Coding *rbcl* Gene Complements the Non-Coding *trnH-psbA* Spacer Region. *PLoS ONE*. 2007; 2(6): e508
- Palmer, J.L. A Visit to Easter Island, or Rapa Nui, in 1868. *Proceedings of the Royal Geographical Society of London*. 1870. 14(2): 108-120.
- Pinart, A. Voyage to Easter Island 1877. *Early Visitors to Easter Island. The Reports of Eugene Eyraud, Hippolyte Roussel, Pierre Loti & Alphonse Pinart*. G. Lee, A. Altman & F. Morin, editors. The Easter Island Foundation. 143 pp.
- Shaw, J.; Lickey, E.; Schilling, E. and Small, R. Comparison of Whole Chloroplast Genome Sequences to Choose Noncoding Regions for Phylogenetic Studies in Angiosperms: The Tortoise and the Hare III. *American Journal Of Botany*. 2007; 94(3): 275-288.
- Shepherd, L. y Heenan, P. Evidence for both long-distance dispersal and isolation in the Southern Oceans: molecular phylogeny of *Sophora* sect *Edwardsia* (Fabaceae). *New Zealand Journal of Botany*. 2017; 55:(3) 334-346
- Toro, P. Isla de Pascua: Memoria del Culto i Colonización presentada al Congreso Nacional. 1892; 3: 179-216.

Anexo

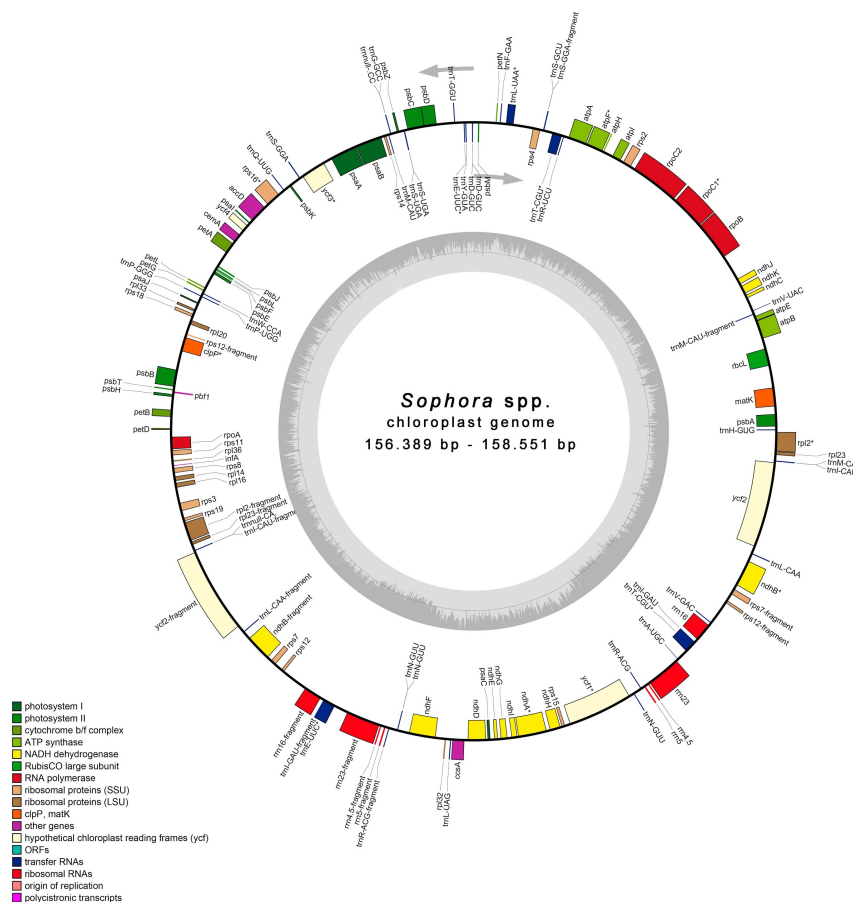


Figura 1. Mapa genómico cloroplastidial consenso. En la parte superior de la figura se indica con flechas el sentido de transcripción génica. En la parte inferior izquierda se muestra la leyenda con sus respectivos colores. En el centro se indica el menor y el mayor tamaño de los genomas en cuestión.

10

“Taxonomía y distribución del género *Poa* L. (Poaceae: Pooideae: Poeae) en Chile”

Finot, V.¹; Giussani, L.²; Soreng, R.³ y Villalobos, N.¹

¹Dpto. Prod. Animal, Fac. Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

²Instituto de Botánica Darwinion, Buenos Aires, Argentina.

³Smithsonian Institution, Washington D.C., Estados Unidos de América.

I. Introducción

Poa L., con 570 especies en todo el mundo, es el género más grande de la familia Poaceae y cuenta con una gran cantidad de especies en Chile. Sin embargo, no existe una revisión taxonómica que incluya todas las especies chilenas, lo que dificulta la determinación de las especies (Soreng & Peterson, 2008). Estudios filogenéticos recientes sugieren la inclusión de especies tratadas previamente en géneros afines (ej. *Anthochloa*, *Dissanthelium*) en tanto algunas especies han sido segregadas en géneros

independientes (ej. *Nicoraepoa*); asimismo, la clasificación infragenérica ha cambiado en los últimos años (Soreng *et al.* 2015). El objetivo de este trabajo es revisar la taxonomía del género *Poa* en Chile y analizar su distribución biogeográfica actual y potencial.

II. Metodología

Se estudiaron especímenes de herbario (CONC, SGO) para establecer las especies presentes. El material se comparó con los tipos e imágenes de alta resolución ([https:// plants.jstor.org](https://plants.jstor.org)) y se estudiaron las descripciones originales. Para los sistemas reproductivos se siguió a Giussani *et al.* (2016). Para analizar la distribución, se trabajó con la base de datos CONC+SGO con 1420 especímenes identificados y corregidos según corresponda, basados en la nomenclatura actualizada. Los mapas y análisis se realizaron con el software Diva-Gis ver. 7.5; los datos bioclimáticos se extrajeron de la base de datos WorldClim - Global climate data.

III. Resultados y Discusión

En Chile, *Poa* comprende 42 especies, en 4 subg. y 15 secc. más el grupo informal Punapoa y 2 spp. de clasificación incierta; 32 son nativas, incluyendo 3 endémicas (*P. cumingii*, *P. paposana* y *P. pfisteri*). La mayoría son dioicas, pero también se encuentran especies monoclinas, ginomonoicas, ginodioicas y pistiladas cuya contraparte se desconoce (apomícticas). Algunas especies adaptadas a condiciones extremas son vivíparas. La distribución y riqueza de especies nativas e introducidas en las ecorregiones de la WWF (Olson *et al.* 2001) se muestran en la tabla 1 y fig. 1. Las especies endémicas son exclusivas del macroclima Mediterráneo (Luebert & Pliscoff 2017) y se distribuyen en las ecorregiones de la siguiente manera: *P. paposana* en matorral chileno, *P. cumingii* en matorral chileno y bosque templado valdiviano y *P. pfisteri* en bosque templado valdiviano.

IV. Conclusiones

Se determinó la presencia de 42 especies (29 nativas, 3 endémicas y 10 introducidas). La nomenclatura fue revisada y se proponen nuevos sinónimos. La identidad de algunos nombres aún debe determinarse. De acuerdo con los datos de distribución actual y potencial, los principales centros de distribución de *Poa* se encuentran en las ecorregiones de la puna seca de los Andes centrales, estepa surandina, bosque templado valdiviano y bosque subpolar magallánico. Adicionalmente las especies que presentan viviparidad se encuentran desde el bosque templado valdiviano (35 °S) hacia el sur (55 °S), en comparación con aquellas especies no vivíparas que se distribuyen a lo largo del país (17°-55 °S) predominantemente en sectores costeros y cordilleranos.

Bibliografía

- Giussani, L.M.; Gillespie, L.J.; Scataglini, M.A.; Negritto, M.A.; Anton, A.M. & Soreng, R.J. 2016. Breeding system diversification and evolution in American *Poa* supersect. *Homalopoa* (Poaceae: Pooae: Poinae). *Annals of Botany* 118: 281-303.
- Luebert, F. & P. Pliscoff. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, 2ª ed., Ed. Universitaria, Santiago, Chile. 384 pp.
- Olson *et al.* 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *Bioscience* 51(11): 933-938.

Soreng, R. & Peterson, P. 2008. New records of *Poa* (Poaceae) and *Poa pfisteri*: a new species endemic to Chile. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 2(2): 847-859. 2998.

Soreng, R.; Peterson, P.; Romaschenko, K.; Davidse, G.; Zuloaga, F.; Judziewicz, E.; Filgueiras, T.; Davis, J. & Morrone, O. 2015. A worldwide classification of the Poaceae (Gramineae). *Plant Systematics and Evolution* 53(2): 117-137.

Anexo 1

Tabla 1. Número de especies nativas e introducidas por ecorregión biogeográfica.

Especies	D.A.	P.S.	M.C	E.S.	E.P.	B.V.	B.M.	R.H.
Nativas	0	13	8	7	6	12	11	0
Introducidas	1	1	4	1	2	6	9	1

Desierto de Atacama (D. A.), Puna seca Andes centrales (P. S.), Matorral chileno (M. C.), Estepa surandina (E. S.), Estepa patagónica (E. P.), Bosque templado valdiviano (B. V.), Bosque subpolar magallánico (B. M.), Roca y hielo (R. H.).

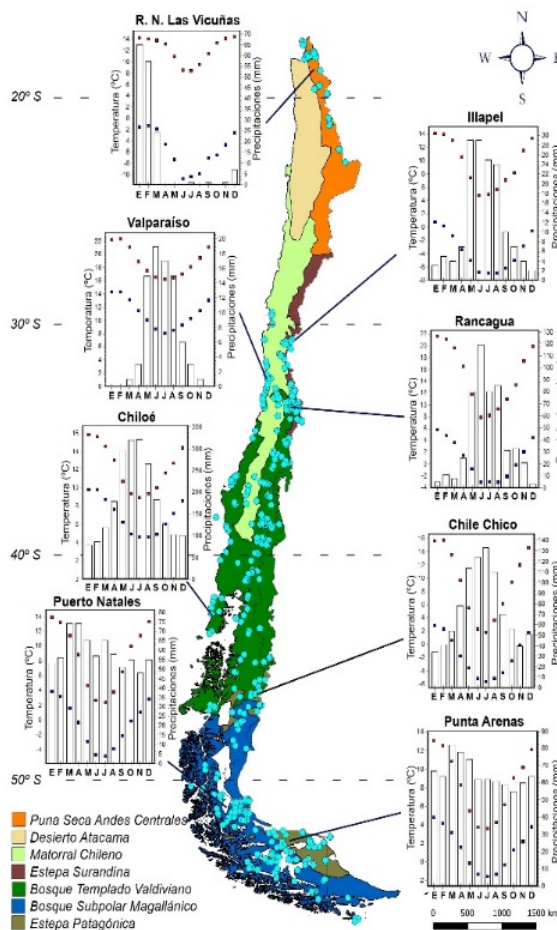


Figura 1. Distribución de las especies nativas de *Poa* en las distintas ecorregiones de Chile y diagramas ombrotérmicos en localidades de cada ecorregión.

“Análisis de población de *Malesherbia auristipulata* Ricardi para evaluar su estado real de conservación”

Rojas Villegas, G.; Belmonte Schwarzbaum, E.; Arismendi Macuer, M. y Sepúlveda Chavera, G.

Departamento Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá

I. Introducción

Malesherbia auristipulata “Ají de zorra, piojillo” es una especie arbustiva muy ornamental, la que puede crecer hasta un par de metros de altura. Tallo algo leñoso ramificado desde la base; todas las ramas terminan en una inflorescencia de variada longitud desde unos 5 cm hasta unos 40 cm, con hojas pequeñas muy oscuras y pilosas. Las flores pueden medir hasta 22 mm de largo por casi un centímetro de ancho.

En la actualidad esta categorizada en el estado de conservación Vulnerable, situación que se considera no realista, debido a que existe en Chile una sola población, en un sector muy acotado, en la Región de Arica y Parinacota en la Cuesta el Águila de la Quebrada Cardones, alrededor 1800 msnm. Razón por la que en este estudio se demuestra que los puntos de colecta en la ficha actual están situados incorrectamente, y se hace corrección de estos puntos de colecta y un análisis de la población, con el fin de entregar antecedentes realistas del número de ejemplares, y sus actuales amenazas. Un ejemplar arbustivo muy llamativo, junto a otros de menor tamaño, ubicados a la orilla del camino, frente a la estación solar de EC-L, fueron sepultados bajo toneladas de escombros durante arreglos en la carretera, demostrando el uso que tiene ese lugar en la actualidad.

II. Metodología

Se hizo un análisis de todos los registros de herbario revisando las colecciones, según los recolectores y la información completa de los especímenes. Por otro lado se ha recopilado información sobre la distribución de esta especie. La población que se encuentra en Chile, Región de Arica y Parinacota, en la cuesta del Águila, se ha estado estudiando desde enero 2019 hasta la fecha, se han hecho 5 campañas formales a terreno en el sector de cuesta El Águila. Se rehace mapa con puntos de colecta corregido y se agregan los actuales.

El estudio fenológico se ha basado en un registro periódico (25-30 días) del avance del proceso, toma puntual de datos abióticos (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento).

Además se han evaluado las actuales amenazas de huellas antrópicas en el área. Se ha estado trabajando con las autoridades pertinentes para disminuir el impacto de los trabajos que se realizan hoy en día con vehículos de gran tonelaje para la construcción de carreteras en este sector en donde se desarrolla la única población de *Malesherbia auristipulata*.

III. Resultados y Discusión

En la ficha de clasificación de especies del MMA, hemos encontrado 3 lugares de colecta no correctos, este error es exclusivamente debido a que no está completa la descripción de la localidad en la base de datos y solo se hace referencia al nombre del lugar más conocido. Esto hace que la especie aparezca, en el Valle Lluta, Azapa y en Poconchile, lugares en donde la especie no se encuentra exactamente. La especie fue clasificada como vulnerable y con falta de antecedentes.

La especie en Chile es una sola población o localidad, entre 1790 msnm y 1830 msnm, en una estrecha franja en la cuesta El Águila.

El estudio fenológico de la población comenzó el 22 de enero de 2019, marcando la totalidad de ejemplares adultos que habitaban, 160 individuos. Posteriormente debido a que toda el área fue inundada por las aguas lluvia de comienzos de febrero 2019, el 22 de marzo siguiente y en el mismo lugar anterior, solo encontraron 60 ejemplares de la especie en diferentes estados fenológicos, incorporando en esta oportunidad mayoritariamente plántulas. También como resultado el efecto del paso del agua, permitió la germinación de las semillas del suelo y con esto se contrarrestó la escasez de plantas adultas. Del marcaje inicial de enero, se recuperaron 10 plantas que mantenían la marca original (5 con etiqueta y el sello que une la etiqueta al tallo y 5 sólo mantenían el sello).

IV. Conclusiones

Se concluye que *Malesherbia auristipulata* está en peligro crítico en Chile.

El área de ocupación es menor a 10 Km², es una sola localidad sujeta a amenazas extractivas y cambios continuos de su sustrato, en el que se hacen caminos para camiones y maquinaria pesada.

Según lo observado podemos decir que la especie puede hacer frente a los cambios temporales de clima, no así a la destrucción antrópica de su hábitat.

Bibliografía

- Benoit, Il (ed.). 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile. 157 pp.
- Erazo, S.; Negrete, R.; Zaldívar, M.; Backhouse, N.; Belmonte, E.; Rojas, O.; San Martín, A.; Masson, L.; García, R. & Delporte, C. 2006. Active metabolites and biological activities from *Malesherbia auristipulata*. *Pharmacologyonline* 3: 482-493.
- FICHAS DE CLASIFICACION DE ESPECIES DEL MMA CHILE.
http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas9proceso/FICHAS_INICIO_9o_PROCESO_PDF/Malesherbia_auristipulata.pdf (Consulta realizada en julio 2019)
- Instituto De Botánica Darwinion. 2009. Flora del Cono Sur, Catálogo de las Plantas Vasculares. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. URL: <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>
- Ricardi, M. 1965. Estudios en *Malesherbiaceae* II. *Gayana Bot.* 12: 3-10. Consulta realizada julio 2019.
- Ricardi, M. 1967. Revisión taxonómica de las *Malesherbiáceas*. *Gayana Bot.* 16: 3-139
- THE INTERNATIONAL PLANT NAME INDEX. 2010. Plant Name Query. International Plant Name Index (online). URL: <http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do> (Consulta realizada en Julio 2019)

“Germinación de semillas de *Bulnesia chilensis*, bajo diferentes condiciones pregerminativas”

Navarro, J.; Pañitrur, C.; Espejo, M.J. y Sandoval, A.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.

I. Introducción

Bulnesia chilensis Gay (Zygophyllaceae) es un arbusto endémico de Chile y único representante del género en la flora chilena. Crece en las regiones de Atacama y Coquimbo.

Sus ramas son verdes y gruesas, con una cerosa epidermis. Sus hojas son compuestas y paripinnadas, caducifolias en verano. Sus flores son amarillas, y se encuentran solitarias o dispuestas en inflorescencias (Riedemann *et al.*, 2006). El fruto es un esquizocarpo de 5 samaridios membranosos, alados en el dorso, de color verde amarillento y marrón oscuro en madurez (Faúndez *et al.*, 2017). Las semillas son oblongo reniforme, de color negras, de 3-4mm de largo, observándose normalmente una semilla por cada samaridio.

Esta especie no sólo tiene un gran potencial de uso en labores de reforestación de zonas erosionadas o con pendientes fuertes, donde se adapta bien, gracias a su extendido sistema radicular (Riedemann *et al.*, 2006), sino que además, por su belleza y rusticidad, posee un gran valor ornamental. Poco se sabe de sus requerimientos germinativos, a pesar de la importancia de la especie para el desarrollo de acciones de conservación. Sin embargo, investigaciones realizadas en el Banco Base de Semillas (BBS), INIA INTIHUASI, indican la presencia de latencia de tipo química, impuesta por posibles inhibidores en la cubierta. En este sentido, la eliminación de esta estructura, es fundamental para acelerar e incrementar la germinación, aumentando aún más su germinación al incorporar una pequeña incisión en el micrópilo de las semillas. El objetivo principal es evaluar tratamientos pregerminativos que estimulen la germinación de *B. chilensis* y genere plántulas de calidad destinadas a propagación.

II. Metodología

Se utilizaron semillas de *B. chilensis*, proveniente de poblaciones de la comuna de Huasco, región de Atacama. Éstas fueron colectadas en enero del 2018, bajo protocolos establecido por el BBS y conservadas a -18 °C y 15% de HR, hasta su análisis. La investigación se llevó a cabo bajo condiciones controladas de laboratorio, a temperatura constante de 20 °C y un fotoperiodo 12:12. El diseño experimental correspondió a 5 réplicas de 20 semillas cada una, utilizando como medio de germinación agar al 1%. Se realizaron seis tratamientos para evaluar la conducta germinativa: (T1) control frutos (semillas con cubiertas membranosas del fruto), (T2) control semillas (semillas sin cubiertas membranosas del fruto), lo que permitió evaluar la influencia de esta estructura en la germinación, (T3) semillas desinfectadas bajo protocolo utilizado en el BBS, (T4) semillas desinfectadas y remojadas en agua por 24 h a 5 °C, (T5) semillas desinfectadas y remojadas en Ácido Giberélico (GA3) de 250 ppm por 24 h a 5 °C y un último tratamiento (T6) semillas sometidas a una incisión en el micrópilo y desinfectadas. La germinación fue monitoreada diariamente, considerando como semilla germinada, toda semilla cuya radícula fuera superior o igual a 2 mm. Los parámetros considerados a evaluar fueron Porcentaje de germinación final (PG) y Velocidad de germinación. La existencia de diferencias entre los tratamientos, fue determinada a través de un Modelo Lineal

General, considerados los tratamientos como un factor aleatorio y el PG como variable respuesta. Al existir diferencias significativas, se utilizó el test de Tukey con un nivel de significancia de 95%. Los datos fueron analizados con el programa Statgraphics Plus 5.1 (Statpoint Inc., Virginia, USA).

III. Resultados y Discusión

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 1). Ensayos realizados a semillas con restos de fruto (T1), mostraron que la cubierta membranosa retrasa y dificulta la germinación, a diferencia de semillas sin restos de frutos (T2) que presentaron una germinación de 66%. Sin embargo, éstas últimas presentaron una gran contaminación. Ensayos previos mostraron que el sucesivo lavado de semillas no germinadas en los ensayos, activaron la germinación cada vez que se realizaba esta labor, corroborando la hipótesis de latencia química. Bajo esta condición, semillas desinfectadas (T3) lograron una germinación de un 91%, aumentando en un 25% la germinación al ser desinfectadas, además de generar plántulas de buena calidad, con un desarrollo considerable de pelos radiculares. El remojo en GA3 250 ppm (T5) y agua destilada (T4), mostraron diferentes resultados, siendo el remojo en GA3, quien obtuvo el mejor resultado (89 % de germinación). Esta hormona permite un aumento en la germinación, sin embargo, las raíces generadas tienden a ser más largas y débiles. El PG más alto (98%), se obtuvo al realizar una pequeña incisión en el micrópilo de las semillas, acompañado de una posterior desinfección (T6), siendo estos resultados no significativamente diferentes que en semillas desinfectadas (T3) y aquellas remojadas en GA3 250 ppm (T5). La velocidad de germinación fue mayor en el tratamiento T6, obteniéndose un 35% de germinación al primer día, mientras que el resto de los tratamientos aún no había logrado su activación. Lo mismo ocurrió con su máxima germinación (98% germinación) la cual fue lograda al cuarto día de su siembra, mientras que para el resto de los tratamientos se consiguió al séptimo día (50 a 89% de germinación para los distintos tratamientos).

IV. Conclusiones

B. chilensis es una especie difícil de propagar por semillas. A través de este trabajo se confirma que es necesario eliminar todas las capas del fruto para obtener una buena germinación. Sólo con esto, la germinación sobrepasa el 60%, alcanzado incluso su máximo (98% de germinación) cuando se añade a esta labor, una incisión en el micrópilo. La desinfección de semillas es también clave para el éxito de estos resultados.

Bibliografía

- Faúndez, L.; Faúndez, A.; Flores, R. & Bobadilla, P. 2017. Guía de Reconocimiento Especies Dominantes de la Vegetación Región de Coquimbo. CONAF-BIOTA-GEF/SIMEF. Santiago, Chile. 252 p.
- Riedemann, P., Aldunate, G. & Tellier, S. 2006. Flora Nativa de valor ornamental, identificación y Propagación. Chile. Zona Norte. Ediciones Jardín Botánico Chagual. 440 p.

Anexos

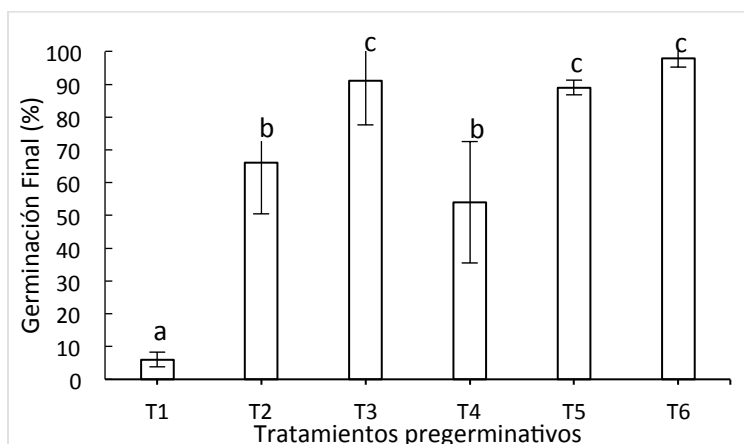


Figura 1. Germinación final obtenida para los distintos tratamientos pregerminativos, donde T1 = Control fruto, T2 = Control semillas, T3 = Semillas desinfectadas, T4 = Semillas desinfectadas y remojadas en H₂O por 24 h, T5 = Semillas desinfectadas y remojadas en GA3 por 24 h y T6 = Semillas con incisión en micrópilo y desinfectadas. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas, con valor $p < 0,05$.

13

“Conocimiento de plantas medicinales nativas en territorios rurales sometidos a expansión de plantaciones forestales”

González, F.¹; Simonetti, J.¹ y Folchi, M.²

¹ Laboratorio de Conservación Biológica, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

² Departamento de Ciencias Históricas, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Chile.

I. Introducción

Cambios en el uso de suelo pueden provocar una extinción de la experiencia, desvinculando al ser humano con la biodiversidad local (Miller, 2005). En relación a lo anterior, el reemplazo de vegetación nativa puede disminuir la oportunidad de interacción con plantas medicinales a la población local (Anyinam, 1995), provocando una erosión del conocimiento de dichas plantas (Grenier, 1998). Adicionalmente, otros factores socioculturales influyen en el conocimiento de plantas medicinales, tales como la edad, género, educación, trabajo y tiempo de residencia (Quinlan y Quinlan, 2007; Pfeiffer y Butz, 2005; Voeks y Leony, 2004). En Chile, las plantaciones forestales (principalmente de *Pinus radiata* y *Eucalyptus* spp.) ocupan sobre 3 millones de hectáreas (INFOR, 2018). La expansión de dichas plantaciones ha reemplazado desde la década del 70 la vegetación nativa preexistente en la zona centro sur de Chile (Miranda, 2017), dejando los remanentes de dicha vegetación en lugares de difícil acceso o gran pendiente (Aguayo *et al.*, 2009). Al ser la vegetación nativa de Chile una fuente histórica de plantas medicinales (Massardo y Rozzi, 1996), las personas podrían sufrir una extinción de la experiencia debido a la menor posibilidad de interacción con las plantas nativas medicinales, provocándose una erosión cultural debido a una transformación del paisaje (Simonetti-Grez y Simonetti, 2018). Se espera que en áreas con un mayor reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales, las personas locales exhibirán un menor conocimiento de plantas nativas

medicinales. En este trabajo, se evaluó dicha hipótesis en dos municipalidades de la Cordillera de la Costa de Chile central, Paredones y Arauco, ubicadas dentro del área de expansión de plantaciones forestales.

II. Metodología

A través de encuestas de listado libre, se evaluaron las plantas medicinales silvestres conocidas, lugar y distancia de recolección, diferenciando entre nativas y exóticas. Se encuestó a una persona mayor de edad por hogar, en 9 localidades rurales seleccionadas en cada comuna. Se consultó por variables socioculturales tales como edad, género, tiempo de residencia, lugar de nacimiento, tipo de trabajo y años de educación. Se generaron dos nuevas variables: tipo de trabajo (asociado o no con ambientes silvestres) y experiencia rural local (ponderando lugar de nacimiento y tiempo de residencia, obteniéndose 3 categorías: alta, media y baja). Ocupando coberturas de suelo de ambas comunas en los años 1975 (Paredones) o 1979 (Arauco) y 2014 se generaron zonas de influencia circulares alrededor de cada agrupación de casas encuestadas. El radio de dichas zonas se generó con la mediana de todas las distancias de recolección de las especies nativas con mayor índice de Saliencia (Smith, 1993). Dentro de cada zona de influencia se calculó el porcentaje de cobertura de vegetación nativa (matorral y bosque nativo) en los años 70 y dos tasas de reemplazo de vegetación nativa entre los años 70 y el 2014: a) total (por cultivos, praderas y plantaciones forestales) y b) debido solo a plantaciones forestales. Se evaluó si el número de plantas nativas medicinales conocidas se relacionaba con el reemplazo de vegetación nativa mediante un modelo lineal generalizado, con función de enlace logística y familia de modelo binomial. Dicho modelo utilizó como variables explicativas ambientales ambas tasas reemplazo de vegetación nativa y la vegetación nativa en los años 70, además de covariables socioculturales, tales como edad, años de educación, género, tipo de trabajo y experiencia rural local.

III. Resultados y Discusión

Se realizaron un total de 426 encuestas. El total de especies nativas medicinales nombradas fue de 74, correspondiendo al 48% del total (155 especies). 14 especies nativas fueron nombradas por una sola persona (18,9% del total de nativas). El promedio de plantas nativas conocidas por encuestado fue de $3,3 \pm 2,6$, con un rango de 0 a 14 (Figura 1). Entre los años 70 y el 2014, la vegetación nativa disminuyó desde 39,2% a 22,1% en Arauco y de 40,7% a 35,9% en Paredones, mientras que el reemplazo de vegetación nativa debido a plantaciones forestales fue de 33,9% y un 30,1% en Arauco y Paredones, respectivamente. No se detectó una relación entre la tasa de reemplazo y conocimiento de plantas nativas medicinales (Cuadro 1), pero sí una relación positiva del conocimiento con la edad, la experiencia rural local media y alta (en relación a la baja) y la vegetación nativa de los años 70. Los resultados sugieren indicios de erosión cultural y también la relación de la presencia y la oportunidad de interacción con vegetación nativa con un mayor conocimiento. A pesar del reemplazo de vegetación nativa, la gente aún recolectaba plantas nativas medicinales en fragmentos de dicha vegetación así como en sitios antropizados, fenómeno también observado por Stepp (2004). Se postula además una versión cultural de la deuda de la extinción (Kuussaari *et al.*, 2009), en donde el reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales tardaría un tiempo en generar una disminución del conocimiento de plantas nativas medicinales. Este tiempo de desfase podría

destinarse en actividades de conservación biológica y recuperación cultural, con el fin de revertir el proceso de erosión cultural, extinción de la experiencia y pérdida de biodiversidad local.

IV. Conclusiones

Se observan indicios de erosión del conocimiento de plantas nativas medicinales. No se verificó una relación directa entre un menor conocimiento y un mayor reemplazo de vegetación nativa, sin embargo, se encontró una relación positiva entre el conocimiento y la mayor presencia y oportunidad de interacción con dicha vegetación. Se postula una "deuda de extinción cultural", dando tiempo para generar actividades de recuperación cultural y conservación biológica.

Bibliografía

- Aguiar, M.; Pauchard, A.; Azócar, G. and Parra, O. 2009. Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX: entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 361-374.
- Anyinam, C. 1995. Ecology and ethnomedicine: exploring links between current environmental crisis and indigenous medical practices. *Social Science & Medicine* 40: 321-329.
- Grenier, L. 1998. Working with indigenous knowledge - a guide for researchers. Ottawa: International Development Research Centre.
- Instituto Forestal (INFOR). 2018. Anuario forestal 2018. Boletín Estadístico N° 163. Disponible en <https://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2018/Anuario2018.pdf>
- Kuussaari, M.; Bommarco, R.; Heikkinen, R.K.; Helm, A.; Krauss, J.; Lindborg, R.; Öckinger, E.; Pärtel, M. *et al.* 2009. Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 564-571.
- Massardo, F. y Rozzi, R. 1996. Plantas medicinales chilenas: un recurso subvalorado. *Ambiente y Desarrollo* 12: 76-81.
- Miller, J.R. 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 430-434.
- Miranda, A.; Altamirano, A.; Cayuela, L.; Lara, A. y González, M. 2017. Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. *Regional Environmental Change* 17:285-297.
- Pfeiffer, J.M. and Butz, R.J. 2005. Assessing cultural and ecological variation in ethnobiological research: the importance of gender. *Journal of Ethnobiology* 25: 240-278.
- Quinlan, M.B., and Quinlan, R.J. 2007. Modernization and medicinal plant knowledge in a Caribbean horticultural village. *Medical Anthropology Quarterly* 21: 169-192.
- Simonetti-Grez, G. and Simonetti, J.A. 2018. Cultura ambiental: el supuesto olvidado en la gestión de la biodiversidad. En Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos, Ministerio del Medio Ambiente, 193-195. Santiago.
- Smith, J.J. 1993. Using ANTHOPAC 3.5 and a spreadsheet to compute a free-list salience index. *Cultural Anthropology Methods* 5: 1-3.
- Stepp, J.R. 2004. The role of weeds as sources of pharmaceuticals. *Journal of Ethnopharmacology* 92: 163-166.
- Voeks, R.A., and Leony, A. 2004. Forgetting the forest: assessing medicinal plant erosion in eastern Brazil. *Economic Botany* 58: 294-306.

Anexos

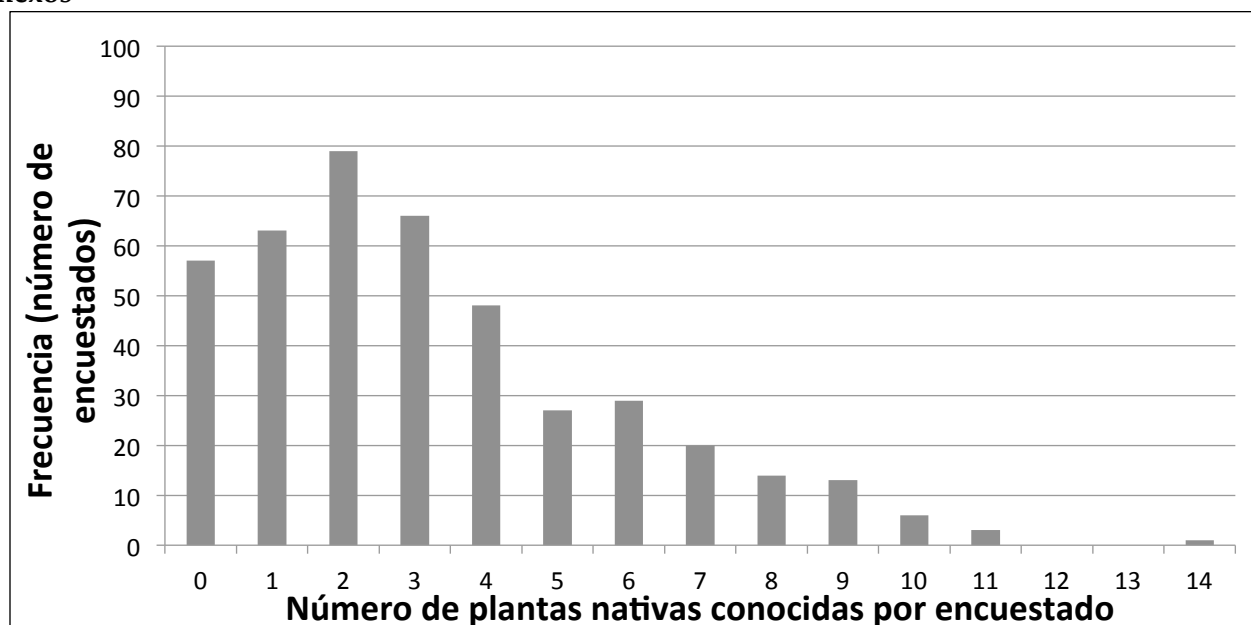


Figura 1. Frecuencia del número de especies nativas conocidas por encuestados en ambas comunas.

Cuadro 1. Resultados del moldeo lineal generalizado para las especies de plantas nativas conocidas con variables ambientales y covariables socioculturales

Variable explicativa	Especies conocidas Coeficiente β (Error estándar)
Intercepto	-0,356 (0,385)
Variables explicativas ambientales	
Reemplazo total	0,003 (0,003)
Reemplazo debido a plantaciones forestales	0,004 (0,003)
Vegetación nativa en la década del 70	0,006 (0,003)*
Covariables socioculturales	
Edad	0,011 (0,003)***
Género (Hombre)	0,002 (0,094)
Tipo de trabajo (relacionado a ambientes silvestres)	-0,091 (0,095)
Años de educación	-0,001 (0,013)
Experiencia rural local media	0,487(0,181)***
Experiencia rural local alta	0,386 (0,172)*

Nota: La variable dependiente fue el número de plantas conocidas por cada encuestado, n=420 (seis personas no mencionaron su ocupación). Códigos de significancia: "." < 0,1; "*" < 0,05; "***" < 0,01; "****" < 0,001.

"Proyecto "Palmar": recopilando historias de vida"

Torres, P.¹ y Pfeil, P.²

¹Consultora independiente

²Consultor independiente

I. Introducción

La palma chilena (*Jubaea chilensis*) es una especie endémica de Chile central y su imagen está instalada en el imaginario histórico y cultural local. Se presume que su distribución original iría, de manera discontinua, desde el río Elqui hasta Tapihue (Maule), asociada fuertemente a suelos graníticos. Sin embargo, en los últimos 200 años sus poblaciones han retrocedido hasta representar apenas un 2,5% de las originales; debido a la cosecha indiscriminada de frutos (cocos), a la ampliación de la frontera agrícola y degradación del bosque esclerófilo, y en menor medida, a la explotación para miel de palma (González *et al.*, 2017). Otras amenazas actuales incluyen: ganado doméstico, escasez de agua, incendios, especies invasoras y expansión urbana (MMA, 2017). Como consecuencia, los palmares hoy existentes están intensamente fragmentados, aislados y, en su mayoría, envejecidos (González *et al.*, 2017).

Esta degradación ha sido, por motivos históricos, bastante intensa en la Región de O'Higgins, una zona del país que fundamenta parte de su autoconcepto en la salvaguardia de la "chilenidad" (Lacoste *et al.*, 2017; Reveco-Quiroz y Zúñiga, 2014). Hoy, esta región alberga a varios de los pocos palmares remanentes, generando fuertes vínculos históricos con sus habitantes. Es posible advertir, sin embargo, una pérdida del conocimiento tradicional respecto a la especie y a la convivencia con los palmares. Tomando en cuenta la relación existente entre humano y paisaje, se pretende rescatar y realizar una recopilación de conocimientos y tradiciones asociados a la palma chilena, valorados como fuente de identidad local y como parte del patrimonio cultural inmaterial.

II. Desarrollo del Trabajo

El presente proyecto se encuentra en una primera etapa de desarrollo. Mediante entrevistas semiestructuradas a diversos actores locales clave, en la región de O'Higgins (y próximamente en algunos sectores de la Región Metropolitana), se ha indagado acerca de su relación con los palmares, sus recuerdos de distintos aspectos de la vida rural, conocimientos de usos tradicionales, experiencias directas con la palma, consideraciones de la palma como componente destacable del paisaje y como fuente de identidad, etc. Dentro de estas entrevistas, en una próxima etapa del trabajo, se involucrará también a actores que pueden no haber tenido contacto con los palmares, de manera de indagar acerca de las distintas percepciones y significados prácticos y emocionales frente al fenómeno, dados por diferencias generacionales u otras. Se examinarán asimismo las manifestaciones que la palma y su paisaje puedan tener en expresiones culturales colectivas, como fiestas y celebraciones, así como en el arte, artesanía y literatura locales, atendiendo al valor simbólico que en estas expresiones adquiere.

Distinguiendo claramente los bienes y servicios valorados que las palmas y palmares prestan, y considerando las percepciones y actitudes expuestas, se han reconocido los tipos de relaciones que los actores establecen con la palma. Esto ha sido complementado con antecedentes históricos, culturales y ecológicos de la palma chilena y de la zona de estudio, sobre la base de la bibliografía existente.

Finalmente, la información recogida será publicada en un libro de divulgación que incorpore imágenes actuales e históricas.

III. Resultados

Los resultados preliminares indican que efectivamente existe en poblaciones rurales cercanas a palmares, información de usos; de tipo alimentario, ornamental, constructivo, artesanal, forrajero y ritual (ramos de Semana Santa). Algunos de estos usos, como la fabricación de casas con techos de hojas de palma, son históricos y no actuales, y se conservan en la memoria de algunos ancianos. Los usos que más han perdurado son los de tipo alimentario y ornamental, mientras que las expresiones simbólicas y las relaciones laborales con los palmares parecen ser muy escasas o no estar ya presentes. Se ha encontrado, sin embargo, un buen ejemplo de expresión literaria (canto a lo poeta) en un reconocido cultor del sector de Cocalán, que ejemplifica una relación de tipo inspiradora, reverencial y espiritual.

La relación que se establece parece ser fundamentalmente de tipo utilitaria, y el uso más extendido, la extracción informal de cocos, actividad que puede impactar negativamente a las poblaciones naturales si es desmedida.

Se ha evidenciado que el conocimiento tradicional se encuentra en un reservorio correspondiente a personas de la tercera edad, y que no ha sido traspasado a generaciones jóvenes.

IV. Conclusiones

Existe un potencial de obtención de información para generar una actitud hacia la restauración del paisaje que considere el aspecto cultural de la palma, como fuente de identidad. Sin embargo, actualmente no existe una vinculación cotidiana con la palma y se evidencia con esto una pérdida de patrimonio cultural inmaterial que es necesario rescatar. La información obtenida es útil para una profundización en siguientes etapas.

Bibliografía

- González, L.A.; Toral, M.A. & Navarro, R. 2017. Palma chilena. Una especie emblemática que Chile necesita recuperar. Origo Ediciones.
- Lacoste, P.; Castro, A.; Mujica, F. & Lacoste, M. 2017. Patrimonio y Desarrollo Territorial. Productos típicos alimentarios y artesanales de la Región de O'Higgins. Obtenido de <http://rutasdelapatrianueva.cl/>
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2017. Ficha de antecedentes de especie, 14to proceso RCE: *Jubaea chilensis* (Mol.) Baill. Obtenido de http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/listado_especies_14o_FINAL.htm
- Reveco-Quiroz, P., & Zúñiga, C. 2014. Significado valorativo y emocional de la pertenencia a las regiones de O'Higgins y Arica Parinacota. (U. d. Talca, Ed.) *Universum*, 29(1), 107-123

“Capacidad regenerativa de *Nothofagus alessandrii* (Espinosa), como respuesta post-incendio en las comunas de Empedrado y Constitución, Región del Maule”

Garrido, P.^{1,3}; Gómez, P.^{2,3}; San Martín, J.³ y Opazo, L.⁴

¹ Centro de Geomática, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca

² Jardín Botánico, Universidad de Talca

³ Maule Diversa

⁴ Ministerio de Medio Ambiente, Región del Maule

I. Introducción

Nothofagus alessandrii es una especie endémica y arbórea con área natural en la zona costera de la Región del Maule entre las comunas de Curepto por el norte y Chanco por el sur (Muñoz, 1973; San Martín y Donoso, 1995). Su distribución es discontinua y fragmentada ocupando las laderas de exposición sur, sur-este o sur-oeste (Ormazábal y Benoit, 1987). A causa de su degradación ambiental, ha sido declarada Monumento Natural (D.S. 13/1995, Ministerio Agricultura) y como especie Rara y En Peligro de Extinción (D.S. 151/2007, Ministerio Secretaría General de la Presidencia). Respecto a otras especies de *Nothofagus* presenta una reducida superficie, que antes del incendio de 2017 no superaba las 352 hectáreas (Bustamante & Castor, 1998). Posterior al incendio de la fecha señalada, las evaluaciones indican que la superficie afectada por el fuego alcanza al 55% (Valencia *et al.* 2018), con severidad media y alta en más del 78% del área. En este trabajo, se evalúa la capacidad de regeneración vegetativa de ejemplares de *Nothofagus alessandrii*, por medio de la cuantificación de los rebrotes a partir de las cepas y luego estimar el impacto del incendio en las poblaciones.

II. Metodología

Tomando como base la cartografía de San Martín *et al.* (1991) y entre los años 2017 y 2018, se trabajó en 9 parcelas de 625 m² cada una, en 5 sectores con bosques quemados de *N. alessandrii*, distribuidos en las comunas de Empedrado (4) y Constitución (1). En cada parcela y considerando como unidad morfológica la cepa se contabilizaron de forma semestral (2017 y 2018) los rebrotes basales de cada una. A fin de mantener la integridad de la vegetación, las parcelas fueron excluidas por medio de un cerco. Tanto los ejemplares con rebrotes como los carbonizados inactivos fueron marcados y enumerados. Finalmente, junto con el conteo de los rebrotes se midió su altura y su sobrevivencia. La información se tabuló y ordenó en una tabla ad hoc. Para la toma de datos se utilizó huinchas graduadas, cámaras fotográficas, planillas de campo y navegador satelital GPS.

III. Resultados y Discusión

Para dos años de monitoreo se contabilizaron 236 cepas, de las cuales 210 (89%) formaron yemas activas con nuevos rebrotes y sólo un 26 (11%) no las formaron. Esta respuesta regenerativa valida la observación de lugareños que manifiestan que luego de la tala, queda una base o cepa, que rebrota en forma vigorosa y para este caso, la perturbación fue el fuego. La formación de nueva biomasa aérea, se concentra el primer año post-incendio, en 167 individuos (70,7%) con yemas y rebrotes, pero no todos brotan el primer año ya que 69 individuos (29,3%) postergan la actividad para el segundo año. Este resultado indica que la actividad tiende a ser asincrónica observándose sólo diferencias en el tiempo de inicio y una ritmicidad gradual entre las cepas. La mayor actividad y vigor se expresa en la

formación de rebrotes desde las cepas, lo que puede ser considerado una estrategia para sobrevivir al fuego (Lamont & Wiens, 2003; Litton y Santelices, 2002). Durante 2017, se contabilizaron 802 rebrotes, con un promedio de 6,4 por cepa, mientras que para 2018 este número se incrementó a 813 rebrotes, con una media de 5,9 rebrotes por cepa. La agregación neta de nuevos rebrotes fue de 11. Esta situación demuestra que las cepas invierten la energía para la formación de rebrotes y tejido foliar durante el primer año, mientras que en el segundo año la formación es sustancialmente menor. En relación con la altura de los rebrotes en 2017 varía entre 77 cm la mínima y 201,5 cm la máxima (rango de 124,5 cm); mientras que para 2018 la fluctuación varía entre 81 cm la mínima y 294,3 cm la máxima (rango de 213,3 cm), con un crecimiento neto de 93 cm. en el período de 1 año. Finalmente, destaca la sobrevivencia del 98% de los rebrotes con una mínima pérdida atribuida a daños mecánicos causados por personas.

IV. Conclusiones

Durante post-incendio, *Nothofagus alessandrii* exhibe un alto nivel de respuesta por la reactivación de yemas vegetativas que resistieron la acción del fuego. El nuevo crecimiento se expresa en formación de yemas, rebrotes y tejido foliar desde las cepas, la que, tiende a ser gradual y asincrónica, con la mayor parte de los ejemplares activos en el primer año post-incendio. Ninguno de los ejemplares, formaron rebrotes de copa. El crecimiento en altura de los rebrotes es importante, con casi 1 metro de longitud luego de 1 año (2017 a 2018), mientras que la sobrevivencia es alta, con pérdidas marginales. La formación y crecimiento de rebrotes en las cepas de *Nothofagus alessandrii*, puede ser considerada una estrategia para sobrevivir al fuego y otros disturbios graves que destruyen la mayoría de la biomasa aérea cuando la severidad es alta. Los resultados enfatizan la necesidad de resguardar la integridad física de los rebrotes y su biomasa foliar, debido a que, probablemente, reemplazarán en cada cepa, a los vástagos muertos.

Bibliografía

- Bustamante, R.O. & Castor, C. 1998. The decline of an endangered temperate ecosystem: the ruil (*Nothofagus alessandrii*) forest in central Chile: *Biodiversity and Conservation* 7(12):1607-1626.
- Lamont, B.B. y Wiens, D. 2003. Are seed set and speciation rates always low among species that resprout after fire, and why? *Evolutionary Ecology*, 17, 277-292.
- Litton, C. & Santelices, R. 2002. Early post-fire succession in a *Nothofagus glauca* forest in the Coastal Cordillera of south-central Chile. *International Journal of Wildland Fire*. 11, 115-125.
- Muñoz, C. 1973. Chile: Plantas en Extinción. Ed. Universitaria. 248 p.
- Ormazábal, C. y Benoit, I. 1987. El estado de conservación del género *Nothofagus* en Chile. *Universidad Austral de Chile, Bosques* 8(2):109-120.
- San Martín, J. y Donoso, C. 1996. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. En: *Ecología de los bosques nativos de Chile*. J.J. Armesto, C. Villagrán & M. K. Arroyo (eds.) p153-167. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 477 p.
- San Martín J.; Mourgues, V.; Villa, A. y Carreño, C. 1991. Catastro actualizado de la distribución y estado de conservación de los bosques de ruil en la VII Región. Informe Final Proyecto Investigación y Desarrollo Forestal CHI/89/003. Talca, Chile. Corporación Nacional Forestal. 35 p.

Valencia, D.; Saavedra, J.; Brull, J. y Santelices, R. 2018. Severidad del daño causado por los incendios forestales en los bosques remanentes de *Nothofagus alessandrii* Espinosa en la Región del Maule de Chile. *Gayana Bot.* 75(1):531-534.

16

“Carlos Bertero en la laguna Taguatagua (Chile central): recordando la flora del antiguo humedal”

Aliaga Droguett, G.^{1,2}; Bustamante Farías, T.^{2,3}; Arce Molina, J.^{2,3}; Olea Hernandez, C.^{1,2} y Rozas Contreras, A.^{1,2}

¹ Fundación AÑAÑUCA, San Vicente de Tagua Tagua,

² Museo Escolar Laguna Taguatagua – MELT

³ Colegio El Salvador

I. Introducción

Carlos Bertero y Tagua Tagua son importantes referentes para el estudio de la Naturaleza de nuestro país. El primero, un médico e ilustre botánico viajero italiano que estudió la flora de Chile central y del Archipiélago de Juan Fernández, además de las Antillas, Venezuela y Colombia, ganándose el aprecio de grandes botánicos europeos (Muñoz, 1999); y el segundo, una antigua Laguna ubicada en pleno centro del país (34°30' S 71°06' O), célebre en los ámbitos de la investigación arqueológica sudamericana (y americana en general) (Casamiquela, 1978), como también por su registro sedimentológico, geoquímico y palinológico (Valero-Garcés *et al.*, 2005).

Antes de su desagüe, Tagua Tagua fue destino casi obligatorio de los naturalistas que estudiaron Chile, prueba de ello son las exploraciones de Claude Gay en 1831 y Charles Darwin en 1834, quienes escribieron sobre la extraordinaria biodiversidad del afamado humedal. En ese sentido, pionera es la obra de Bertero, que en el año 1828 estudia y deja importantes registros de la Flora local y regional a través de sus herbarios que actualmente están desperdigados por el mundo.

Ahora bien, es ampliamente conocido que tanto en los sistemas acuáticos como en los terrestres, la riqueza de especies, su abundancia y tallas máximas alcanzadas, es significativamente dependiente de la calidad de su entorno, lo cual se relaciona con sus caudales promedios históricos y las alteraciones tanto físicas como químicas del agua (Vila *et al.*, 2006). Bajo ese escenario, se cree que el desecamiento antropogénico de la Laguna significó un grave desastre ecológico, sin embargo se acusa la falta de trabajos que demuestren de manera empírica esta afirmación, motivo por el cual nace esta investigación que busca determinar y analizar las especies vegetales colectadas por Bertero en Tagua Tagua como una primera aproximación para reafirmar el impacto negativo de la acción humana sobre este ecosistema.

II. Desarrollo del Trabajo

Esta investigación científica es impulsada por Fundación Añañuca y el Museo Escolar Laguna Taguatagua (MELT) mediante su Taller de Patrimonio 2018/9, iniciativa de educación No Formal en la cual participan estudiantes de enseñanza media de diferentes establecimientos educacionales de la Comuna de San Vicente, Región de O'Higgins. En esta primera etapa, el trabajo consistió en una exhaustiva revisión bibliográfica, comenzando con el estudio del Catálogo elaborado por Mélica

Muñoz sobre la colección de Bertero depositada en el Herbario Nacional. En paralelo, se revisó el Mercurio Chileno del año 1829, revista donde el italiano publicó un listado de plantas nativas con interesantes descripciones. Además se examinaron las memorias de los botánicos Colla (1834-1837) y Moris (1834-1835) de la Real Academia de la Ciencia de Torino, Italia. A su vez, se realizó una profunda búsqueda a través de internet, para encontrar más ejemplares depositados en distintos herbarios de Europa. Posteriormente, se organizaron los datos obtenidos clasificando las plantas por familias, origen, hábito de crecimiento y resaltando aquellas con alguna cualidad tipológica. Asimismo, se actualizaron los nombres científicos en base al catálogo de plantas vasculares de Rodríguez *et al.* (2018) y se identificaron las especies Hidrófilas en base al Catálogo florístico de Macrófitas chilenos de Vila *et al.* (2005). Finalmente, se visitó el Herbario Nacional depositado en el Museo Nacional de Historia Natural y se tomaron fotografías a todos los ejemplares allí depositados y recolectados por Bertero desde Tagua Tagua.

III. Resultados

Se determinaron 59 especies vegetales estudiadas por el ilustre botánico italiano en la zona de Tagua Tagua, representadas en 36 familias y 52 géneros. De acuerdo a su origen, corresponden principalmente a plantas nativas (59,32%), endémicas (30,51%) y un porcentaje menor de especies introducidas (10,17%). Del total de plantas recopiladas, se detectaron 74 muestras de herbario correspondientes a 48 especies, las que fueron respaldadas en un archivo fotográfico digital, en donde sobresalen 50 ejemplares, pertenecientes a 27 especies que tienen alguna cualidad tipológica. En tanto, de las 11 plantas sin herbario, se logró identificar su nombre científico y algunas descripciones. En cuanto al hábito de crecimiento se trata de 44 hierbas, 11 arbustos y 4 árboles, universo del cual 21 especies corresponden a Macrófitas características de los sistemas límnicos de nuestro país, sumado a otras 14 especies típicas de ambientes húmedos. Cabe destacar que el grueso del material recolectado por Bertero revisado en este estudio se encuentra depositado en el Herbario de Paris MNHN-P (44) como parte de las colecciones de los botánicos Steudel, Drake, Guillemin, Delessert, De Candolle, Richard y Jussieu. Otro número importante de muestras se encontró en el Herbario Nacional SGO de Chile (27), detectándose también ejemplares en el Gray Herbarium (GH) de la Universidad de Harvard (1) y en el Instituto Botánico de la Universidad de Montpellier (UM-MPU) (2). Con los resultados se creó el primer catálogo de plantas de Tagua Tagua estudiadas por Bertero.

IV. Conclusiones

Las colecciones de Bertero representan un valioso patrimonio botánico, como testigos de particulares conceptos de clasificación y de numerosos especímenes (Tipos) de referencia. Comienza a vislumbrarse la vegetación de la Laguna Tagua Tagua antes de su desecamiento, característica de un ecosistema mucho más húmedo y vigoroso, reflejado en una gran diversidad y abundancia de plantas, especialmente Macrófitas, por lo tanto su menoscabo tuvo efectos negativos y directos en otras especies, reafirmando la idea de desastre ecológico.

Bibliografía

Bertero, C.G. 1829. Lista de las plantas que han sido observadas en Chile por el Dr. Bertero en 1828. Revista El Mercurio Chileno.

- Casamiquela, R. 1976. Los vertebrados fósiles de Tagua-Tagua. Primer congreso chileno geológico, Santiago.
- Colla, L.A. 1834-1837. *Plantae rariores in regionibus chilensibus a Cl. M.D. Bertero nuper detectae et ad. A. Colla in lucem editae*. Mem. Reale Accad. Sci. Torino 37; 38.
- Harvard University Herbaria & Libraries, 2013. Collections: C.L.G. Bertero. Recuperado de https://kiki.huh.harvard.edu/databases//specimen_search.php?start=1&cltr=C.+L.+G.+Bertero
- Moris, G.G. 1834-1835. *Plantae chilenses novae minusve cognitae*. Mem. Real Accad. Sci. Torino 37:98-109, 6 lám., 1834; 38: 43-49, 2 lám., 1835.
- Muñoz, M. 1999. La colección de Carlos José Bertero depositada en el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural. Publicación ocasional del MNHN, Chile., 53:5-84.
- Muséum National D'Historie Naturelle, 2019. *Herbiers historiques*. Recuperado de <https://www.mnhn.fr/fr/collections/ensembles-collections/botanique/herbiers-historiques>
- Rodríguez, R. *et al.* 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* Vol. 75 nº 1. Concepción junio 2018.
- Valero-Garcés, B. *et al.* 2005. Paleohydrology of Laguna Tagua Tagua (34°30' S) and moisture fluctuations in central Chile for the last 46000 yr. *Journal of quaternary science* 20(7-8); 625-641.
- Vila, I.; Veloso, A.; Schlatter, R. y Ramírez, C. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Edit. Universitaria, Stgo.

17

“*Aristotelia chilensis*: el proyecto genoma de una planta nativa chilena”

Villacreses, J.¹; Rojas-Herrera, M.¹; Sánchez, C.¹; Martínez, C.¹; Pastor, G.¹; Undurraga, S.²; Alzate, J.²; Manque, P.¹; Maracaja-Coutinho, V.² y Polanco, V.¹

¹ Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Centro de Genómica y Bioinformática, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor.

² Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.

I. Introducción

Maqui berry (*Aristotelia chilensis* [Molina] Stuntz) es una especie de arbusto nativo, de la región central y sur de Chile. Esta planta produce un pequeño Berry de color morado oscuro el cual tiene una alta capacidad antioxidante, esta propiedad es atribuida a la elevada concentración de flavonoides presente en el fruto. Los flavonoides son los principales metabolitos secundarios, responsables de la actividad antioxidante, sintetizados en el fruto específicamente en forma de antocianinas que confieren una característica pigmentación en su proceso de maduración. Aunque la información fitoquímica revelada se relaciona con los atributos de Maqui berry, actualmente no existe ninguna investigación asociada a ómicas en las bases de datos de información Biotecnológica o de alguna planta nativa chilena.

Por esto nuestro objetivo, el reciente interés de la industria de alimentos y la investigación en Agrigenómica, es el uso de nuevas tecnologías de secuenciación (NGS) y métodos elaborados de análisis bioinformático, que permiten la descripción del genoma de Maqui Berry y el conocimiento de sus genes relacionados con la biosíntesis de antocianinas, en la búsqueda de la producción de alimentos funcionales con propiedades beneficiosas para la salud.

II. Metodología

Un total de 29.6 Gb de lecturas pareadas de secuenciación de alto rendimiento fueron generados a través de secuenciación Miseq Illumina para posteriormente ser evaluada su calidad por FASTQC.

El genoma De Novo fue ensamblado y evaluado a partir de las lecturas de secuenciación, por medio de diferentes plataformas bioinformáticas definiendo el mejor genoma generado por Mira 4.0.2 para posteriormente realizar el andamio genómico de los contigs por Sspace.

Se usó la herramienta de alineamiento BLAST con la base de datos nr para comparar e identificar los genomas de organismos relacionados con la producción de antocianinas y sus tamaños genómicos.

La predicción de genes se realizó a través del software AUGUSTUS para posteriormente anotar los genes predichos por medio de BLAST y el uso de las principales bases de datos (nr, GO, Swissprot, KOG).

Por medio de las coordenadas de los genes de la biosíntesis de antocianinas anotados, las regiones promotoras fueron identificados en el genoma para su análisis por las herramientas MEME y PLANTCARE.

III. Resultados y Discusión

Secuenciación y Ensamble. El total de lecturas pareadas de secuenciación generada previamente fue analizada su calidad para el ensamble por la herramienta Mira y Sspace, definiendo el tamaño del Genoma de *A. chilensis* en 314 MB (1).

Evaluación y comparación de Genomas. El genoma *de novo* de *A. chilensis* y su tamaño fue comparado por medio de la herramienta BLAST, mostrando los principales organismos presentes en las base de datos NR (non-redundante) relacionados con *A. chilensis*, identificando la relación más cercana de su genoma con *Vitis vinifera*.

Predicción y anotación de genes. A través del genoma de *A. chilensis* se predijeron 117147 genes *de novo* por medio del software AUGUSTUS, estos fueron anotados por la herramienta BLAST con las principales bases de datos (nr, GO, Swissprot, KOG), de esta manera se identificaron 43020 genes putativos presentes en todas las bases de datos (figura 1). La anotación a través de las bases de datos permitió revelar los genes de la biosíntesis de antocianinas y las coordenadas de las regiones promotoras ubicadas río arriba de los genes por medio del genoma. Los promotores fueron analizados por las herramientas PLANTcare y MEME, donde fueron identificados factores que influyen en su activación, además mostrando una estructura de motivos repetitivos presentes en los genes principales que regulan la biosíntesis de antocianinas (figura 2).

IV. Conclusiones

El ensamble De Novo del genoma de *A. chilensis* permitió conocer su genoma y la identificación de los genes putativos relacionados con la biosíntesis de antocianinas, la estructura de sus regiones promotoras y composición, han permitido sugerir los primeros factores que influyen en la producción de antocianinas.

Bibliografía

Guerrero, J.; Ciampi, L. & Castilla, A. (2010). Assembly Algorithms for Next-Generation Sequencing Data. *NIH Public Access*.

Stanke, M.; Keller, O.; Gunduz, I.; Hayes, A.; Waack, S. & Morgenstern, B. (2006). AUGUSTUS: ab initio prediction of alternative transcripts. *Nucleic Acids Research*.

Anexo

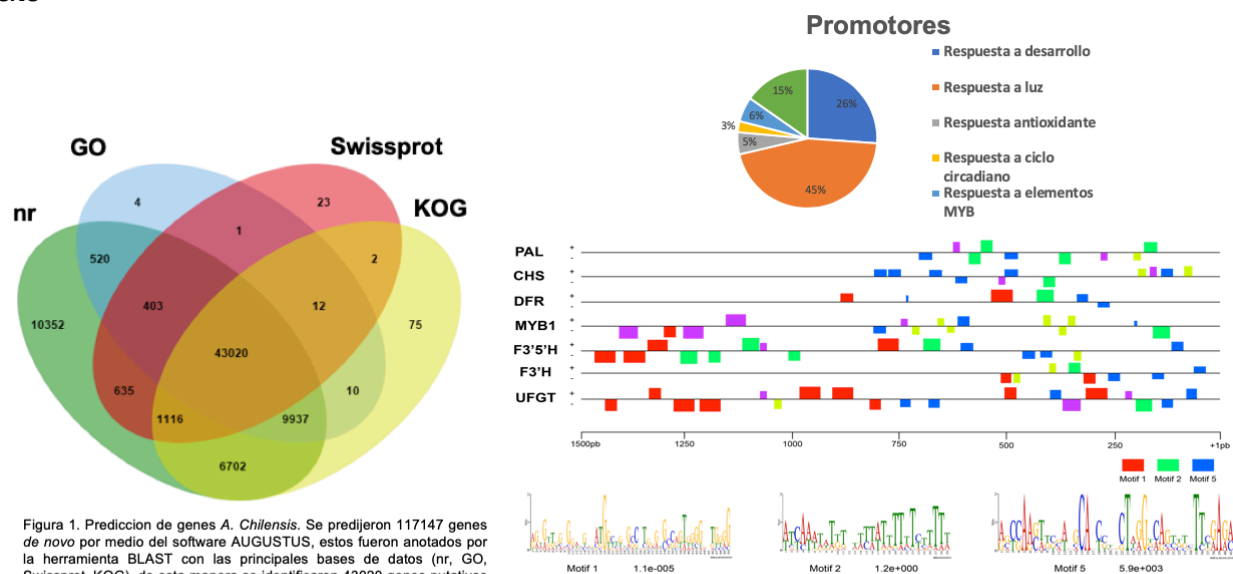


Figura 1. Predicción de genes *A. chilensis*. Se predijeron 117147 genes de novo por medio del software AUGUSTUS, estos fueron anotados por la herramienta BLAST con las principales bases de datos (nr, GO, Swissprot, KOG), de esta manera se identificaron 43020 genes putativos presentes en todas las bases de datos.

Figura 2. Predicción de promotores de biosíntesis de antocianinas. Los Promotores fueron analizados por las herramientas PLANTcare y MEME, donde fueron identificados factores que influyen en su activación, además mostrando una estructura de motivos repetitivos presentes en los genes principales que regulan la biosíntesis de antocianinas.

18

“Los bosques de quebrada de la costa maulina: el caso de los Ñirres de La Matanza, provincia de Cauquenes”

Soto-Cerda, L.¹; Valdés-Reyes, C.²; Acuña-Guzmán, C.² y Doll, U.^{1,3}

¹ Centro de Plantas Nativas de Chile, Universidad de Talca.

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca.

³ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.

I. Introducción

En la cordillera de la costa, el límite norte de la distribución de ñirre (*Nothofagus antarctica*) es la provincia de Cauquenes, presentándose en forma fragmentada, asociado a bosques higrófilos.

La presencia de ñirres en Cauquenes fue documentada en la década de 1980 por los botánicos Alejandro Troncoso, José San Martín y Carlos Ramírez, quienes realizaron un estudio fitosociológico en bosques pantanosos de la costa maulina, entre las localidades de Curepto y Tregualemu (San Martín *et al.*, 1988a). Esta investigación significó un primer acercamiento científico a estos bosques, permitiendo describir asociaciones vegetacionales desconocidas hasta ese momento, identificar sectores biogeográficamente relevantes y ampliar la distribución de especies vasculares que eran consideradas como típicas de los bosques australes (Troncoso & San Martín, 1988). Después de tres décadas, investigadores de la Universidad de Talca dieron continuidad a este estudio, en el marco del

proyecto “Los bosques de quebrada de la costa maulina: Evaluación del impacto antrópico y propuestas de mitigación” (Proyecto 012/2016), financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN – Conaf).

Junto con caracterizar los bosques de quebrada según atributos bióticos y abióticos y evaluar el impacto antrópico sufrido, se pretende proponer medidas de mitigación y/o estrategias de recuperación. En este contexto, se muestran resultados preliminares de prospecciones realizadas a uno de los bosquetes relictuales de ñirre, para documentar su situación actual.

II. Metodología

El bosque de ñirres de La Matanza, en la provincia de Cauquenes, se sitúa a 4,5 km al NE de la Reserva Nacional Los Ruiles, y se inserta en terrenos pertenecientes a Forestal Arauco. Para su caracterización se realizaron las siguientes actividades:

Inventario vegetacional y toma de muestras botánicas. Las especies se catalogaron según su origen (nativa, endémica, introducida) y se determinaron indicadores de biocalidad (índice de endemismo IE e índice de invasoras EI).

Regeneración de especies leñosas, en 10 parcelas de 1 m² en el bosque de quebrada y en las inmediaciones del mismo. En todos los casos se determinaron las especies, diferenciando entre tipo de regeneración (rebrote o semilla).

Caracterización geomorfológica, determinando la orientación del curso de agua, pendiente de la quebrada y sus laderas, ancho del bosque de quebrada y descripción de la matriz circundante.

III. Resultados y Discusión

Inventario vegetacional. Se contabilizaron 34 especies vasculares: 20 nativas, 9 endémicas y 5 introducidas, con IE de 26,5 y EI de 14,7. Entre las nativas destacan *Amomyrtus luma*, *Campsidium valdivianum*, *Embothrium coccineum* y *Weinmannia trichosperma*. Entre las endémicas están *Griselinia jodinifolia* y *Myrceugenia parvifolia*.

Regeneración de especies leñosas. No se observó regeneración de ñirre dentro de la quebrada y se contabilizaron más de 4 plántulas de *Drimys winteri* y de *Myrceugenia* sp. por m², respectivamente. En el borde de la quebrada se cuantificaron 3,9 plántulas por m² de pino y 2,8 por m² de *Acacia dealbata*, además de plántulas de *Nothofagus glauca* y *N. obliqua*.

Caracterización geomorfológica. El bosque se encuentra a 545 m.s.n.m., presenta un ancho máximo de 18,4 m. y se dispone en sentido E-O. La matriz circundante corresponde a plantaciones de pinos (*P. radiata* y *P. pinaster*), *Eucalyptus globulus* y restos de bosques de *N. glauca*.

Discusión. Ubicado en uno de los lugares de mayor altitud entre los prospectados en la provincia, lo que se condice con lo descrito (San Martín *et al.*, 1988b), el bosque se encuentra degradado y rodeado por una matriz intervenida, en un sector de lomajes suaves. Se observaron tocones de ñirre, lo que, sumado a la nula regeneración, al ancho del bosque y a la naturaleza de la matriz, supone una amenaza para la existencia de la especie en el sector. Hasta antes del estudio original, el límite norte de la especie, por la costa, era la cordillera de Nahuelbuta; por ello, su presencia en la costa maulina supone una condición relictual y azonal que debe protegerse.

IV. Conclusiones

El sector de La Matanza presenta condiciones adversas para la subsistencia de ñirre. Estas condiciones son, en principio, de origen antrópico, aunque no se debe descartar el impacto del cambio climático sobre estos ecosistemas. Se propone aumentar el ancho del bosque de quebrada, limitando las actividades antrópicas en sus inmediaciones y realizar actividades de apoyo a la regeneración.

Agradecimientos: Los autores agradecen a Alejandro Troncoso, José San Martín, Gabriela Vizcarra, Fondo de Investigación del Bosque Nativo, Pedro Jara, Carlos Reyes, Nathalia Valenzuela, Javier Miranda, Emilio Moraga y Forestal Arauco.

Bibliografía

- San Martín, J.; Troncoso, A. & Ramírez, C. 1988a. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la Cordillera de la Costa en Chile central. *Bosque*: 9(1): 17-33.
- Troncoso, A. & San Martín, J. 1988. Ampliación de área para diversas especies de plantas vasculares en la Cordillera de la Costa de la Región del Maule. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*, 41: 45-56.
- San Martín, J.; Troncoso, A.; Ramírez, C. & Guajardo, J. 1988b. Los bosquetes de ñirres de la Cordillera de la Costa de Cauquenes (Extracto), p.: 118-119. *In*: Montero, A., J. San Martín, M. Tamayo & C. Muñoz. 2007. La Cordillera de la Costa en la Región del Maule. Su patrimonio natural, cultural e histórico. Publicación del Programa de Biodiversidad y Ecosistemas. Chile. Talca, Séptima Región. 252p.

19

“Riqueza y distribución de la flora en un gradiente altitudinal, estero Bullileo, Región de Ñuble”

Villarroel, A.¹; Moreno, R.²; LeQuesne, C.^{1,3} y Rojas, G.⁴

¹ Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile.

² Department of Palynology and Climate Dynamics, University of Göttingen.

³ Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile.

⁴ Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile.

I. Introducción

La región mediterránea de Chile (32° - 40° S) concentra la mayor riqueza de especies de plantas vasculares, encontrándose 2.537 especies (50% de la flora vascular del país), de ellas 46% son endémicas de Chile y 23% son endémicas de la región mediterránea (Arroyo y Cavieres, 1997). El alto grado de endemismo es resultado del prolongado aislamiento geográfico de los bosques del Sur de Sudamérica (Villagrán, 2018). Los bosques andinos mediterráneos constituyen un recurso natural escaso y amenazado por el cambio de uso del suelo, principalmente bajo los 400 m s.n.m. Sobre esta altitud, los bosques andinos mediterráneos se caracterizan por la presencia de especies esclerófilas - siempreverdes entremezcladas con varias especies del género *Nothofagus*, y han sido alterados por

efectos del carboneo, ramoneo e incendios (Donoso, 1982). A pesar de su importancia social y ecológica, existe desconocimiento de la riqueza de la flora vascular y sus patrones de variación altitudinal en esta región. Además, debido a la persistente degradación, existen pocas áreas con bajo grado de alteración antrópica en los Andes Mediterráneos. Una de ellas es el estero Bullileo, un área protegida ubicada en la precordillera Andina de la Región de Ñuble. Por lo tanto, los objetivos de esta investigación son documentar la riqueza de la flora vascular presente en el estero Bullileo, describir patrones de distribución en un gradiente altitudinal, y evaluar la representatividad y el aporte a la conservación.

II. Metodología

El área de estudio está ubicada en la precordillera Andina, comuna de San Fabián de Alico, Región de Ñuble (36°34'S - 71°27'O). La cuenca del estero Bullileo posee una superficie de ≈ 5.000 ha y abarca un gradiente altitudinal desde los 500 hasta 1.700 m s.n.m. La temperatura media anual es 11,8°C y la precipitación total anual bordea 2.000 mm (periodo 1965 - 2012). Para registrar la flora del lugar se realizó un muestreo entre los 530 - 1.340 m s.n.m. siguiendo el estero Bullileo como eje principal. Se realizaron 17 transectos a cada lado del estero, separados al menos por 50 m de elevación. Los transectos tuvieron una longitud de 100 m, divididos cada 25 m. En cada división se registró y colectó todas las especies de plantas vasculares presentes en 5 metros a ambos lados del transecto. Esto permitió realizar una estimación de riqueza para cada transecto por medio de rarefacción. Cambios de riqueza en el gradiente altitudinal fueron explorados con regresión lineal simple. También se analizó como las formas de crecimiento, el origen geográfico y las especies clasificadas en categorías de conservación varían con respecto a la altitud. El cambio de especies en el gradiente altitudinal fue analizado por medio del índice de similitud Jaccard y anidamiento de ensambles de especies. Para estimar la representatividad de la flora se calculó el número de apariciones de una especie sobre el total de sitios muestreados.

III. Resultados y Discusión

Según el presente estudio, la flora vascular del estero Bullileo registró un total de 342 especies, la cual disminuye monótonicamente a mayor altitud ($P < 0,001$). La forma de crecimiento dominante fue la herbácea con 187 especies (55%), seguida por arbustiva con 96 especies (28%). El número de árboles, arbustos y trepadoras disminuye a mayor altitud ($P < 0,001$; $P = 0,04$; $P < 0,001$). Sin embargo, para las plantas herbáceas no se observó un claro patrón de cambio ($P = 0,055$). Se registraron 51 especies introducidas (16%), 205 nativas (64%) y 65 endémicas (20%). La riqueza de especies en los tres casos disminuyó con el aumento de altitud ($P = 0,02$; $P = 0,01$; $P < 0,001$). De las 270 especies nativas y endémicas, sólo 28 (10%) han sido clasificadas oficialmente en alguna categoría de conservación, las que están principalmente concentradas en altitudes bajas y disminuyen gradualmente a mayor altitud ($P < 0,001$). Las especies con mayor representatividad a lo largo del gradiente altitudinal fueron *Nothofagus dombeyi* (85%) y *Lomatia dentata* (61%). La similitud florística máxima entre los puntos de muestreo fue de 60% y permitió reconocer 4 grupos distintos de vegetación con similitud sobre los 40%. Sin embargo, estos grupos, de acuerdo con el análisis de anidamiento se reemplazan gradualmente en el gradiente. Las especies registradas en el estero Bullileo representan un 6% de las especies reconocidas de Chile. Las 51 especies introducidas equivalen a 6% de la flora introducida del país y las 65 especies endémicas representan un 3% de la flora endémica de Chile. Si bien, la riqueza

en el estero Bullileo es alta, podría ser aún mayor, considerando que no se logró completar el gradiente y que las curvas de rarefacción no se estabilizan.

IV. Conclusiones

En el estero Bullileo se reconocen 342 especies. Los resultados sugieren alta riqueza de especies, junto con una muestra importante de especies endémicas y en categorías de conservación, concentradas en zonas bajas. Contradictoriamente, existe un alto número de especies introducidas en zonas bajo los 700 m s.n.m. La cuenca del estero Bullileo emerge como un importante área de conservación.

Bibliografía

- Arroyo, M. y Cavieres, L. 1997. The mediterranean type-climate flora of central Chile – What do we know and how can we assure its protection? *In* Timmerman B, G Montenegro eds. Taller internacional aspectos ambientales, éticos, ideológicos y políticos en el debate sobre bioprospección y uso de recursos genéticos en Chile. Santiago, Chile. Sociedad de Biología de Chile. p. 48-55
- Donoso, C. 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. *Bosque* 4(2): 117-146.
- Villagrán, C. 2018. Biogeografía de los bosques subtropical-templados del sur de Sudamérica, Hipótesis históricas. *Magallania* (Punta Arenas) 46(1): 27-48.

20

“Diversidad fúngica asociada a bosques de quebrada costeros de la Región del Maule”

Valdés-Reyes, C.¹; Soto-Cerda, L.²; Espinoza, C.¹; Blanco, J.¹ y Doll, U.^{2,3}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca.

² Centro de Plantas Nativas de Chile, Universidad de Talca.

³ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.

I. Introducción

En los bosques templados de la cordillera de la costa de la región del Maule, algunas condiciones edáficas, en conjunto con las diferentes inclinaciones de pendiente, favorecen el desarrollo de una vegetación boscosa, higrófila y siempreverde, dominada principalmente por canelo (*Drimys winteri*) y varias mirtáceas (San Martín *et al.*, 1988). Los microhábitats locales de estos bosques templados lluviosos tienen condiciones climáticas y bióticas únicas, constituyendo ecosistemas modelo para el crecimiento de los hongos (Marín *et al.*, 2018). Los hongos juegan un papel vital en la biósfera, son esenciales para el reciclaje de nutrientes en todos los hábitats terrestres y forman parte de complejas redes de relaciones biológicas que crean las condiciones necesarias para el equilibrio y la preservación de los ecosistemas forestales (Boa, 2005). El estado de un bosque, en buena medida, se refleja por los hongos que en él se pueden encontrar (Carrillo *et al.*, 1992), los cuales otorgan estructura y estabilidad a las asociaciones vegetacionales (Lazo, 2001). En el presente estudio, se hizo un inventario micológico de todos los macromicetos encontrados en los bosques de quebrada costeros de la región del Maule.

II. Metodología

El estudio se realizó desde finales de 2017 hasta mediados de junio de 2019 en 11 quebradas inmersas entre bosquetes de *Nothofagus* Blume, tipo forestal esclerófilo, plantaciones forestales comerciales, y otros usos de suelo en los bosques costeros de región del Maule, ubicadas entre el río Mataquito por el norte (35°7' S y 72°5' W.) y la localidad de Tregualemu por el sur. (35°59' S y 72°41' W). Las quebradas fueron seleccionadas desde el proyecto FIBN 012/2016.

Se inventariaron todos los macromicetos encontrados en los bosques de quebrada, identificando sus características macroscópicas y su grupo trófico asociado (saprótrofo, ectomicorriza, parásito, endófito). Cada ejemplar fue fotografiado, deshidratado para su conservación y posterior identificación taxonómica. Se utilizó literatura pertinente para la identificación, como terminologías técnicas de Gottsberger (1966), Mosser & Horak (1975), Horak (1980), Gamundi (1987), Gamundi & Horak (1993), Niveiro *et al.* (2014), Lazo (2016), Furci (2018), además de la consulta a micólogas expertas.

III. Resultados y Discusión

La mayor cantidad de macromicetos observados fue entre los meses de mayo a julio, época coincidente con los meses más lluviosos en la región del Maule. Se registraron 252 especies entre dos Reinos: Fungi & Protozoa, subdivididas en tres filos: Basidiomycota (222); Ascomycota (23), pertenecientes al Reino Fungi; y Myxomycota (7) al Reino Protozoa. Dentro del filo Basidiomycota se reportan 12 órdenes, 44 familias y 92 géneros, siendo los más abundantes *Mycena*, *Cortinarius*, *Stereum* y *Amanita* con casi el 30% de las especies registradas para este filo. En la división Ascomycota se reportan 5 órdenes, 12 familias y 19 géneros, siendo los más abundantes *Chlorociboria*, *Bisporella*, *Xylaria* y *Peziza* con alrededor del 40% de los organismos registrados. Para Myxomycota, se reportan 5 órdenes, 5 familias y 6 géneros, siendo solo dos los más abundantes: *Physarum* y *Ceratiomyxa* con casi el 50% de estos organismos registrados. El mayor grupo trófico registrado fueron los saprófitos con un 78% del total de los bosques de quebrada, variando entre 48% y 89%. Los mayores géneros de esta naturaleza son: *Mycena*, *Stereum* y *Marasmius*, asociados principalmente a restos de hojarasca, ramas y troncos de *Myrceugenia exsucca*, *Aextoxicon punctatum*, *Luma apiculata* y *Drimys winteri*. Los de naturaleza simbiótica (ectomicorrizas), alcanzan un 17% del total, con géneros como *Cortinarius* y *Amanita*, ligados estrechamente a *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus glauca*. Por último, los de naturaleza parásita y endófito solo conforman un 6% del registro. *Ganoderma*, un género parásito facultativo asociado a *Nothofagus*, y las endófitas *Hygrocybe* y *Xylaria* con asociación variable, pero principalmente ligados a la matriz esclerófila que rodea las quebradas, son ejemplos de géneros dentro de este último grupo.

IV. Conclusiones

El gran número de especies fúngicas encontradas en los bosques de quebrada costeros de la región del Maule, dan cuenta de la diversidad biológica asociada a estos ecosistemas. El hallazgo de *Butyriboletus loyi* (Phillippi) Mikšík, *Cortinarius cf. magellanicus* Speg. y *Amanita cf. merxmulleri* Bresinsky & Garrido, especies catalogadas dentro de las vulnerables, destacan la importancia de estos sitios para su conservación.

Agradecimientos: A las micólogas María José Dibán, Magíster en Ciencias Biológicas de la Universidad de Chile y a Viviana Salazar, Bióloga en Biodiversidad y Conservación Biológica de la Universidad de Concepción, por su gran ayuda en parte de la investigación e identificación taxonómica de hongos y que sin el apoyo de ellas nada de esto hubiera sido posible.

Bibliografía

- San Martín, J.; Troncoso, A. y Ramírez, C. 1988. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la Cordillera de la Costa en Chile central. *Bosque*: 9(1): 17-33.
- Marín, C.; Valenzuela, E.; Godoy, R. & Palfner, G. 2018. Diversidad y efectos de crecimiento de hongos ectomicorrízicos en un bosque de *Nothofagus pumilio* en los andes del sur de Chile. *Bol. Micol.* 2018; 33(1): 9-20.
- Boa, E. 2005. Los hongos silvestres comestibles, perspectiva global de su uso e importancia para la población. *Productos Forestales no Maderables No. 17*. FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Roma. 176 pág.
- Carrillo, R.; Godoy, R.; & Peredo, H. 1992. Simbiosis micorrícica en comunidades boscosas del Valle Central en el Sur de Chile. *Bosque* 13: 57- 67.
- Lazo, W. 2001. Hongos de Chile. Atlas Micológico. Ediciones de Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. 231 pág.
- Gottsberger, G. 1966. Die Myxomyceten der Steiermark mit Beiträgen zu ihrer Biologie. *Nova Hedwigia* XII. 203-296.
- Horak, E. 1980. Agaricales y gasteromicetes secotioides. En: *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego*, tomo XI, fascículo 6: Fungi, Basidiomycetes, FECYC, Buenos Aires.
- Gamundi, J. & Horak, E. 1993. Hongos de los bosques andinopatagónicos. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires. 141 p.
- Niveiro, N.; Zuliani, P.; Ramírez, N.; Popoff, O.; & Alberto, E. 2014. Hongos agaricoides de las Yungas argentinas. Clave de géneros.
- Moser, M. & Horak, E. 1975. Cortinarius Fr. und nahe verwandte Gattungen in Südamerika. *J. Cramer*.
- Gamundi, I. 1986. Fungi, Ascomycetes, Cyttariales, Helotiales, Geoglossaceae, Dermateaceae. *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego*. 1-126.
- Lazo, W. 2016. Hongos de Chile, Atlas Micológico. Segunda edición. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 316 pág.
- Furci, G. 2018. Guía de Campo: Hongos de Chile Volumen II. Fundación Fungi. 320 pág.

“Diversidad genética de *Ugni selkirkii* (Hook. & Arn.) Berg., especie en peligro y endémica de isla Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández, Chile”

López-Sepúlveda, P.¹; Fuentes, G.¹; Takayama, K.² y Peñailillo, P.³

¹ Departamento de Botánica Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Chile.

² Graduate School of Science, Kyoto University, Japan.

³ Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca, Chile.

I. Introducción

El archipiélago de Juan Fernández (AJF) se localiza a 660 Km de las costas de la región de Valparaíso. La flora vascular del archipiélago se caracteriza por un alto endemismo (Stuessy 1992), razón por la cual ha sido declarado Parque Nacional, Reserva Mundial de la Biosfera y junto a Islas Galápagos, mini hotspot de alta prioridad para la conservación (Funk & Fa 2010). El origen de las plantas vasculares en AJF se produjo principalmente a través de dos procesos evolutivos, cladogénesis y anagénesis, los cuales han dejado diferentes huellas genéticas en las especies insulares en relación con sus ancestros continentales (Stuessy *et al.* 2018). Actualmente la totalidad de la flora endémica de AJF presenta problemas de conservación, un ejemplo es la especie en peligro *Ugni selkirkii* (Hook. et Arn.) O. Berg (Myrtaceae), endémica de isla Robinson Crusoe, originada vía anagénesis y cuyo ancestro continental es *Ugni candollei* (Barnéoud) O. Berg (Retamales 2017). La especie insular es un arbusto ramificado de hasta 2 m de alto, anemófilo, de reproducción cruzada y dispersión por endozoocoría (Bernardello *et al.* 2006). Esta especie está sometida a una alta perturbación debido a la colonización de especies de plantas invasoras, presentando un rango de distribución restringido a las laderas de bosque, en zonas con neblina, entre rocas y en cimas sobre los 450 m de elevación (Danton 2004). Este trabajo determina la diversidad genética de *U. selkirkii* y su ancestro continental, para conocer las consecuencias del proceso de anagénesis y evaluar las implicancias para la conservación de la especie.

II. Metodología

Las muestras para ambas especies se obtuvieron in situ, e incluyen tres localidades en la isla Robinson Crusoe para *U. selkirkii* (Salsipuedes, El Camote y Mirador Selkirk) y dos localidades en Chile continental para *U. candollei* (Parque Alerce Costero y Reserva Nacional Los Ruiles), con un total de 52 y 37 individuos respectivamente. Las muestras consistieron en pequeñas cantidades de hojas almacenadas en bolsas de papel y conservadas en sílica gel. La extracción de ADN total se realizó utilizando el kit *DNEasy Plant Mini* (Qiagen) con el protocolo recomendado por el fabricante. Para determinar la diversidad genética se utilizó la técnica de Polimorfismos de longitud de fragmentos amplificados (AFLP, *Amplified Fragment Length Polymorphisms*), siguiendo el protocolo implementado por Vos *et al.* (1995) y modificado por Hasbún *et al.* (2012). La interpretación de los perfiles de AFLP se realizó en el programa *GeneMarker* ver. 1.85 (*SoftGenetics, State College, Pennsylvania, EEUU*). Para evaluar la Diversidad Genética (DG) se estimó: Número de Alelos Efectivos para cada población (N_e), Número de Bandas (NB), Número de Bandas Frecuentes ($NBF \geq 5\%$), Número de Bandas Privadas (NBP), Índice Diversidad de Shannon (I), Índice de Heterocigosidad (H_e), además de un Análisis de Coordenadas Principales (PcoA). Todos estos parámetros fueron obtenidos en el programa *GenAlEx* 6.5. Las relaciones entre ambas especies se evaluaron a través de un análisis de redes entre individuos

en el programa *SplitsTree4* ver. 4.10. Finalmente la estructura genética se realizó mediante el programa *STRUCTURE* ver. 2.3.4.

III. Resultados y Discusión

Se seleccionaron tres combinaciones de partidores AFLP selectivos (Eco ACA/MCTC (VIV); Eco ATC/MCTC (NED); Eco ATA/MCTC (FAM), que generaron un total de 366 *loci* polimórficos. Los valores de diversidad genética no presentaron correlación con el número de individuos de cada localidad. Los valores promedio de todos los parámetros fueron mayores en *U. candollei* ($H_e = 0,11$, $U_S = 0,078$; $I = 0,179$, $U_S = 0,12$). Tanto el PcoA como el análisis de redes para individuos evidenciaron una clara separación entre los individuos de ambas especies, también reflejada en los grupos genéticos obtenidos. Desde el punto de vista de la conservación, las poblaciones insulares y continentales presentaron un alto número de NBP y diferencias significativas en los valores de $NBF \geq 5\%$. Las especies en estudio presentan valores de diversidad genética menores respecto a aquellos registrados en especies de iguales características biológicas, siendo *U. selkirkii* la especie que mostró mayores diferencias (Nyboom 2004). Estos resultados podrían ser explicados a partir de la distribución restringida que poseen ambas especies. *U. selkirkii* presenta el panorama más complejo ya que su población cuenta actualmente con aproximadamente 500 individuos (Ricci 2006), los cuales se encuentran sometidos a perturbaciones principalmente ocasionadas por la presencia de especies invasoras, entre ellas *Ugni molinae* Turcz. (Bernardello *et al.* 2006).

IV. Conclusiones

Los valores de diversidad genética de *U. selkirkii* respecto de su parental continental corresponden a los esperados en una especie de origen anagenético. El número de bandas privadas de cada una de las poblaciones de ambas taxa debe ser considerado en el desarrollo de planes de manejo para la conservación, debido a que representan características genéticas únicas de cada sitio.

Bibliografía

- Bernadello, G.J.; Anderson, T.; Stuessy, F. & Crawford, D. 2006. The angiosperm flora of the Juan Fernández Archipiélago (CHILE): origin and dispersal. *Canadian Journal Botany* 84(8): 1266-1281.
- Danton, P.H. 2004. Plantas silvestres de la Isla Robinson Crusoe. Guía de reconocimiento. Orgraf Impresores, Valparaíso, Chile. 194 pp.
- Funk, S.M. & Fa, J.E. 2010. Ecoregion prioritization suggests an armoury not a silver bullet for conservation planning. *PLoS ONE* 5(1): e8923.
- Hasbún, R.; Iturra, C.; Moraga, P.; Wachtendorff, P.; Quiroga, P. & Valenzuela, S. 2012. An efficient and reproducible protocol for production of AFLP markers in tree genomes using fluorescent capillary detection. *Tree Genetics and Genomes* 8(4): 925-931.
- Nyboom, H. 2004. Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants. *Molecular Ecology* 13(5): 1143-1155.
- Retamales, H. 2017. Phylogeny of Myrteae (Myrtaceae) with an emphasis on the Chilean species: Insights into character evolution and historical biogeography. Doctoral thesis. Queensland University of Technology, Queensland, Australia. 251 pp.
- Ricci, M. 2006. Conservation status and ex-situ cultivation efforts of endemic flora of the Juan Fernández Archipelago. *Biodiversity and Conservation* 15(10): 3111-3130.

- Stuessy, T.F.; Grau, J. & Zizka, G. 1992. Diversidad de plantas en las islas Robinson Crusoe. In: Grau J. & G. Zizka (Eds.), *Flora Silvestre de Chile*. Stadt Frankfurt am Main. Frankfurt, Germany. pp. 54-66.
- Stuessy, T. F.; Crawford, D.J.; López-Sepúlveda, P.; Baeza, C.M & Ruiz, E.A. (Eds.). 2018. *Plants of Oceanic Islands: Evolution, Biogeography, and Conservation of the Flora of the Juan Fernández (Robinson Crusoe) Archipelago*. Cambridge University Press, Cambridge, England. 465 pp.
- Vos, P.; Hogers, R.; Bleeker, M.; Reijans, M.; Van De Lee, T.; Hornes, M.; Friters, A.; Pot, J.; Paleman, J.; Kuiper, M. & Zabeau, M. 1995. AFLP: A new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research* 23(21): 4407-4414.

Linea Temática: Mejoramiento Genético

22

“Obtención de nuevos cultivares de *Alstroemeria* mediante cruzamientos interespecíficos utilizando especies nativas de la Cordillera de Los Andes”

Andoñe, A.¹; Ramírez, C.² y Aros, D.¹

¹ Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

² DUOC-UC, Sede Puente Alto, Santiago de Chile.

I. Introducción

El mejoramiento genético en plantas cuenta con diferentes técnicas para la obtención de nuevos individuos, como hibridaciones intra e interespecíficas, inducción de mutaciones físicas o químicas, selección y clonación de individuos, polinización abierta y transgénesis, entre otras (Van Huylenbroeck, 2018). Para el caso de técnicas de cruzamientos, estas son regularmente acompañadas con herramientas de apoyo para romper las barreras de post fertilización, como el rescate de embriones post cruzamiento, germinación de semillas, micropropagación y cultivo de tejidos (Radice y Marconi, 1998). Dentro del mejoramiento genético de especies ornamentales, existe un creciente interés en el uso de especies nativas, debido a que se ha superado la barrera de ser potencialmente desarrolladas. Lo anterior beneficia a Chile, producto del alto endemismo de sus especies, convirtiéndolo en un lugar de interés botánico debido a su alta diversidad genética (Bridgen *et al.*, 2002). Una de las plantas nativas con alto valor ornamental, es la alstroemeria, proveniente de la familia homónima y originaria de América del Sur. Estas especies son conocidas por sus flores vistosas, de larga duración post cosecha y su variedad de colores como púrpura, lavanda, rojo, rosa, blanco, naranja, amarillo y bicolors, haciéndose populares en los mercados de Europa y Estados Unidos a partir de la década de 1970 (Olate *et al.*, 2000). Actualmente es utilizada como flor de corte y en maceta en todo el mundo (Hoshino, 2008), sin embargo, varias especies de la cordillera de Los Andes, como *A. pallida* y *A. umbellata*, no han sido exploradas para su utilización como parentales (Aros *et al.*, 2016). La variación genética entre y dentro de las especies de alstroemeria, la oportunidad de recolección de especies nativas silvestres y el desarrollo de técnicas de mejoramiento, como la hibridación interespecífica, permite generar una amplia gama de nuevos cultivares de distinto uso (Bridgen, 2001). La hibridación interespecífica, acompañada del rescate de embriones, son técnicas y herramientas conjuntas que han demostrado romper la barrera de post fertilización e inhibición de la elongación del tubo polínico, descritas por de Jeu y Jacobsen (1995) para la obtención de nuevos individuos. El objetivo de este estudio es la obtención de híbridos entre especies nativas recolectadas desde la Cordillera de Los Andes e híbridos de alstroemeria comerciales.

II. Metodología

Se recolectó polen de *A. pallida*, *A. exserens* y *A. umbellata* desde la alta cordillera de Los Andes, en la Región Metropolitana, en las localidades cercanas a Farellones (33°21'3 latitud sur y 70°18'50 longitud oeste) y el Embalse el Yeso (33°39'00 latitud sur y 70°04'00 longitud oeste), durante diciembre de 2018

y enero de 2019. El polen fue extraído de las flores, almacenado en tubos Eppendorf y mantenidos bajo refrigeración a 4°C. La caracterización fenotípica de los tépalos de las plantas se realizó *in situ* utilizando una tabla de colores (RHS color chart). Con el polen almacenado se procedió a polinizar híbridos de alstroemeria desarrollados en el PMG de la Universidad Chile, los cuales están en invernadero bajo riego en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Se realizaron diversos cruzamientos dirigidos, seleccionando aquellos híbridos en el estado de desarrollo de flor S5 (Wagstaff *et al.*, 2001). Las flores fueron emasculadas, para posteriormente, acercar mediante un pincel pequeño el polen recolectado. Los cruzamientos fueron identificados mediante pendones de papel, incluyendo información de los parentales y la fecha de la hibridación. Trascorridos 14 días después de la polinización, se realizó el rescate de los embriones bajo campana de flujo laminar en condiciones asépticas. Cada fruto se sumergió durante 4 segundos en etanol al 97% v/v para luego ser flameados. Se realizaron dos cortes transversales en los extremos del fruto y luego un corte longitudinal para extraer los embriones. Los embriones fueron cultivados en placas Petri de 15 x 60 mm con 20 mL de medio $\frac{1}{4}$ MS suplementado con 30 g L⁻¹ de sacarosa, 7 g L⁻¹ de agar y el pH se ajustó a 5,7. Las placas con los embriones se mantuvieron selladas con Parafilm® en completa oscuridad en una sala de crecimiento a 24 ±1 °C hasta su germinación. Una vez germinados los embriones, aquellos que presentaron al menos un brote, fueron cambiados a tubos de ensayo de 150 x 30 mm que contenían 15 ml de medio MS.

III. Resultados y Discusión

Producto de la caracterización fenotípica, se identificaron 6 accesiones de *A. pallida* (RHS 56A, RHS 56B, RHS 56C, RHS 65B, RHS 68A y RHS 68C), 5 accesiones de *A. exserens* (RHS 54D, RHS 56C, RHS 70C, RHS 73A y RHS 76B) y 3 accesiones de *A. umbellata* (RHS 56A, RHS 56C y RHS 68C). En total se han realizado 192 cruzamientos entre distintas combinaciones de parentales durante la temporada de verano y otoño de 2019. Trascorridos los 14 días desde la polinización, un 50% de los frutos no presentan un crecimiento considerable y por lo tanto, no fueron fecundados con éxito, lo que se evidencia mediante el corte del fruto en el momento de extracción. No se identifica un patrón definido entre aquellos parentales provenientes de la cordillera, ni tampoco para los híbridos comerciales, por lo que estas pérdidas pueden atribuirse a que no se logró la fecundación de óvulos. Por cada inflorescencia, compuesto en promedio por 3 flores, se extrajeron entre 15 y 20 embriones. Estos embriones han permanecido por un mínimo de 3 meses en condiciones de oscuridad, y, en la medida que fueron germinando se trasladaron a tubos de ensayo. En total se ha logrado obtener 4 nuevos individuos híbridos provenientes de 4 distintas combinaciones de cruzamientos, de los cuales, todos son provenientes de los parentales 13B01 (híbrido) x 65B (accesión *A. pallida*). Este resultado si bien indica la eficacia de la técnica de hibridación acompañada del posterior rescate de embriones, resulta aún en un bajo porcentaje (4%) en comparación con estudios previos en donde se ha llegado a obtener hasta un 25% de embriones germinados provenientes de cruzamientos entre híbridos comerciales de alstroemeria (Aros *et al.*, 2019). Es posible que este bajo porcentaje se deba a que en este trabajo se está utilizando especies nativas y además se están haciendo cruzamientos con polen almacenado en frío. Así, se evidencia que para la obtención de híbridos se debe realizar un gran número de cruzamientos. De este modo, se aumenta la probabilidad de obtención de embriones candidatos a la germinación y así al desarrollo de nuevos híbridos. Se demuestra además que existe compatibilidad entre las especies nativas de la Cordillera de los Andes e híbridos del PMG de Alstroemeria de la Universidad de Chile.

IV. Conclusiones

Las técnicas de mejoramiento genético como los cruzamientos interespecíficos, acompañadas de herramientas para romper las barreras de post fertilización, como el rescate y posterior cultivo de embriones, resultan en su conjunto ser eficaces para la obtención de nuevos individuos de alstroemeria en el caso de los parentales utilizados en este trabajo. Se evidencia, además, de que aquellos cruzamientos provenientes de 65B y 13B01 han sido los únicos que han permitido la obtención de nuevos individuos a la fecha, por lo que se confirma para estas el éxito de la técnica.

Bibliografía

- Aros, D.; Rivas, C.; Toledo, M.; Céspedes, C.; Cortés, C.; Santander, M.A.; Vásquez, M.; Álvarez, N.; Donoso, A. and Prat, M.L. 2016. Chilean native species from the Andes Mountains: an attractive source of germplasm for ornamental plant breeding. *Acta Horticulturae* (ISHS) 1171: 375-380.
- Aros, D.; Suazo, M.; Rivas, C.; Zapata, P.; Úbeda, C. y Bridgen, M. 2019. Molecular and morphological characterization of new interspecific hybrids of alstroemeria originated from *A. caryophylleae* scented lines. *Euphytica* 215(5):93. <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2415-4>
- Bridgen, M. 2001. A nondestructive harvesting technique for the collection of native geophyte plant species. *Herbertia* 56:51–60.
- Bridgen, M.P., Olate, E. and Schiappacasse, F. 2002. Flowering geophytes from Chile. *Acta Horticulturae*. 570:75-80.
- Van Huylenbroeck, J. ed. *Ornamental Crops*. Vol. 11. Springer, 2018.
- De Jeu, M.J. and Jacobsen, E. 1995. Early postfertilization ovule culture in *Alstroemeria* L. and barriers to interspecific hybridization. *Euphytica* 86(1):15-23.
- Hoshino, Y. 2008. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues*. Global Science Books, UK. Vol. 5. pp. 540-547, Chapter 51. ISBN: 978-4-903313-12-2.
- Olate, E.; Ly, D.; Elliott, G. and Bridgen, M.P. 2000. Influence of the timing of propagation and cold storage on the growth and development of *Alstroemeria* pot plants. *Proc Int Plant Propag Soc*. 50:379–391.
- Radice, S. y Marconi, P.L. 1998. Clonación in vitro de diversos cultivares de *Gerbera jamesonii* a partir de capítulos florales. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 103(2): 111-118.
- Smulders, M.J.M. and Arens, P. 2018. New Developments in Molecular Techniques for Breeding in Ornamentals. In: Van Huylenbroeck J. (eds.) *Ornamental Crops. Handbook of Plant Breeding*, Springer, Cham. Vol. 11.
- Wagstaff, C.; Rogers, H.J.; Leverentz, M.K.; Griffiths, G.; Thomas, B.; Chanasut, U. *et al.* 2001. Characterisation of *Alstroemeria* flower vase life. *Acta Horticulturae*. 543: 161-175.

Anexos

Tabla 1. Descripción de los cruzamientos realizados durante la temporada verano-otoño de 2019, mostrando el número de embriones rescatados, germinados y plantas in vitro.

Temporada	Nº cruzamientos	Nº embriones rescatados	Nº embriones germinados	Nº plantas <i>in vitro</i>
Verano	128	64	4	1
Otoño	64	32	0	0
Total	192	96	4	1



Figura 1. Algunos de los híbridos comerciales utilizados como parentales, con su código de descripción.



Figura 2. Tres especies recolectadas desde la alta cordillera de Los Andes, utilizadas como parentales: *A. pallida*, *A. exserens* y *A. umbellata*.

Linea Temática:
Propagación, Domesticación y Técnicas de Establecimiento

23

“Respuesta morfológica y fisiológica temprana en plántulas de *Nothofagus alessandrii* bajo diferentes niveles de sombra en un sitio del secano mediterráneo”

Cabrera-Ariza, A.¹; Espinoza-Meza, S.²; Santelices-Moya, R.² y Silva-Flores, P.¹

¹ Centro de Investigación de Estudios Avanzados – VRIP; Centro del Secano, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule.

² Centro del Secano, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule.

I. Introducción

El cambio climático global es una realidad que se manifiesta fundamentalmente en un aumento de la temperatura y en la alteración del régimen de las precipitaciones (IPCC, 2013) y está claramente afectando a las formaciones boscosas, entre ellas a los bosquetes remanentes de *Nothofagus alessandrii* Espinosa (ruil), cuya superficie de 314 ha (Santelices *et al.* 2012) se vio fuertemente afectada por el megaincendio ocurrido en la región del Maule en el año 2017 (Valencia *et al.*, 2018). El ruil es una de las especies endémicas más amenazadas de Chile central, estando catalogada como una especie en peligro de extinción (Barstow *et al.*, 2017). Para tener éxito en la recuperación de los bosques de esta especie, en la medida de lo posible, hay que proporcionar condiciones favorables para el desarrollo de la planta en campo. En este contexto, una alternativa son los tubos protectores, éstos se han utilizado ampliamente para proteger a las plantas de la herbivoría animal y como complemento al control de malezas. Los tubos protectores también modifican el microclima alrededor de la planta al afectar variables como la humedad del suelo, la temperatura, la intensidad de la luz, la humedad relativa del aire, el déficit de presión de vapor de la atmósfera, la concentración de CO₂ y el viento (Dupraz y Bergez 1999). Bajo ciertas condiciones, la supervivencia de las plantas se puede aumentar mediante el uso de los tubos protectores (Bellot *et al.* 2002, Navarro-Cerrillo *et al.* 2005), como lo ha demostrado Puértolas *et al.* (2010) en climas mediterráneos secos. Sin embargo, también puede haber importantes impactos negativos en el establecimiento de plantas, lo que parece estar relacionado, entre otros factores, con la disponibilidad de luz dentro del tubo. En el caso de ruil, se ha observado una mayor supervivencia en campo en aquellas plantas desarrolladas bajo una menor intensidad de luz (Quiróz *et al.* 2012). Por esta razón, el control del nivel de sombra de las plántulas en su establecimiento puede afectar positivamente la fisiología y el crecimiento de las hojas, facilitando la restauración de la especie.

II. Metodología

En una plantación de ruil en un sitio del secano mediterráneo en la zona de Curepto (coordenadas 35°10'57.82" S 72°05'48.95" O), se evaluó el desarrollo temprano de plántulas de *N. alessandrii*. El ensayo consistió en un diseño al azar simple con tres tratamientos de luminosidad. Los tratamientos fueron los siguientes: pleno sol, tubo protector ventilado y malla Raschel (PAR equivalente a 2000, 300 y 80 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ respectivamente). Un año después del establecimiento se evaluaron los siguientes

parámetros en 10 plántulas por tratamiento (30 plántulas en total): Crecimiento (diámetro de cuello (D), altura (H) e incrementos en ambas variables). Por otro lado, en cada tratamiento se registraron variables de luminosidad (radiación fotosintéticamente activa, PAR por sus siglas en inglés), contenido de humedad y temperatura del suelo a los 10 cm. Para esto se utilizó medidor portátil de fotosíntesis (LICOR 6400 XT), y sensor de humedad y temperatura de suelo (GS3, Decagon). Durante el período de máxima evapotranspiración (i.e., enero 2018) se realizaron mediciones puntuales de intercambio gaseoso y eficiencia del fotosistema II a todas las plantas del ensayo. Con el uso de medidor portátil de fotosíntesis se registró la fotosíntesis saturada (A_{sat} , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), la conductancia estomática (g_s , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), la transpiración (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), y la eficiencia en el uso del agua (WUE_{int}). Para medir la eficiencia del fotosistema II (QY) se utilizó un fluorímetro portátil (FluorPen FP 100), en tanto que el contenido de clorofila (registrado como valor SPAD), se realizó con el uso de medidor portátil (Minolta SPAD 502). Los datos se analizaron con análisis de varianza de una vía (1-way ANOVA) y las comparaciones de medias se realizaron usando el procedimiento Modelo Lineal General-Univariante del programa estadístico SPSS para Windows V.18. Los valores medios que presentaran diferencias significativas fueron comparados con la prueba de Tukey al nivel del 5%.

III. Resultados y Discusión

El tubo protector ventilado y la malla Raschel permitieron un mayor crecimiento de las plántulas en comparación con aquellas expuestas a pleno sol (Figura 1). A su vez, esos mismos tratamientos también permitieron a las plántulas realizar significativamente mayor fotosíntesis, utilizar el agua de forma más eficiente, tener mayor conductancia estomática, transpiración y densidad de clorofila, respecto a las plántulas sin protección a la radiación (Figura 2). A pesar de que ambos tipos de protecciones afectan positivamente la respuesta morfofisiológica temprana de las plántulas de ruil, es importante destacar que en este ensayo aquellas plántulas con tubo protector realizaron significativamente mayor fotosíntesis ($A_{\text{sat}} = 5,4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en comparación al tratamiento con malla Raschel ($A_{\text{sat}} = 3,4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

IV. Conclusiones

La protección de las plántulas con sombra vertical, mediante el uso de malla raschel y tubos protectores, influyó positivamente en la respuesta morfofisiológica temprana de plantas de *N. alessandrii*. Más concretamente, para garantizar el éxito en proyectos de restauración de esta especie en sitios del secano mediterráneo de Chile, se recomienda el uso de tubos protectores con los que se obtendrá un mejor comportamiento morfofisiológico de plántulas de *N. alessandrii*.

Bibliografía

- Barstow, M.; Echeverría, C.; Baldwin, H. y Rivers, M.C. 2017. *Nothofagus alessandrii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T32033A2808995. www.iucnredlist.org/details/32033/0
- Bellot, J.; Ortiz De Urbina, J.M.; Bonet, A. y Sánchez, J.R. 2002. The effect of tree shelters on the growth of *Quercus coccifera* L. seedlings in a semiarid environment. *Forestry* 75: 89–106.
- Dupraz, C. y Bergez, J.E. 1999. Carbon dioxide limitations of the photosynthesis of *Prunus avium* L. seedlings inside an unventilated tree shelters. *Forest Ecology and Management* 119: 89–97.

- IPCC. 2013. Report IPCC (2013) Summary for Policymakers Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. En Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (Eds.) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. Cambridge, RU, 27 p.
- Navarro-Cerrillo, R.M.; Fragueiro, B.; Ceaceros, C.; Del Campo, A. y De Prado, R. 2005. Establishment of *Quercus ilex* L. subsp. *Ballota* [Desf.] Samp. using different weed control strategies in southern Spain. *Ecological Engineering* 25: 332–342.
- Puértolas, J.; Oliet, J.A.; Jacobs, D.F.; Benito, L.F. y Peñuelas, J.L. 2010. Is light the key factor for success of tube shelters in forest restoration plantings under Mediterranean climates? *Forest Ecology and Management* 260: 610–617.
- Quiróz, I.; Hernández, J.; Pincheira, M.; Rubilar, R.; Acevedo, M.; Cartes, E.; González, M. y Soto, H. 2012. Valoración de prácticas silviculturales para la regeneración de bosques de preservación de Ruil. Informe Final proyecto 017/2012. Fondo Investigación del Bosque Nativo.
- Santelices, R.; Drake, F.; Mena, C.; Órdenes, R. y Navarro-Cerrillo, R.M. 2012. Current and potential distribution areas for *Nothofagus alessandrii*, an endangered tree species from central Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* 39: 521-531.
- Valencia, D.; Saavedra, J.; Brull, J. y Santelices, R. 2018. Severidad del daño causado por los incendios forestales en los bosques remanentes de *Nothofagus alessandrii* Espinosa en la región del Maule de Chile. *Gayana Botánica* 71 (1): 531-534.

Anexos

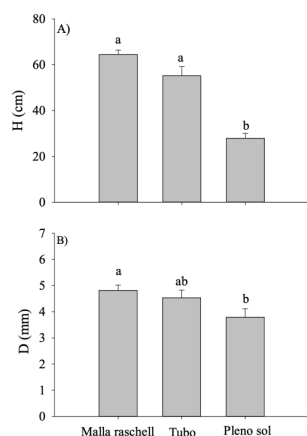


Figura 1. Efecto de los tratamientos de luminosidad sobre el crecimiento en altura (A) y diámetro (B) en plántulas de *Nothofagus alessandrii* establecidas en campo. Letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos de sombra al 5%.

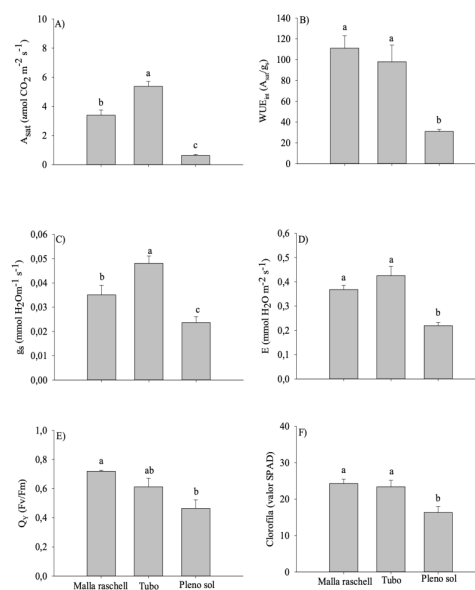


Figura 2. Efecto de los tratamientos de luminosidad sobre la fotosíntesis saturada (A), eficiencia en el uso del agua (B), conductancia estomática (C), transpiración (D), eficiencia del fotosistema II (E), y contenido de clorofila (F) en plántulas de *N. alessandrii* establecidas en campo. Letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos de sombra al 5%.

“*Colliguaja odorifera*: análisis de frutos y semillas, y de germinación”

Cabello, A.¹; Gallegos, M.¹ y Smith, N.¹

Jardín Botánico Chagual

I. Introducción

C. odorifera Molina “colliguay” (Euphorbiaceae), arbusto perenne, de 1-1,5 m de alto, endémico de Chile (Navas, 2001); se distribuye entre las regiones de Antofagasta hasta la del Bio Bio, desde el nivel del mar hasta 1300 m de altitud (Rodríguez *et al.*, 2018). Muy abundante en las provincias centrales de Chile, en sitios pedregosos (Navas, 2001). En la Reserva Nacional Río Clarillo, comuna de Pirque, Región Metropolitana, crece en las laderas de exposición ecuatorial donde es una especie dominante (Niemeyer *et al.*, 2002). En la Región de Valparaíso, en la cordillera El Melón y en el cerro Tabaco, constituye una especie frecuente que habita en las laderas entre los 600 y 1.675 m de altitud (Flores-Toro y Amigo, 2013).

Con la promulgación de la Ley N° 20.283, Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, se establece que “la corta o explotación de bosque nativo, obliga a reforestar o regenerar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada, en las condiciones contempladas en el plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal” (CONAF, 2009). Sin embargo, para muchas especies nativas, particularmente las arbustivas, geófitas, suculentas y herbáceas, no existen antecedentes escritos sobre la propagación de ellas, etapa previa a cualquier plantación ya sea de compensación o de restauración.

Dada la alta presencia de *C. odorifera* en distintas formaciones de la zona central se estimó de interés determinar algunos antecedentes necesarios para propagar esta especie, tales como la cantidad de semillas a recolectar y el efecto de la temperatura de cultivo sobre la germinación.

II. Metodología

Material. A fines del mes de diciembre, se colectaron frutos maduros de 15 ejemplares silvestres de *C. odorifera*, en el Parque Metropolitano (Región Metropolitana), en la ladera del cerro sobre el Vivero Leliantú, y se realizaron análisis en el laboratorio del Jardín Botánico Chagual.

Análisis de frutos y semillas. Se determinó el número de frutos/kg (NFK) mediante 4 muestras de 100 frutos cerrados; los gramos de semillas/kg y el número de semillas por fruto. Además, en cada muestra, se determinó el porcentaje de frutos según el número de lóculos y de semillas contenidas. Con 4 muestras de 100 semillas puras se determinó el número de semillas/kg (NSK) y con muestras de 10 semillas, con dos repeticiones, se determinó el contenido de humedad (CH) de semillas sometidas a remojo en agua durante 0 a 24 h, y la viabilidad (V).

Efecto de la temperatura sobre la germinación. En forma simultánea, se sometieron semillas sin tratar a temperaturas de 10, 15, 20°C, sin luz. En cada temperatura se dispusieron tres placas Petri con 25 semillas c/u, en sustrato arena. La germinación se controló durante 30 días y se determinó la Capacidad Germinativa (CG) y la velocidad de germinación mediante el Valor Máximo (VM) (Czabator, 1968), la Energía Germinativa (EG) y el Periodo de Energía (PE). Las dos primeras variables fueron sometidas a un análisis de varianza, previa transformación de Bliss, y luego a un Test de Tuckey.

III. Resultados y Discusión

Análisis de frutos y semillas. El análisis de 4 muestras de 100 frutos arrojó los siguientes resultados promedios: NFK 653,2; 278,44 g de semillas/kg de frutos; 2,56 semillas/fruto. De acuerdo al número de lóculos por frutos, el 2,25% correspondieron a cuadrícocos, 97,25% a tricocos y 0,50% a bicocos. Los cuadrícocos aportaron 7,5 semillas, los tricocos 247 y los bicocos 1 semilla. Al analizar los frutos sin considerar el número de lóculos, el N° sem/fruto fue: 4 semillas 1,5%; 3 semillas 63,5%; 2 semillas 26,25%; 1 semilla 6,5% y 0 semilla 2,25%. Sólo el 2,31% de los tricocos no contenían semillas, y el 100% de los bicocos contenían 2 semillas. El CH de las semillas testigo fue 6,1% y al remojarlas en agua el CH se elevó paulatinamente hasta alcanzar 33,04% luego de 12 h y 35,04% al término de 24 h. El NSK determinado fue 8.740 y el 90,33% de las semillas eran viables.

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos, o cercanos, a los determinados por el JBCH en otros lotes analizados, NFK 926 a 1.192; N° sem/fruto 1,33 a 292; CH 6,24 a 8,59%; NSK 8.530 a 21.377; V 61,6 a 80% o por Acuña (2001), NSK 7.609 a 23.952; CH 7 a 11%; V 50 a 82%.

Efecto de la temperatura sobre la germinación. Las CG variaron entre 8,0 y 82,7% y los VM entre 0,26 y 4,3. La temperatura óptima, que difirió significativamente de las dos restantes, fue 15°C (CG 82,67%; VM 4,3; EG 57,33% y PE 13,67 días). A su vez los valores obtenidos a 10°C fueron significativamente superiores a los de 20°C. Dentro del rango de CG obtenido en este ensayo se encuentran los determinados por Donoso y Cabello (1978) y Cabello (1990) CG 50% y los rangos informados por Acuña (2001), CG entre 50 y 82%.

IV. Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten determinar la cantidad de frutos y semillas a coleccionar para obtener una cantidad dada de plantas de *C. odorifera* en vivero y la temperatura óptima de cultivo determinada, 15°C, indica que la siembra debiera realizarse entre agosto y septiembre.

Bibliografía

- Acuña, M. 2001. Formulación de un protocolo de trabajo para el análisis de semillas de especies leñosas nativas. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Santiago. 87 p.
- Cabello, A. 1990. Propagación de especies pertenecientes a los bosques esclerófilos y espinosos de la Zona Central de Chile. En: Apuntes Docentes N° 3, Opciones silviculturales de los bosques esclerófilos y espinosos de la Zona Central de Chile. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pp. 56-74.
- CONAF. 2009. Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal y Reglamentos. Ministerio de Agricultura – Corporación Nacional Forestal. 91 p.
- Czabator, F.J. 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8(41):386-396.
- Donoso, C. y Cabello, A. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de las especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales*, 1(2): 31-41.
- Flores-Toro, L. & Amigo, J. 2013. Flora autóctona de la cordillera El Melón y del cerro Tabaco, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, Región de Valparaíso, Chile. *Chloris Chilensis*, Año 16. N°1. [URL://www.chlorischile.cl](http://www.chlorischile.cl) (accedido en julio, 2018).

- Navas, L.E. 2001. Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. Tomo II Dicotyledoneae-Archichlamydeae. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/navasl02/03/euphorbiaceae.html.
- Niemeyer, H.; Bustamante, R.; Simonetti, J.; Teillier, S.; Fuentes-Contreras, E. & Mella, J. 2002. Historia natural de la Reserva Nacional Río Clarillo: un espacio para aprender ecología. Impresos Socías, Santiago, Chile. 315 p.
- Rodríguez, R; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.L.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, E.; Sánchez, P. & Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.

25

“Regeneración natural de *Nothofagus glauca* bajo diferentes cortas de regeneración”

Santelices, R.¹; Cabrera, A.¹; Espinoza, S.¹; Promis, A.²; Ávila, F.¹ y Silva, P.¹

¹ Universidad Católica del Maule. Talca.

² Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.

I. Introducción

Nothofagus glauca (Phi.) Krasser (roble maulino o hualo) es una especie arbórea endémica y característica de la zona mediterránea de Chile, clasificada como vulnerable a la extinción (Baldwin *et al.*, 2018). Además, es la especie dominante del sistema conocido como Bosque Maulino, un patrimonio natural, social, cultural y económico de la Región del Maule que ha estado sujeto a fuertes disturbios, principalmente por la sustitución del bosque natural por plantaciones con especies exóticas de rápido crecimiento (Donoso, 1993) y también por incendios forestales (Litton y Santelices, 2002). Como resultado de esta presión antropogénica, la superficie boscosa que ocupa esta especie se ha reducido fuertemente, estimándose que entre los años 1975 y 2013 su extensión ha disminuido de 900.000 ha a 145.000 ha (Urzúa, 1975; Santelices *et al.*, 2013). A pesar de todo esto, aún no existe suficiente información que permita diseñar estrategias orientadas a un manejo sustentable de este recurso (Fajardo y Alaback, 2005). En este contexto, y considerando además la amenaza del cambio climático global para los bosques, especialmente por el aumento de las temperaturas y de los periodos de sequía (IPCC, 2013), es necesario generar o actualizar conocimiento básico que permita orientar estas estrategias para el manejo sustentable de este recurso. Existe un marco legal que debe regular, entre otros aspectos, la regeneración natural de los bosques nativos (Ley N° 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal), entre ellos los de *N. glauca*. No obstante, todavía no se ha demostrado que los tratamientos silviculturales sean efectivos, siendo aún poco conocidos algunos factores básicos como son el efecto de la sombra sobre el establecimiento de la regeneración o de los periodos de producción de semillas y su calidad. Por ello, el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes cortas de regeneración en el establecimiento de la regeneración en bosques de *N. glauca* en la Cordillera de los Andes del Maule.

II. Desarrollo del Trabajo

La investigación se llevó a cabo en dos bosques dominados por *N. glauca* (predios “El Picazo” de la Universidad de Talca y “Cordillera” de la Universidad Católica del Maule). En cada bosque se estableció un ensayo, evaluando el efecto de tres métodos para la regeneración natural: tala rasa, corta de protección y método del árbol semillero. El diseño experimental empleado para cada sitio fue completamente al azar, considerando como unidad experimental una parcela de 1500 m² por tratamiento. Después de transcurrido un período de crecimiento se comenzó a evaluar la regeneración. Para esto, en cada una de las unidades experimentales se instalaron 3 parcelas de muestreo de 1 m² (100 cm x 100 cm), en las que se midió anualmente la densidad de plantas. Con el fin de cuantificar la producción de semillas se instaló una trampa de captura de 1 m² distribuida al azar en cada unidad experimental. Periódicamente se colectaron las semillas durante todo el período de diseminación. Además, en cada parcela de muestreo se tomó una fotografía hemisférica, las que se analizaron siguiendo el protocolo establecido por Promis *et al.* (2011).

III. Resultados

Desde que comenzó la investigación (diciembre 2015), hasta la fecha sólo ha habido producción de semillas en el predio Cordillera y en una sola temporada (temporada 2016-2017) (Cuadro 1). Esto confirma el rasgo de variación anual en la producción de semillas (vecería) de *N. glauca*, habiendo transcurrido al menos 4 temporadas sin producir semillas. Es probable que los irregulares niveles de temperatura en el predio El Picazo estén afectando el proceso de floración, fructificación y producción de semillas. Es sabido que temperaturas excesivamente altas pueden provocar la interrupción de cualquiera de estas tres fases. En el predio Cordillera se produjo en todos los tratamientos una abundante producción de semillas, aunque en las temporadas posteriores ésta ha sido nula. En la tala rasa se observó la menor producción de semillas, aunque por el contrario correspondió a la mayor tasa de establecimiento del repoblado (un 44% de las semillas se transformó en plántulas). Es evidente que la regeneración es mucho menor que la cantidad de semilla caída y esto puede ser debido a múltiples factores. No obstante, es necesario señalar que la regeneración se estableció sólo en lugares puntuales y los valores promedio aquí reportados corresponden sólo a aquellos sectores en donde hubo presencia de ésta. Así, y con el fin de que el repoblado sea uniforme en toda la superficie, debiera realizarse una plantación complementaria, lo que hace que la regeneración natural deje de ser atractiva. El bosque donde hubo regeneración (El Colorado), antes de la intervención presentaba en promedio un 23,8% de abertura de dosel y un índice de área foliar (IAF) de 1,4. Después de realizar las intervenciones, con todas las cortas se modificó significativamente la cobertura del dosel, siendo lógicamente la tala rasa y el árbol semillero en las que se extrae mayor cobertura arbórea de dosel (la abertura de dosel aumenta desde 2,8 a 3,3 veces). El IAF también se vio disminuido significativamente después de las cortas. En la corta de protección la modificación fue más leve (50,8% disminución del IAF), en cambio en la tala rasa disminuye hasta en un 90,2%.

IV. Conclusiones

Nothofagus glauca es una especie vecera, pudiendo pasar hasta 4 años sin que se produzcan semillas. En una temporada de abundante semillación también hay un establecimiento abundante del repoblado, aunque en forma heterogénea y sólo en lugares puntuales. Las cortas de regeneración más

agresivas modifican significativamente la cobertura del dosel y el índice de área foliar. No obstante, con la correspondiente al árbol semillero se obtuvo la mayor regeneración absoluta.

Bibliografía

- Baldwin, H.; Barstow, M. y Rivers, M. 2018. The red list of *Nothofagus*. Botanic Gardens Conservation International. Richmond, UK. 33 p.
- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 484 p.
- Fajardo, A. y Alaback, P. 2005. Effects of natural and human disturbances on the dynamics and spatial structure of *Nothofagus glauca* in south-central Chile. *Journal of Biogeography* 32: 1811-1825.
- IPCC. 2013. Report IPCC (2013) Summary for Policymakers Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. En: Stocker, T.F., et al. (eds.). Climate change 2013: the physical science basis. Cambridge University Press. Cambridge. p. 27.
- Litton, C.M. y Santelices, R. 2002. Early post-fire succession in a *Nothofagus glauca* forest in the Coastal Cordillera of south-central Chile. *International Journal of Wildland Fire* 11:115-125.
- Promis, A.; Gärtner, S.; Butler-Manning, D.; Durán-Rangel, C.; Reif, A.; Cruz, G. y Hernández, L. 2011. Comparison of four different programs for the analysis of hemispherical photographs using parameters of canopy structure and solar radiation transmittance. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 11: 19-33.
- Santelices, R.; Donoso, C. y Cabello, A. 2013. *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser, Hualo, Roble maulino, Roble colorado (Maule). Familia: *Nothofagaceae*. En: Donoso, C. (ed.). Las Especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina: Autoecología. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. p. 433-442.
- Urzúa, A. 1975. Cambio de estructura en el bosque de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 38 p.

Anexos

Cuadro 1. Efecto de diferentes cortas de regeneración sobre el establecimiento del repoblado de *Nothofagus glauca*.

Corta de regeneración	Semillas diseminadas (Nº semillas ha ⁻¹)	Regeneración establecida (Plántulas ha ⁻¹)	Abertura Dosel (%)	Índice de área foliar
Tala rasa	180.000	80.000	78,6	0,14
Árbol semillero	1.070.000	236.667	66,8	0,28
Corta protección	1.270.000	166.667	50,5	0,58

“Estandarización de protocolo para micropropagar vía cultivo *in vitro* individuos productores de fruto de *Luma apiculata*”

Reyes, S.; Hernández, M.; Sánchez-Olate, M.; Sáez, P.; Crisóstomo, K. y Ríos, D.

Laboratorio Cultivo de Tejidos Vegetales, Centro de Biotecnología y Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción.

I. Introducción

Luma apiculata (DC.) Burret, conocida comúnmente como Arrayán, es una especie siempre verde perteneciente a la familia Myrtaceae (Donoso 2005), endémica de Sudamérica (García y Ormazabal 2008). Es una especie higrófila y su distribución geográfica se extiende en Chile desde Valparaíso hasta Puerto Aysén, y en Argentina está presente en Neuquén, Río Negro y Chubut (Alvarado *et al.* 2013). *L. apiculata* varía desde arbustos hasta árboles, con una morfología polifustal de troncos retorcidos que alcanzan 25 metros de altura, y su fruto es una baya comestible de color negro-violácea en su madurez (García y Ormazabal 2008). Simirgiotis *et al.* (2013) describieron el patrón fenológico de *L. apiculata* presente en hojas y fruto, y determinaron que estos órganos presentan una alta capacidad antioxidante (Coronado *et al.* 2015). Actualmente no hay información acerca de los métodos de propagación mediante cultivo de tejidos, siendo que la micropropagación podría convertirse en una vía excelente para poder incrementar el número de individuos de esta especie. El objetivo principal de esta investigación es el estudio y establecimiento de un protocolo que permitiera la propagación *in vitro* de plantas de *L. apiculata*.

II. Metodología

El material utilizado como fuente de explantes corresponden a ramas de individuos adultos en producción frutal de *Luma apiculata* que fueron colectadas en el campus de la Universidad de Concepción (36° 49' 57.6" Sur y 73° 02' 02.6" W), a las cuales se les eliminaron las hojas. Posteriormente se procedió a limpiar el material vegetal bajo agua corriente. Luego se transfirieron a una solución fungicida Captan 1 g/L y Benomil 1 g/L por 90 minutos, para un posterior enjuague con agua destilada. La asepsia superficial de los segmentos nodales se logró bajo cámara de flujo laminar, con una solución de cloro comercial (10% p/v de cloro activo) al 25% (v/v) más una gota de surfactante. Posterior a un lavado en agua destilada estéril se sumergió en alcohol 70% (v/v). Finalmente se realizaron cinco lavados consecutivos en agua destilada estéril. Posteriormente los explantes fueron secados en papel estéril, para su posterior incubación *in vitro* en frascos de vidrios conteniendo medio basal MS suplementado con 15 g/L sacarosa, 7g/L de agar, pH ajustado a 5.7 y Vitrofur. Los cultivos fueron traspasados a una cámara de crecimiento a 25 ±2°C, bajo un fotoperíodo 16/8 h. La etapa de establecimiento se efectuó en el medio ya mencionado suplementado con fitohormonas en 3 tratamientos, con un número de 20 repeticiones, T1 (BAP 1 mg/L), T2 (BAP 2 mg/L) y T3 (BAP 1 y AIA 0,2 mg/L), más un T0 (sin hormonas). Se evaluaron los brotes por explante, longitud de brote y número de hojas por brote. El diseño experimental fue completamente al azar con 20 repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con ANOVA y test de Tukey ($p \leq 0,05$). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software InfoStat/L (FCAUNC, Argentina) y las representaciones gráficas se realizaron utilizando el software SigmaPlot Versión 10.0 (SPSS; Chicago, IL, USA).

III. Resultados y Discusión

En la etapa de establecimiento del cultivo no se encontraron diferencias entre tratamientos, ya que todos presentaron una alta tasa de contaminación (50%), en donde la **desinfección superficial** fue una limitante para la obtención de material aséptico libre de patógenos, lo cual coincide con el trabajo de Villalobos *et al.* (1999) en donde se atribuye que el uso de **hipoclorito** no resulta favorable para la correcta asepsia del material a utilizar, a su vez, se asocia a la actividad de agentes fúngicos como bacterianos, que se encuentran de forma endógena en los explantes extraídos (Pierik 1990). En la etapa de proliferación, a partir de la combinación hormonal de citoquinina y auxina que corresponde al T3 (BAP/AIA 1/0,2 mg/L) se obtuvieron resultados positivos en el promedio de número de brotes y número de hojas por brote, con respecto al T1 y T2 en donde sólo se le adicionó **citoquinina** al medio de cultivo. Estos resultados fueron similares con los resultados obtenidos por Pérez de Corcho y Gradaille (2011) en donde los tratamientos que contenían solamente la adición de **BAP**, disminuían el coeficiente de multiplicación en los segmentos.

Cuando al medio de cultivo se le adiciono 1 mg/L BAP/ 0,2 mg/L de AIA se obtuvo mayor número de brotes y de hojas que están interrelacionados entre sí (tabla 1), esto coincide con los resultados obtenidos por Uribe y Cifuentes (2004), en donde una combinación hormonal **AIB/BAP** obtuvieron mejores resultados en segmentos de *Legrandia concinna*.

IV. Conclusiones

La principal limitante en el establecimiento de los segmentos nodales, corresponde a la presencia de contaminación endógena de origen fúngica.

Es posible realizar multiplicación *in vitro* de *Luma apiculata* a partir del presente protocolo desarrollado para segmentos nodales, en un medio de cultivo MS suplementado con una combinación hormonal 1 mg/L BAP/ 0,2 mg/L AIA

Bibliografía

- Alvarado, A.; Baldini, A. y Guajardo, F. 2013. Árboles urbanos de Chile: programa de arborización: un chileno, un árbol: guía de reconocimiento. 2 ed. Corporación Nacional Forestal, Gerencia Forestal, Departamento de Arborización. 220 - 227.
- Coronado, M.; Vega, S.; León, Y.; Gutiérrez, L.; Vazquez, M. y Radilla, C. 2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Revista Chilena de Nutricion 42(2): 206-212.
- Donoso, C. 2005. Arboles nativos de Chile: guía de reconocimiento. M. Cuneo.
- García, N., y Ormazabal, C. 2008. Arboles Nativos de Chile. 962-196.
- Pérez de Corcho, M.J., y Gradaille, M.D. 2011. *In vitro* propagation of *Callistemon speciosus* L. Revista de la Facultad de Agronomía 28(2): 157-173.
- Pierik, R. 1990. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. Mundi-Prensa: 326.
- Simirgiotis, M.J.; Borquez, J. y Schmeda-Hirschmann, G. 2013. Antioxidant capacity, polyphenolic content and tandem HPLC-DAD-ESI/MS profiling of phenolic compounds from the South American berries *Luma apiculata* and *L. chequen*. Food Chem 139(1-4): 289-99.
- Uribe, M. y Cifuentes, L. 2004. Aplicación de técnicas de cultivo *in vitro* en la propagación de *Legrandia concinna*. Bosque (Valdivia) 25: 129-135.

Villalobos, R.; León, S. y Urdenata, A. 1999. Evaluación de desinfectantes superficiales en el establecimiento in vitro de *Psidium guajava* L. y *Psidium friedrichsthalianum* (Berg) Nierdz Rev. Fac Agron (Luz) 16: 243-255.

Anexos

Tabla 1. Evaluaciones de contaminación, número de brote, largo de brote y número de hojas por brote, de segmentos nodales de *Luma apiculata*, en distintos tratamientos hormonales evaluados.

Tratamiento	Contaminación (%)	Promedio largo brote (cm)	Promedio número de brotes (cm)	Promedio número de hojas por brote
Control (0)	52	0,70 ± 0,3 a	1,4 ± 0,20 a	2,10 ± 0,08 a
BAP 1 mg/L	62	0,75 ± 0,3 a	1,8 ± 0,19 a	2,38 ± 0,09 a
BAP 2 mg/L	52	0,78 ± 0,3 a	1,8 ± 0,18 a	2,48 ± 0,07 a
BAP 1 mg/L / AIA 0.2 mg/L	57	0,80 ± 0,3 a	3,0 ± 0,22 b	4,10 ± 0,06 b

*Medias ± desviación estándar. Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p > 0,05$), para cada tratamiento.

27

“Nuevo método de propagación vegetativa *in situ* para *Baccharis linearis* (E. Et P.) Pers.”

De la Fuente, L.M.¹; Díaz, M.J.²; Báez, J.² y Ginocchio, R.^{1,2}

¹ Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES UC), Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

I. Introducción

El romerillo, *Baccharis linearis* (R. et P.) Pers., es un arbusto nativo del matorral esclerófilo de Chile central. Es una especie pionera, que crece en forma espontánea en sitios degradados, como depósitos de relaves mineros (Ginocchio *et al.*, 2008) y taludes viales (Doll *et al.*, 2013). Por ello es considerada una especie adecuada para la rehabilitación y remediación ambiental. El desafío en este tipo de programas es cubrir grandes superficies, en corto plazo y a bajo costo. Una alternativa innovadora de propagación vegetativa al momento de la plantación de esta especie sería el acodo compuesto. Esta técnica consiste en provocar la formación de raíces adventicias en varios puntos de un tallo que se entierra en el sustrato y sigue adherido a la planta madre, con la finalidad de obtener nuevas plantas (Hartmann y Kester, 1988). Esto favorecería la expansión horizontal de los arbustos, pudiendo alcanzar mayores coberturas de superficies en menos tiempo (Meilleur *et al.*, 1997). Las nuevas plantas mejorarían la sobrevivencia, al estar unidas a la planta madre, ya que seguirían recibiendo fotosintatos y nutrientes. Al aumentar su cobertura se potenciaría el efecto nodriza y se controlarían más rápidamente los procesos erosivos. El objetivo del estudio fue evaluar bajo condiciones controladas de invernadero este nuevo método de propagación vegetativa *in situ* mediante acodo compuesto en romerillo, evaluando las respuestas a corto plazo, tanto de prendimiento de los acodos, como de cobertura del sustrato.

II. Metodología

El ensayo se efectuó en el invernadero del Laboratorio de Restauración, Suelos y Metales (RESUME) de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal (PUC), Región Metropolitana. Se utilizaron plantas madres de *Baccharis linearis* de una temporada de crecimiento, adquiridas en el Vivero Pumahuida. Para el acodado, durante mayo, se escogió una rama de cada planta madre y se dispuso cada una en una maceta rectangular. A la rama se le realizó una herida con bisturí en tres zonas (apical, central y basal), con el fin de promover el enraizamiento. Los sustratos utilizados fueron: relave (pH 4.82; conductividad eléctrica 0,32 dS/m), mezcla (50% relave/50% compost) y un sustrato estándar (compost, arena y suelo). A la mitad de las plantas se les aplicó enraizante comercial en polvo (1500 ppm AIB) en las heridas del acodado. El diseño experimental quedó compuesto por dos factores: sustrato (3 niveles) y enraizante (2 niveles, con y sin enraizante). Para cada tratamiento se hicieron 4 réplicas. El ensayo se realizó bajo condiciones ambientales controladas (22° C y 12 horas luz diarias). Al cabo de 35 días, se evaluó el número de raíces, la longitud radical y la biomasa radical generada. Se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis. Posterior a este ensayo, se midió el porcentaje de cobertura vegetal del acodo en el área de la maceta, y de la planta madre, en un área circular al contenedor. Para ello se utilizó una grilla y se fotografiaron las plantas al inicio y al término del ensayo.

III. Resultados y Discusión

Tanto la biomasa seca como la longitud radical fueron significativamente mayores en el sustrato estándar y mezcla 50% compost (Figura 1). Esto debido al componente orgánico, que entrega nutrientes y mejora, en el caso del compost, la textura del relave. En el número de raíces no hubo diferencias entre el relave con enraizante y los tratamientos suelo estándar y mezcla 50% compost, sin enraizante (Figura 1). Por lo tanto, el enraizante mejora el enraizamiento en condiciones limitantes, como es el relave, igualando el resultado de enraizamiento de los tratamientos más orgánicos (suelo estándar y mezcla 50% compost) sin enraizante comercial. En el único sustrato donde se observan diferencias significativas entre aplicar o no enraizante es en la mezcla 50% compost, donde el enraizante genera significativamente más biomasa seca y número de raíces (Figura 1). Los resultados de cobertura vegetal indican que la planta madre tiene un 42% al término del ensayo, mientras que el acodo en la mezcla 50% compost tiene entre un 28% y un 32% con y sin enraizante, respectivamente. Por lo tanto, al realizar el acodado se aumenta la cobertura vegetal en un 30%.

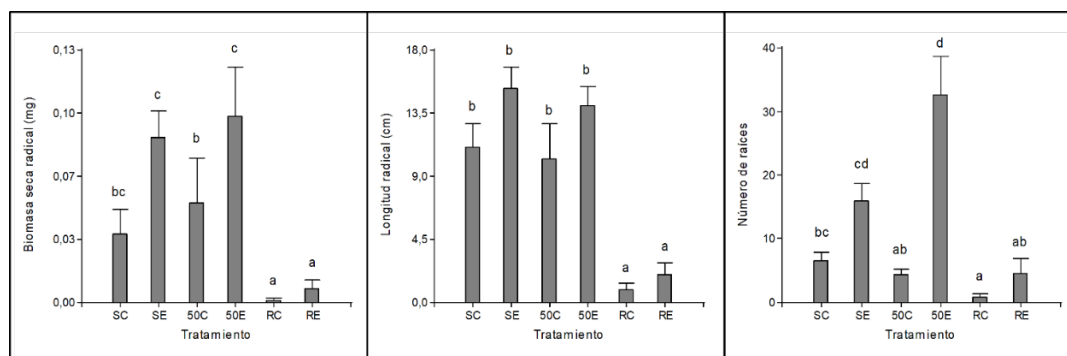


Figura 1. Biomasa seca, longitud y número de raíces al término del ensayo. S, suelo estándar; 50, 50/50 relave/compost; R, relave; C, sin enraizante; E, con enraizante.

IV. Conclusiones

El método de acodo compuesto en *B. linearis* es exitoso en condiciones de invernadero, ya que todos los tratamientos lograron enraizar. Su aplicación efectiva para aumentar la cobertura vegetal en relaves mineros requeriría incorporar enmienda orgánica. En ese caso la aplicación de enraizante en las heridas de la rama no sería necesaria para generar raíces, pero si para mejorar la biomasa radical. A futuro se debe evaluar el método en condiciones de terreno.

Bibliografía

- Ginocchio, R.; Bustamante, E.; Silva, Y.; De la Fuente, L.M.; Cuevas, J.; Jiménez, I.; León-Lobos, P.; Gazitúa, C. y González, B. 2008. The Potential of *Baccharis linearis* (R. et P.) Pers. For Phytostabilization of Abandoned Copper Mine Tailings Storage Facilities (TSF) Under Semiarid Mediterranean Climate Type Conditions. Chihuahua, Mexico: 10th International Conference on Biogeochemistry of Trace Elements.
- Doll, U.; Fredes, M. y Soto, C. 2013. Efecto de distintos tratamientos pregerminativos sobre la germinación de seis especies nativas de la región mediterránea de Chile. IDESIA (Chile) 31(3): 71-76.
- Hartmann, H. y Kester, D. 1988. Propagación de plantas: principios y prácticas. 2ªed. Mexico: Compañía Editorial Continental S.A.
- Meilleur, A.; Véronneau, H. y Bouchard, A. 1997. Shrub Propagation Techniques for Biological Control of Invading Tree Species. Environmental Management, 21(3): 433-442.

28

“Caracterización de la industria de viveros ornamentales y producción de especies nativas en Chile”

Fuentes, G.; Madrazo, A. y Steinfors, U.

Facultad de Agronomía e Ing. Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

I. Introducción

En la actualidad, el uso de flora nativa como plantas ornamentales, en especial de especies como Quillay (*Quillaja saponaria*), Peumo (*Cryptocarya alba*) y Arrayán (*Luma apiculata*) ha ido en aumento al igual que su producción en viveros ornamentales. Esto es debido a los nuevos gustos y conciencia ambiental que se ha generado en los consumidores, como también a las adaptaciones edafoclimáticas de las especies, lo que les permite crecer en condiciones ambientales exigentes (Montenegro, 2000; De la fuente, 2007). A pesar de esto, la información sobre los viveros que producen especies nativas a nivel nacional es escasa, aun cuando el SAG mantiene una Nómina con el registro de viveros y depósitos de plantas existentes, cumpliendo con el marco normativo del Decreto de ley de Protección Agrícola N°3.557 de 1980, el cual establece que “*Toda persona que tenga la intención de propagar plantas; en forma tradicional o mediante multiplicación in vitro [...]; ya sea para autoconsumo o para comercialización debe solicitar la inscripción en la oficina del SAG correspondiente*” (ODEPA, 2015; ODEPA, 2014, SAG; s.f). Debido a lo anterior, el objetivo de este estudio es caracterizar la industria de viveros en base a la

Nómina del SAG, que declaran producir flora nativa como ornamentales, de acuerdo al número de viveros, distribución de éstos por regiones a lo largo del país, su superficie productiva por región y la oferta de especies producidas. A futuro, el tener datos más concretos del rubro da la posibilidad de educar tanto a productores como a clientes en la diversidad de flora existente en nuestro país y así ampliar la producción y diversidad a especies con otros hábitos de crecimiento.

II. Metodología

Para este estudio se consideró a un vivero como “un lugar o conjunto de instalaciones en el cual se multiplican o reproducen plantas para plantar, ya sea mediante métodos tradicionales o por micropropagación, para después de criadas ser trasplantadas a su lugar definitivo”, de acuerdo con la Resolución N° 981 de 2011 (modificada por la Resolución N° 8.908 de 2014), que establece normas para viveros. Para determinar el número de viveros, la distribución de éstos por región a lo largo del país, la superficie productiva y la oferta de especies producidas se utilizó la Nómina de viveros inscritos en el SAG a diciembre de 2018, la cual fue actualizada en julio de 2019 (SAG, 2019). En la Nómina de diciembre de 2018 se registran los siguientes datos para cada uno de los viveros inscritos: ubicación, descripción de la producción, antecedentes del propietario, antecedentes del vivero y datos de contacto. La superficie total destinada a viveros ornamentales se estimó considerando solo los viveros donde reportaban un valor de superficie, debido a que alguno de éstos no contaban con la información (s/i). Para determinar las especies nativas más producidas en viveros ornamentales se usó la frecuencia relativa (n_i) de aparición de estas especies en las respuestas a las categorías de “nombre especie principal 1, 2 y 3” de la Nómina de viveros inscritos en el SAG, comparando aquellas especies producidas por viveros con fines exclusivamente ornamentales y aquellos que declaran producir especies con fines ornamentales y otros.

III. Resultados y Discusión

Conforme a la Nómina de viveros inscritos en el SAG, existen 3.082 viveros en Chile de los cuales el 58,1% (1.790) declaran ser viveros con fines ornamentales y representan una superficie total de 1.637 ha. Un 18,9% (340) de estos viveros declara incluir en su producción especies de flora nativa, que conforman una superficie total de 366,8 ha (Cuadro 1). Esto quiere decir que solo el 11% del total de viveros nacionales producen flora nativa. Este tipo de vivero se distribuye principalmente en la zona centro y sur del país, de los cuales 81 viveros se encuentran en la región Metropolitana, 45 en la región de La Araucanía y 44 en la región de Valparaíso. En cuanto a superficie destinada a la producción, la región del Bio Bío se encuentra en primer lugar, con 113,4 ha, seguida por la región de Ñuble con 60,6 ha y la región Metropolitana con 60,5 ha (Cuadro 1). Las especies nativas más importantes para los viveros que “producen con fines ornamentales y otros” son: Quillay (*Quillaja saponaria*), Coihue (*Nothofagus dombeyi*) y Peumo (*Cryptocarya alba*) (Figura 1). Para los viveros que producen con fines “sólo ornamentales”, las especies más importantes son: Copihue (*Lapageria rosea*), Quillay y Arrayán (*Luma apiculata*) (Figura 1). En ambos casos ocho de las diez especies con mayor frecuencia de aparición son arbóreas, lo que coincide con la literatura, en donde se recomienda la producción y uso de este tipo de especies por su bajo requerimiento hídrico, su carácter siempreverde y/o su atractivo visual (Montenegro, 2000). Finalmente, la categoría “Nativas no especificadas” fue una de las respuestas más frecuentes en ambos casos, con una frecuencia de 61 y 12, respectivamente.

IV. Conclusiones

A pesar de que a nivel nacional el porcentaje de viveros ornamentales que producen flora nativa es bajo, hace falta una base de datos más completa y específica para poder dimensionar realmente este rubro, pues actualmente, tanto la superficie como las especies producidas tienen datos incompletos o no específicos.

Bibliografía

- Montenegro, G. (2000) *Chile: nuestra flora útil*. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- De la fuente, M. (2007) *Evaluación de la viabilidad económica y comercial de la flora nativa de la zona central para uso ornamental* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Oficina de estudios y políticas agrarias (2014). *Una mirada al sector de viveros en Chile*. Santiago, Chile: ODEPA. 9p. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Viveros2014.pdf>
- Oficina de estudios y políticas agrarias. (2015). *Evolución de los frutales. Parte I: viveros*. Santiago, Chile: ODEPA. 7p. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/Viveros2015.pdf>
- Servicio Agrícola y Ganadero. (s.f) *Viveros y depósitos de plantas*. Santiago, Chile: SAG. Recuperado de <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/viveros-y-depositos-de-plantas>

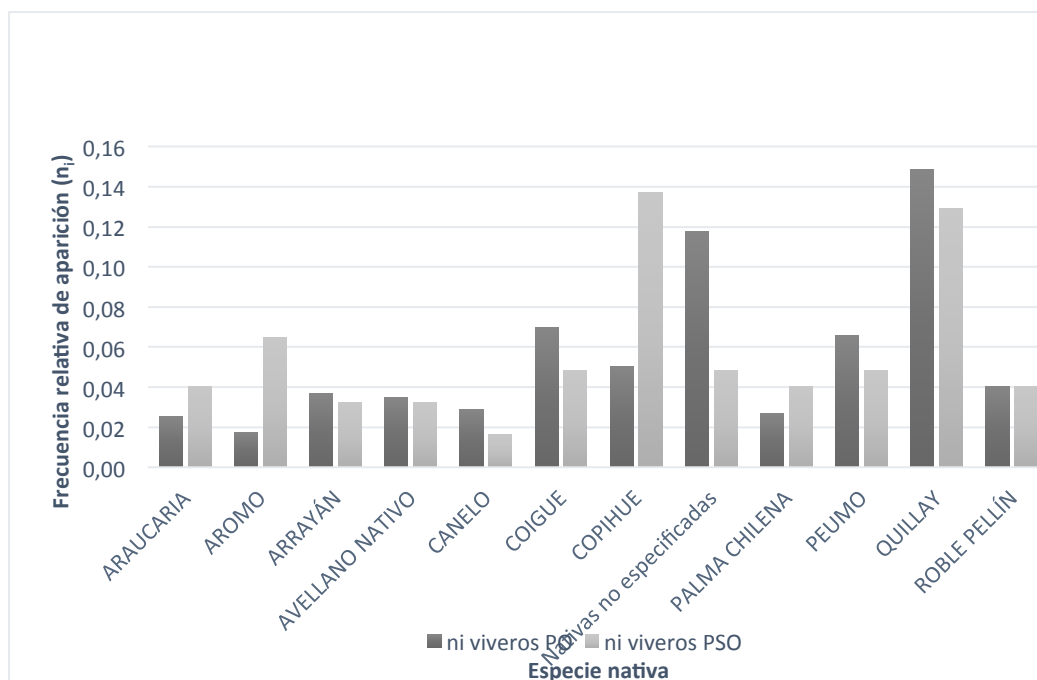
Anexos

Cuadro 1. Comparación y caracterización de superficie y número de viveros, viveros ornamentales y viveros con producción ornamental que declaran producir flora nativa como una de sus tres especies más importantes, por región al año 2018.

Región	Nº viveros Nacional	Superficie Nacional (ha)	Nº viveros OO*	Superficie OO* (ha)	Nº viveros FN**	Superficie FN** (ha)
Arica y Parinacota	19	14,3	11	9,8	2	1,5
Tarapacá	18	5,3	12	4,5	2	0,1
Antofagasta	14	1,4	12	1,1	7	0,7
Atacama	22	3,1	15	1,8	7	1,6
Coquimbo	127	59,9	51	11,9	7	1,5
Valparaíso	491	503,6	388	349,9	44	31,5
Metropolitana	691	990,4	538	513,0	81	60,5
O'Higgins	351	567,4	153	132,5	15	8,7
Maule	528	1057,3	116	117,3	30	15,9
Ñuble	161	235	49	94,7	11	60,6
Bio Bío	124	728,90	60	165,1	24	113,4
Araucanía	268	379,9	182	94,2	45	27,6
Los Ríos	94	151,8	69	42,5	20	10,5
Los Lagos	140	117,9	113	88,5	42	31,8
Aysén	16	19,9	11	4,8	2	1,0
Magallanes	18	34,3	10	5,8	1	0,1
Total	3.082	4.980	1.790	1.637	340	366,8

*OO: Superficie de viveros que declaran producir especies con fines "ornamentales y otros".

**FN: Superficie de viveros que declaran producir especies "ornamentales y otros", dentro de las cuales producen especies nativas.



*ni viveros PO: Frecuencia relativa de aparición en las respuestas para viveros que declaran producir especies con fines “ornamental y otros”.

**ni viveros PSO: Frecuencia relativa de aparición en las respuestas para viveros que declaran producir especies con fin “sólo ornamental”.

Figura 1. Especies nativas más importantes en viveros que declaran producir especies con fines “ornamentales y otros”, y viveros que declaran producir especies con fines “exclusivamente ornamentales”, según su frecuencia relativa de aparición en las respuestas de la Nómima de viveros inscritos en el SAG (ni), al año 2018.

29

“Experiencia de propagación de *Microsorium scolopendria* (Burm f.) Copel, especie endémica de Rapa Nui”

Fassio, C.¹; Castro, M.¹; Guzmán, L.²; Montecinos, M.¹; Molina, P.¹; Marchant, M.J.² y Balada, C.²

¹Laboratorio Propagación, Escuela de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

²Instituto de Química, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

I. Introducción

Microsorium scolopendria (Burm. f.) Copel (Baeza *et al.*, 1998) es un helecho endémico de Rapa Nui, que ha sido utilizado desde tiempos remotos por la medicina ancestral tan importante para la cultura del pueblo Rapa Nui, y que actualmente se encuentra en estado vulnerable de conservación debido a su sobreexplotación y al frágil ecosistema en el cual se desarrolla (laderas del volcán Rano Kau). Ante la necesidad de recuperar esta especie, los proyectos FONDEF ID15I10031 e IT18I0015 se encuentran desarrollando un programa de propagación masiva de esta especie a través de distintas técnicas de propagación que permitan contar en el corto plazo con una gran cantidad de ejemplares, de modo de poder repoblar la isla y evitar su pérdida como patrimonio natural y cultural.

Dentro de las posibles técnicas de propagación para esta especie, se cuenta la división de rizomas, la cual fue evaluada en la presente investigación. El objetivo de este ensayo fue evaluar un sistema de propagación de *Microsorium scolopendria* a partir de la división de rizomas.

II. Metodología

El material vegetal utilizado correspondió a plantas madres del Banco de germoplasma de la PUCV, procedente de las laderas del volcán Rano Kau, Isla de Pascua (27°7'10"S 109°21'17"O), ubicada en la Región de Valparaíso, Chile. El material vegetal colectado se trasladó vía aérea en condiciones refrigeradas y previa revisión del Servicio Agrícola y Ganadero al Laboratorio de Propagación de la Escuela de Agronomía ubicado en la localidad de Quillota. Una cantidad de 10 rizomas provenientes de 10 plantas colectadas, con 5 mm de diámetro y yemas activas fueron seccionados en trozos de 3 cm de largo (Figura 1), los cuales fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 1% y luego establecidos en macetas constituidas por material metálico con gran aireación, cubierto con hojas de palmeras. El sustrato utilizado correspondió a una mezcla de 70% fibra de coco y 30% de turba. Este sustrato fue seleccionado por sus características de permeabilidad similares a los de su lugar de origen (suelo bajo hojarasca en volcán Rano Kau).

Estos propágulos fueron puestos durante el mes de mayo del año 2017 en el invernadero climatizado de la Escuela de Agronomía de la PUCV, bajo condiciones de baja intensidad lumínica (75% sombra), bajo condiciones de temperatura controlada (20-25°C en cama caliente) y con alta humedad relativa (sobre 70%). Se dejaron crecer durante 3 meses bajo estas condiciones y su evaluación fue realizada cuando se empezó a observar la brotación de las primeras hojas de *Microsorium*.

III. Resultados y Discusión

Transcurridos 90 días se observó un alto porcentaje de sobrevivencia de los propágulos utilizados, que no son los ideales pues correspondieron a material traído en invierno desde la Isla, sin hojas y con un tiempo de traslado sin sustrato, que provocó en algunos casos deshidratación del material. Será en este sentido necesario ajustar la fecha de recolección de material e idealmente utilizar plantas que no sean transportadas. El porcentaje de trozos de rizomas enraizados y con desarrollo de frondes desde las yemas presentes en los rizomas fue de un 35 por ciento, lo cual se considera adecuado, para ser la primera experiencia reportada de este tipo de propagación en esta especie. Se observa un buen desarrollo de nuevas raíces por parte de este material, las cuales se observan sanas y en abundancia.

IV. Conclusiones

Este sistema de propagación podría ser una buena alternativa para masificar este material, sin embargo, se requeriría de mayores ensayos a futuro que permitan definir las mejores condiciones y materiales para la realización de este tipo de propagación asexual.

Bibliografía

- Baeza, M.; Barrera, E.; Flores, J.; Ramírez, C. y Rodríguez, R. (1998) Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47, 23-46.
- Instituto de InvestigaçãO Científica Tropical (2006) Ficha técnica Polypodium scolopendria Burm. F. http://www.iict.pt/ev/plantas/Textos/fichaCL2_en.pdf. Cited 14 Feb 2017.

- Meyer, J. 2013. A note on the taxonomy, ecology, distribution and conservation status of the ferns (Pteridophytes) of Rapa Nui (Easter Island). *Rapa Nui Journal* 27 (1):71-82
- Ministerio del Medio Ambiente. 2010. Ficha especie clasificada *Microsorium scolopendria*. http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas6proceso/fichas2010/Microsorumscolopendria_P06R4_RCE.pdf. Cited 25 Jan 2017.
- Pérez, B. y Reyes, I. 1993. Helechos: propagación y conservación. *Revista Ciencias* 30:11-17
- Rodríguez, R. 1995. Pteridophyta. In: Marticorena C, Rodríguez R (eds.) *Flora de Chile* Vol. 1. Pteridophyta – Gymnospermae. Universidad de Concepción, Concepción, pp 119-309.
- Microsorium* (PROSEA). (2016, October 22). Plant Use English. Retrieved 14:03, July 1, 2019 from [https://uses.plantnet-roject.org/e/index.php?title=Microsorium_\(PROSEA\)&oldid=325554](https://uses.plantnet-roject.org/e/index.php?title=Microsorium_(PROSEA)&oldid=325554)

Anexos



Figura 1. Rizoma de *M. scolopendria* seccionado en trozos y establecidos durante mayo de 2017.

Cuadro 1. Porcentaje de brotación y enraizamiento de trozos de rizoma de *Microsorium scolopendria*.

Planta	Supervivencia trozos de rizoma (%)	Enraizamiento trozos de rizoma (%)	Brotación aérea trozos de rizoma (%)
MP 1	90	27	27
MP 2	100	33	33
MP 3	60	45	45
MP 4	60	40	40
MP 5	57	43	43
MP 6	100	33	33
MP 7	100	17	17
MP 8	100	43	43
MP 9	75	0	0
MP 10	100	75	75
Promedio	84,2	35,6	35,6

“Propagación de especies nativas de la cordillera de Los Andes a través de germinación *in vitro* de semillas”

Arcos, Y.¹; Ramírez, C.²; Pertuzé, R.¹ y Aros, D.¹

¹ Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

² DUOC-UC, Sede Puente Alto, Santiago de Chile.

I. Introducción

Actualmente, existe un nicho importante en el uso de plantas nativas, tanto en el área del paisajismo como en programas de mitigación ambiental por parte de empresas privadas. Sin embargo, el interés en la flora nativa acarrea algunos problemas asociados a la conservación, el cultivo y la propagación de estas especies. Para brindar una solución a estos tres puntos anteriores es que se propone evaluar métodos para mejorar la propagación masiva *in vitro*. Este tipo de propagación puede contribuir a la conservación y producción de flora nativa en forma eficiente y masiva, controlando las condiciones de cultivo específicas requeridas, pudiéndose utilizar en un amplio espectro de especies (Pierik, 1997)

A nivel fisiológico, se sabe que la capa de aleurona de la semilla sintetiza enzimas hidrolíticas como la α -amilasa, que produce la hidrólisis del almidón del endospermo y con esta acción se generan azúcares disponibles para ser usados en el desarrollo del embrión para así comenzar con el proceso de germinación. La activación se produce mediante la acción de las giberelinas sobre la capa de la aleurona (Taiz, 2006 y Santacruz *et al.*, 2014). Naturalmente la activación de la giberelina endógena se produce mediante luz y/o por frío, lo cual requiere tiempo en estos estados (Schwienbacher *et al.*, 2011).

En esta investigación se evaluarán métodos germinativos para romper la dormancia de la semilla de especies nativas mediante la aplicación de giberelina (AG_3), para así optimizar el proceso de germinación *in vitro*. Además se evaluará el efecto de la luz sobre la germinación.

II. Metodología

Se usaron semillas de especies nativas de la cordillera de los Andes de la zona central de Chile: *Salpiglossis sinuata* colectadas el año 2016, *Schizanthus hookeri* el año 2015, *Pasithea coerulea* y *Tropaeolum polyphyllum* en el año 2014. Las semillas fueron almacenadas a T°ambiente y en condiciones de oscuridad. La aplicación de AG_3 e introducción de las semillas *in vitro*, se realizaron en Laboratorio de Cultivo de Tejidos, ubicado en el Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Las semillas fueron sometidas a un proceso de desinfección utilizando una mezcla de fungicida (Captan y Benomilo) durante 20 minutos en agitación, etanol 70% durante 1 minuto, cloro 5% más tween por 10 minutos en agitación y finalmente enjuagues con agua estéril. Posteriormente, las semillas se procedieron a estratificar en una solución con 100 mg L⁻¹ de GA_3 durante 24 h. Luego se traspasaron a tratamientos con distintas concentraciones de AG_3 (0, 50, 150 y 250 mg L⁻¹ de AG_3). En el caso de *Salpiglossis* y *Schizanthus* las concentraciones de AG_3 fueron evaluadas en luz y en oscuridad. En el caso de *Pasithea* y *Tropaeolum* estas solo fueron evaluadas en oscuridad. Para cada especie se utilizaron 3 placas (repeticiones) con 20 semillas. Después de 1 mes se evaluó la germinación, considerando semillas germinadas cuando se evidenciaba 3 mm de radícula o más (Figura 1). Se realizó un análisis de varianza para evaluar si existieron diferencias entre los distintos

tratamientos. Cuando correspondió, se evaluó si existió interacción entre las condiciones de luz y las concentraciones de AG₃. Cuando se presentaron diferencias significativas se procedió a realizar una prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para diferenciar las medias de cada tratamiento.

III. Resultados y Discusión

El proceso de desinfección resultó exitoso en todos los casos, con 0% de contaminación para *Salpiglosis* y *Tropaeolum*, mientras que para *Schizanthus* y *Pasithea*, se encontró 0,42% y 1,67% de contaminación, respectivamente. Al analizar los resultados de germinación de las aplicaciones de ácido giberélico (AG₃) en distintas concentraciones a las diferentes especies evaluadas, se observó que *Salpiglosis* presentó porcentajes de germinación superiores a las otras especies estudiadas. En tanto, *Tropaeolum* presentó los menores valores (Cuadro 1).

En el caso de *Salpiglosis*, se encontró que había interacción entre las condiciones de luz y las concentraciones de AG₃, por lo que se analizó el efecto de las concentraciones separadamente para cada condición de luz. Solo se detectaron diferencias significativas entre las concentraciones de AG₃ aplicadas en la noche, donde los mayores porcentajes de germinación fueron con 50 y 150 mgL⁻¹ y los menores con 0 y 250 mgL⁻¹. La concentración de 250 mgL⁻¹ por alcanzar niveles de toxicidad y en el caso de 0 mgL⁻¹ por la falta de AG₃. No se observaron diferencias significativas entre luz/oscuridad (Cuadro 1).

Para *Schizanthus*, no hubo interacción de las condiciones de luz y las concentraciones de AG₃. No hubo diferencias entre condiciones de luz pero se presentaron diferencias significativas entre las concentraciones de AG₃. Se observó que la concentración de 250 mgL⁻¹ fue tóxica, obteniendo la menor germinación y estancamiento del crecimiento y que esta se diferenció significativamente de 150 mgL⁻¹ que obtuvo el mayor valor de germinación. Entre 0, 50 y 150 mgL⁻¹ no se observaron diferencias significativas, ni diferencias en la obtención de plántulas sanas.

En la germinación de *Pasithea* y *Tropaeolum*, no se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de AG₃.

IV. Conclusiones

El procedimiento de desinfección fue el adecuado para las semillas estudiadas, siendo relevante debido a que las semillas estaban guardadas desde hace 3 a 5 años, después de ser colectadas en la cordillera. Pudiéndose aplicar este proceso a semillas secas y de larga guarda. El método de germinación utilizado para romper la dormancia por medio de AG₃ en el medio de cultivo, debería ser de 50 o 150 mgL⁻¹ para *Salpiglosis*, y para *Schizanthus* 150 mgL⁻¹, mientras que para las otras especies es indiferente. Siendo suficiente la estratificación por 24 horas con AG₃.

Bibliografía

- Santacruz, F.; Castañeda, J.; Gaspar, A.; Nuñez, N. and Mora, A. 2014. Breaking of dormancy in seeds and in vitro propagation of *Cordia elaeagnoides* A. DC. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Rev. Mex. Cien. For. Vol. 5 Núm. 25: 84 – 97p.
- Schwiebacher, E.; Navarro-Cano, J.; Neuner, G. and Erschbamer, B. 2011. Seed dormancy in alpine species. *Flora*. 206 (10); 845-856p.
- Pierik, R. 1997. *In Vitro Culture of Higher Plants*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Fourth Edition. 348 p.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal. Castelló de la plana: Publicacions de la universitat Jaume. Tomo II: 889 p.

Cuadro 1. Porcentaje de germinación de semillas de especies nativas chilenas con diferentes concentraciones de ácido giberélico (AG₃) en condiciones de luz u oscuridad.

Especie	Oscuridad				Luz			
	AG ₃ (mg L ⁻¹)				AG ₃ (mg L ⁻¹)			
	0	50	150	250	0	50	150	250
<i>Salpiglosis sinuata</i>	28,3 aA	53,3 aA	55,00	40,00 aA	30,00 aA	66,67 bA	61,67 bA	15,00 aA
<i>Schizanthus hookeri</i>	21,7 abA	30,0 abA	11,67	10, bA	23,33 aA	16,67 aA	18,33 aA	16,67 aA
<i>Pasithea corulea</i>	23,3 a	33,3 a	23,33	26,67 a	-	-	-	-
<i>Tropaeolum pollyphyllum</i>	5,6 a	11,1 a	5,56	0,00 a	-	-	-	-

Para cada especie, las letras minúsculas iguales reflejan igualdad estadística entre concentraciones de AG₃ bajo la misma condición de luz (Oscuridad o Luz). Letras mayúsculas iguales reflejan igualdad estadística entre concentraciones de AG₃ entre Oscuridad y Luz.

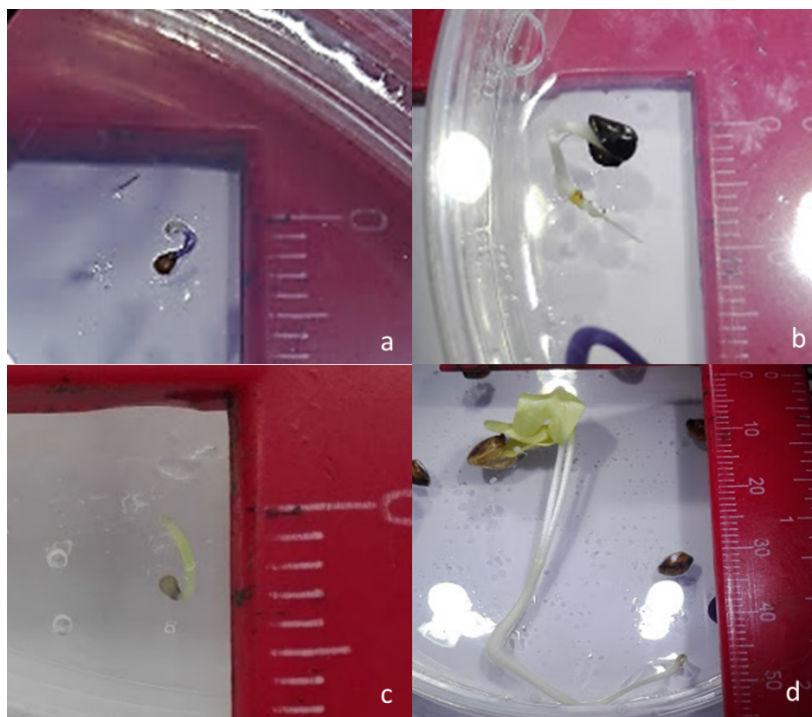


Figura 1: Se observa el tamaño de las semillas recién germinadas. La semilla de *Salpiglosis sinuata* (a) mide 1mm, la de *Pasithea corulea* (b) mide 5mm, la de *Schizanthus hookeri* (c) mide 0.8mm aproximadamente y la de *Tropaeolum polyphyllum* (d) mide 5mm.

“Efecto del agar y citoquininas (BAP) en la micropropagación de *Alstroemeria exserens* Meyen a través de rizomas *in vitro*”

Aros, D.¹; Muñoz, C.¹ y Rivas, C.¹

¹ Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

² Vicerrectoría de Investigación y Doctorados, Universidad San Sebastián.

I. Introducción

Alstroemeria (*Alstroemeriaceae*) es uno de los géneros de la flora vascular chilena más diversificados, presentando una amplia gama de colores y tamaños de flores, lo que implica que las especies de este género presenten un alto potencial económico como cultivos ornamentales (Aros *et al.*, 2017a). La familia contiene alrededor de 75 especies (Bayer, 1987) distribuidas desde Venezuela hasta Argentina y Chile, abarcando desde el nivel del mar hasta los 4500 m.s.n.m. Entre las especies de alstroemerias se encuentra *Alstroemeria exserens* Meyen, una planta que resulta interesante por el color de sus flores y la resistencia al frío que posee al habitar entre los 1900 y 2700 m.s.n.m. en suelos pedregosos de la cordillera de los Andes, abarcando desde Villa Paulina, Farellones (33°15'S) en la Región Metropolitana, hasta Laguna del Maule, Región del Maule (36°04'S) (Muñoz y Moreira, 2003) (Figura 1). Convencionalmente las alstroemerias han sido propagadas dividiendo su rizoma, siendo un método poco eficiente, ya que demora y aumenta la susceptibilidad de contaminaciones (Van Zaayen, 1995). La micropropagación se presenta como una herramienta eficiente para propagar alstroemeria (Guzmán *et al.*, 2018), en donde el medio de cultivo es el principal factor que genera cambios fisiológicos o respuesta en la planta. Los reguladores de crecimiento incluidos en el medio de cultivo influyen directamente sobre la morfogénesis y los distintos órganos generados. Las citoquininas en forma de 6-bencilaminopurina (BAP) se suelen usar en la micropropagación de alstroemeria para la generación de nuevos brotes mediante aumento de la división celular y la inhibición de la dominancia apical (Aros *et al.*, 2017b; Rahim *et al.*, 2013). Otro elemento importante dentro del medio es el agar, el cual brinda solidificación al medio. En altas concentraciones puede afectar la disponibilidad de agua y nutrientes (Bridgen, 1994), mientras que otros autores señalan que el medio líquido favorecería la absorción de nutrientes, hormonas y agua (Hussien *et al.*, 2014). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la concentración de citoquininas y agar en la micropropagación de *Alstroemeria exserens*.

II. Metodología

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. El material vegetal inicial correspondió a secciones de rizoma de *A. exserens* obtenidos a partir de embriones rescatados y cultivados en condiciones *in vitro*. En una primera etapa de preparación del material vegetal, los rizomas se multiplicaron y mantuvieron, en un medio de cultivo MS (Murashige and Skoog, 1962) suplementado con 30 g L⁻¹ de sacarosa, 2,0 mgL⁻¹ BAP, 7 g L⁻¹ agar y pH ajustado a 5,7. El repique se realizó cada 4 semanas, por un total de 6 meses, hasta obtener la cantidad suficiente de plantas para la experimentación. Durante esta etapa se evaluó la tasa de prolificidad, expresada como número de brotes obtenidos luego de cada repique (cada 4 semanas, por un total de 6 meses). Luego, la segunda etapa consistió en montar el ensayo, para lo cual se realizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con estructura factorial

de tratamientos, donde la combinación del factor agar con 3 niveles (0,1; 3,5 y 7,0 g L⁻¹) y el factor BAP con 4 niveles (0,0; 0,5; 1,0 y 2,0 mg L⁻¹) dio un total de 12 tratamientos. Se realizaron 8 repeticiones en cada tratamiento y la unidad experimental correspondió a una sección de rizoma de aproximadamente 1 cm de longitud con un brote. El cultivo *in vitro* se realizó en frascos de 200 mL con un volumen de 42 mL de medio de cultivo MS suplementado con 30 g L⁻¹ de sacarosa, pH ajustado a 5,7 y conteniendo las concentraciones de agar y BAP indicadas anteriormente. Los medios líquidos contenían un algodón que sostenía el explante para así evitar que se sumergiera. Los cultivos se mantuvieron en una cámara de crecimiento a 23 °C con un fotoperiodo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad. Se realizaron evaluaciones cada 4 semanas y consistieron en: longitud de rizoma y de brote (cm) y peso del rizoma (g), utilizando una balanza de precisión (Belltronic Scales, ES-300HA). Para cada evaluación los resultados obtenidos se analizaron a través de un análisis de varianza (ANDEVA), previa comprobación de los supuestos de normalidad de los errores y homocedasticidad. En el caso de encontrar diferencias entre tratamientos se realizó la prueba de comparación múltiple de LSD Fisher con un nivel de significancia del 5%.

III. Resultados y Discusión

Considerando las 24 semanas previas al ensayo, se comenzó con 12 explantes y se llegó a un total de 111 rizomas con un brote, obteniendo una tasa de prolificidad de 1,54 nuevos explantes cada 4 semanas. Esta tasa de multiplicación es baja para la propagación masiva, así lo señalan algunos autores que obtienen tasas de prolificidad de 2,75 en *Alstroemeria* cv. Pluto (Ambreena *et al.*, 2016) y 3,57 en *Alstroemeria pallida* (Aros *et al.*, 2017b), ambos en medios con 7g L⁻¹ agar y 2 mg⁻¹ de BAP y divididos cada 4 semanas.

El análisis estadístico arroja que no existe interacción entre los factores, por lo que se analizó por separado cada factor. En este sentido, se obtuvo que la concentración de 3,5 g L⁻¹ agar presenta la mejor respuesta con medias significativamente superiores de 1,06 cm y 3,16 g, en largo de rizoma y peso de explante, respectivamente. El largo de brotes se vio afectado negativamente en medio líquido (3,26 cm) al comparar con concentraciones de agar de 3,5 (5,08 cm) y 7,0 g L⁻¹ (4,08 cm). Estos resultados coinciden con estudios previos realizados en rizomas de *Aloe barbadensis*, en donde al disminuir la concentración de agar hasta 4 g L⁻¹, hubo una mayor ganancia de peso (Albany *et al.*, 2015). Respecto al efecto del BAP, las concentraciones de 0 y 0,5 mg L⁻¹ favorecieron la ganancia de peso del explante, en comparación con el resto de los tratamientos. Este resultado se opone a lo encontrado previamente en *A. pallida*, en donde utilizando una concentración de 2,0 mg L⁻¹ de BAP se observó la mayor ganancia de peso (Aros *et al.*, 2017b). Además, no se observaron diferencias significativas en cuanto al largo del rizoma entre los distintos tratamientos. La ausencia de BAP estimula el largo de los brotes, obteniéndose un promedio de 5,3 cm, significativamente superior al resto de los tratamientos. BAP a determinadas concentraciones le brinda a la planta la capacidad de aumentar su división celular y disminuir la dominancia apical, en consecuencia, con estos efectos se deberían observar aumentos en la masa del explante y proliferación de brotes adventicios (Taiz y Zeiger, 2006).

IV. Conclusiones

En este experimento se concluyó que el medio semi-sólido (3,5 g L⁻¹) es la mejor concentración de agar, al presentar explantes sanos con mayor aumento de peso y largo del rizoma. Además, la ausencia o

bajas concentraciones de BAP estimularían el largo de brotes y la ganancia de peso del explante en esta especie. De esta manera, este estudio colabora con el avance hacia un protocolo de propagación *in vitro* de forma masiva para *A. exserens*.

Bibliografía

- Ambreena, D.; Imtiyaz, T.; Nazki, M.; Wanid, S.; Malik, N. and Rather, Z. 2016. Development of in vitro protocol of *Alstroemeria* Hybrida cv "Pluto". *Indian Journal of Ecology* 43(2): 675-680.
- Albany, N.R.; Vilchez, J.A. y León de Sierralta, S. 2015. Medios de cultivo líquidos: un avance para la micropropagación comercial de zábila (*Aloe barbadensis* Mill.). *Revista colombiana de biotecnología*, 0123-3475
- Aros, D.; Rivas, C.; Santander, M.A.; Vásquez, M.; Álvarez, N.; Donoso, A. & Cortés, C. 2017a. Chilean native species from the Andes Mountains: an attractive source of germplasm for ornamental plant breeding purposes. In: XIIth International Symposium on Flower Bulbs and Herbaceous Perennials. Kunming, China. June 28- July 2, 2016. *Acta Horticulturae* (ISHS) 1171:375-380.
- Aros, D.; Vásquez, M.; Rivas, C. & Prat, M.L. 2017b. An efficient method for in vitro propagation of *Alstroemeria pallida* Graham rhizomes. *Chilean journal of agricultural research*, 77(1):95-99.
- Bayer, E. 1987. Die gattung *Alstroemeria* in Chile. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* 24:79-83
- Baeza, C. y Ruiz, E. 2011. *Alstroemeria hookeri* Lodd. Subsp. *sansebastianana* C. M. Baeza & E. Ruiz, nueva para la flora de Chile. *Gayana Botanica* 68(2):313-315.
- Bridgen, M.P. 1994. A review of plant embryo culture. *HortScience* 29(11): 1243-1246.
- Guzmán, C.; Rivas, C.; Prat, L. & Aros, D. 2018. Induction of direct organogenesis from aerial explants of scented *alstroemeria* genotypes. *Ciencia e Investigación Agraria*, 45(2):158-168.
- Hussien, F.; Osman, M.A. and Idris, T. 2014. The influence of liquid media support, gelling agents and liquid overlays on performance of in vitro cultures of ginger (*Zingiber officinale*). *International Journal of scientific and research publications*. ISSN 2250-3153.
- Muñoz, M. y Moreira, A. 2003. *Alstroemerias* de Chile: Diversidad, Distribución y Conservación. Santiago, Chile: Museo Nacional de Historia Natural, Fondo del Libro y la Lectura, Taller La Era. 140p.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologiae Plantarum* 15:473-497.
- Rahim S.; Kaviani, B. y Dehkaei, N. 2013. The effect of different concentrations of NAA and BAP on micropropagation of *Alstroemeria*. *European Journal of Experimental Biology* 3(5):133-136.
- Taiz L. y Zeiger E. 2006. *Fisiología vegetal*. Tercera edición. Universidad Jaume I. 581p.
- Van Zaayen, A. 1995. *Alstroemeria*. pp 237-249 In: Loebestein G.; Lawson R.H. y Brunt A.A. *Virus and virus-like diseases of bulbs and flower crops*. Chichester, UK: Wiley Publishers. 556 p.

Anexos



Figura 1. *Alstroemeria exserens* en su hábitat natural (Farellones, Región Metropolitana, Chile).

Cuadro 1. Resumen del efecto de la concentración de BAP y de agar en el medio de cultivo sobre el peso del explante (g) y el largo de rizoma y brote (cm) de *A. exserens* cultivada in vitro.

Factor	Tratamiento mg L ⁻¹	Peso del explante (g)				Ganancia (cm) largo de rizoma		Ganancia (cm) largo de brote	
		Semana 0		Semana 4					
BAP	0,0	0,74	A	2,25	A	0,90	A	5,3	B
	0,5	0,85	A	2,64	A	0,86	A	4,01	A
	1,0	0,65	A	1,42	B	0,95	A	3,95	A
	2,0	0,72	A	1,91	AB	0,99	A	3,32	A
Agar	0,0	0,84	a	1,24	b	1,15	b	3,26	b
	3,5	0,78	a	3,16	a	1,73	a	5,08	a
	7,0	0,80	a	2,04	b	1,21	b	4,08	ab

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Letras mayúsculas y minúsculas representan los análisis realizados sobre el efecto de BAP y agar, respectivamente.

“Implementación de un sistema de micropropagación clonal *in vitro* para la especie endémica *Leptocarpha rivularis* Dc (Palito negro)”

Rubio, J.¹; Álvarez, C.²; Silva-Moreno, E.²; Olea, A.⁴ y Carrasco, H.⁴

¹Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Chile.

²Centro de Investigación y Producción de Plantas – CIPP.

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA.

⁴Instituto de Ciencias Químicas Aplicadas – ICQA, Universidad Autónoma de Chile.

I. Introducción

Leptocarpha rivularis DC (*Asteraceae*) cuyo nombre común es “Palito negro” (PN) del mapudungun Cüdu-mamëll (kudü negro; mamëll madera, palito, árbol), es una especie endémica que crece entre la VII y X región (Marticorena y Quezada, 1985; Zuloaga y Belgrano, 2015). Su uso medicinal proviene de la farmacopea tradicional mapuche, las hojas son utilizadas por sus propiedades estimulantes digestivas y carminativas en el tratamiento dispepsias e indigestiones (Chateaneuf, 2014). A partir de hojas y corteza de palito negro, se aisló y purificó el compuesto Leptocarpina (LTC; PubChem CID: 6438714) (Martinez *et al.*, 1998; Martínez *et al.*, 2006) logrando determinar interesantes propiedades (Bosio *et al.*, 2015). LTC pertenece al grupo de los sesquiterpenos tipo lactona, grupo de compuestos que poseen un mecanismo de acción ampliamente descritos como antitumorales y antiinflamatorios (Amorim *et al.*, 2013), por lo que en la última década, el consumo de esta especie ha registrado un aumento debido a la masividad de sus propiedades. Esto ha generado, con fines comerciales, la poda masiva no controlada de palito negro desde su medio natural lo que podría reducir las posibilidades de polinización y propagación ya que se trata de una especie dioica. Aunque se ha descrito notablemente la propagación vegetativa de la especie (Cordero, 2000), la micropropagación de *Leptocarpha rivularis* ha sido parcialmente descrita en actividades de difusión científica (Dorta *et al.*, 2016; Montenegro *et al.*, 2014) pero, a la fecha, no se ha publicado en revistas de corriente principal un protocolo exitoso de micropropagación clonal *in vitro* para palito negro, a pesar del alto interés que esta representa dadas las propiedades medicinales descritas de esta especie endémica. La micropropagación *in vitro*, además de evitar la poda masiva del material desde su medio ambiente, permitiría la obtención directa del compuesto LTC, a partir del material vegetal, generado exclusivamente en cultivo *in vitro*. Por lo motivos mencionados, esta especie es un interesante sujeto de estudio para la implementación de una plataforma de micropropagación masiva de la especie, en condiciones controladas.

II. Metodología

Durante los meses de Octubre (2017) a Marzo (2018) fueron recolectados e introducidos a cultivo *in vitro* brotes apicales y segmentos internodales de *Leptocarpha rivularis*, donados por Viveros Pichidegua Spa. Se utilizó un protocolo estándar de esterilización del material vegetal, y la formulación de medios de cultivo semisólidos para la introducción y propagación basados en Murashige & Skoog (MS) (Murashige and Skoog, 1962). Las concentraciones de hormonas ensayadas corresponden a BAP 0,5 - 1 mg/L, IBA 0,01 - 0,05 mg/L, sacarosa 30 g/L, carbón activado 1 g/L, agar 7 g/L, pH 5,8 utilizando NaOH 1M. La matriz de experimentos realizada consideró ocho formulaciones de medio MS (Tabla 1). Una vez seleccionado el medio con mejores resultados, de acuerdo a los

análisis estadísticos propuestos (Prueba de t-Student) se procedió a la obtención de extractos crudos semipolares de callos diferenciados a partir de segmentos internodales de plantas propagadas *in vitro* (PN C02), plantas generadas *in vitro* aclimatadas durante 6 meses en invernadero (E03) y plantas propagadas y enraizadas en cultivo *in vitro* sin aclimatar (E04). Se utilizaron 3 g peso seco de callos y hojas, los que fueron disueltos en 100 ml de acetato de etilo, macerados a 20 ± 2 °C durante 48, 96 y 144 horas, sucesivamente. La determinación de la composición química de los extractos crudos de PN se realizó utilizando cromatografía en capa fina (TLC) y posteriormente, cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC).

III. Resultados y Discusión

La implementación de la plataforma de propagación masiva de PN, en medio semisólido, se completó utilizando la combinación de medio BAP e IBA y duplicando la cantidad de plántulas obtenidas cada 45 días, enraizamiento del 70% de las plantas a los 60 días y adaptación al proceso de aclimatación de los individuos obtenidos en condiciones *in vitro*, con una tasa de sobrevivencia del 83%. Este protocolo de micropropagación *in vitro* de *Leptocarpha rivularis* no ha sido publicado en revistas de divulgación científica de corriente principal. Los primeros análisis de extracción de LTC, utilizando la técnica de cromatografía en placa fina, mostraron la presencia del compuesto en el extracto total de plantas de Palito negro propagadas *in vitro*. Este hallazgo, junto con la implementación de la plataforma de propagación *in vitro*, facilitará la obtención de extractos totales a partir de las plantas clonales generadas en cultivo *in vitro* y el posterior análisis de actividad biológica de los extractos sobre diferentes cultivos celulares.

IV. Conclusiones

Se logró establecer para *Leptocarpha rivularis* DC una plataforma de micropropagación clonal *in vitro* con una alta eficiencia en la tasa de multiplicación, enraizamiento y aclimatación. De manera complementaria, se detectó la presencia de Leptocarpina en las plantas producidas en este sistema de cultivo *in vitro*, lo que permitirá escalar este proceso a una producción masiva con la finalidad de obtener el compuesto activo de interés sin intervenir el restringido ecosistema de esta singular especie endémica.

Agradecimientos: Julia Rubio Astudillo es Postdoctorante de la Universidad Autónoma de Chile, proyecto FONDECYT Postdoctorado N°3180267, proyectos FONDEF IDeA ID17I10094, FONDEF IDeA ID17AL0007 y a CIPP, entidad facilitadora de las instalaciones y del material vegetal utilizado en este estudio.

Bibliografía

- Amorim, M.H.R.; Gil da Costa, R.M.; Lopes, C. y Bastos, M.M.S.M., 2013. Sesquiterpene lactones: Adverse health effects and toxicity mechanisms. *Critical Reviews in Toxicology* 43, 559–579. doi:10.3109/10408444.2013.813905
- Bosio, C.; Tomasoni, G.; Martínez, R.; Olea, A.F.; Carrasco, H. y Villena, J. 2015. Cytotoxic and apoptotic effects of leptocarpin, a plant-derived sesquiterpene lactone, on human cancer cell lines. *Chemico-Biological Interactions* 242, 415–421. doi:10.1016/j.cbi.2015.11.006

- Chateauf, R. 2014. Palo negro (*Leptocarpha rivularis* DC.) arbusto chileno de interesantes cualidades entre éstas anticancerígenas [WWW Document].
- Cordero, C., 2000. Propagación vegetativa de *Leptocarpha rivularis* DC, especie nativa de uso medicinal., Pontificia. ed. Quillota; Chile.
- Dorta, F.; Ramírez, I.; Seeger, M. y Montenegro, I., 2016. Establecimiento *in vitro* y micropropagación del arbusto nativo *leptocarpha rivularis*, que posee propiedades medicinales, in: LIX REUNIÓN ANUAL SOCIEDAD DE BIOLOGÍA DE CHILE X REUNIÓN ANUAL SOCIEDAD CHILENA DE EVOLUCIÓN XXVII REUNIÓN ANUAL SOCIEDAD DE BOTANICA DE CHILE. Concón - Chile, p. 155.
- Marticorena, C. y Quezada, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana botánica 42, 1–157.
- Martínez, R.; Kesternich, V.; Carrasco, H.; Álvarez-Contreras, C.; Montenegro, C.; Ugarte, R.; Gutiérrez, E.; Moreno, J.; García, C.; Werner, E. y Cárcamos, J. 2006. Synthesis and conformational analysis of leptocarpin derivatives. Influence of modification of the oxirane ring on leptocarpin's cytotoxic activity. Journal of the Chilean Chemical Society 51, 1010–1014. doi:10.4067/S0717-97072006000400003
- Martinez, R.; Kesternich, V.; Carrasco, H.; Bustos, C. y Fernandez, S. 1998. Structure, conformation and biological activity studies on rivularin, a new heliangolide isolated from *Leptocarpha rivularis*. BOLETIN DE LA SOCIEDAD CHILENA DE QUIMICA 43, 7–12.
- Montenegro Ramirez, I.; Dorta, F.; Madrid, A. y Seeger, M. 2014. Micropropagation and determination of the antioxidant capacity of the *Leptocarpha rivularis*, in: X PLANT BIOLOGY MEETING 1-4 Diciembre. Valdivia, p. 153.
- Murashige, T. y Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia plantarum. doi:10.1021/jf9040386
- Zuloaga, F.O. y Belgrano, M.J. 2015. The Catalogue of Vascular Plants of the Southern Cone and the Flora of Argentina: their contribution to the World Flora. RodriguÃ \ copyrightsia 66, 989–1024.

33

“Ensayo de siembra directa de *Balsamocarpon brevifolium* (Algarrobilla) como alternativa al establecimiento vía plantación”

Gurtubay, F.; Green, D. y Moure, D.
Meristema Consultores

I. Introducción

Balsamocarpon brevifolium (algarrobilla), es un arbusto endémico del norte de Chile. Se distribuye entre el sur de la región de Atacama (27°35'S-70°03') y el norte de la región de Coquimbo (29°49'S-70°50'), de manera interrumpida y en fragmentos pequeños, muy susceptibles de ser alterados por las actividades humanas (León *et al.*, 2017). Esta especie se encuentra actualmente en estado vulnerable debido a su sobre explotación histórica asociada al consumo de carbón y leña (Squeo *et al.*, 2001). Adicionalmente, las semillas de la algarrobilla son una fuente de alimento fundamental para las colonias de loros trichahue remanentes en esta área de distribución geográfica. Debido a lo anterior,

existe preocupación para evitar que su extensión siga disminuyendo o que su hábitat sea alterado al punto de no permitir la regeneración natural. Existe poca información sobre su regeneración natural (León *et al.*, 2017), por lo que obtener información sobre la propagación y establecimiento de esta especie resulta relevante.

El objetivo de este ensayo es contribuir tanto al conocimiento sobre la propagación de la especie como a determinar modalidades de menor costo de establecimiento de plantaciones.

II. Metodología

En el verano de 2018, se realizó la colecta de semillas de algarrobillas en la comuna de La Higuera, y en agosto del mismo año se montó este ensayo con dos modalidades de siembra. La primera, consistió en una mezcla de semillas más una enmienda de turba, fertilizante NPK (16-8-12) de entrega lenta, aglomerado por gel de aloe vera y agua; formando una esfera de 4 a 5 cm de diámetro con tres semillas previamente tratadas e hidratadas en su interior. El tratamiento consistió en inmersión en ácido sulfúrico puro (98 %) durante 20 minutos, seguido de una hidratación en agua durante 48 horas. La segunda modalidad fue una siembra directa de las semillas en la casilla, sin formar parte de un aglomerado hidratado (testigo). Las semillas se sembraron en un sector de cerros costeros de la localidad de Punta Colorada, comuna de La Higuera, en casillas previamente roturadas con un sustrato enriquecido con 3 L de compost y fertilizante. Las casillas sembradas recibieron un riego promedio de 15 L mensuales. Cada casilla fue protegida con una malla raschel sujeta por tres tutores, para evitar daños de animales y minimizar la evaporación. En total se sembraron 118 casillas con enmienda y 145 sin ésta. En septiembre de 2018, se realizó una evaluación del ensayo mediante un censo de la emergencia de plántulas en las casillas. Posteriormente, en junio de 2019 se realizó un segundo monitoreo, en el cual se midió la altura de éstas. Para las comparaciones entre ambos tratamientos se usó la prueba de homogeneidad Chi-cuadrado para evaluar la cantidad de casillas con emergencia de plántula, mientras que para la altura de las plantas se usó la prueba T de Student de comparación de dos muestras; con un nivel de confianza de 95 %, para ambas pruebas.

III. Resultados y Discusión

En el monitoreo de septiembre de 2018, en el caso de siembra con enmienda en base a turba, se observó que el porcentaje de casillas con emergencia (en cualquiera de sus grados de 1 a 3 semillas) fue 26,3%, con una ocurrencia de 56 (total de semillas emergidas); y en el caso de siembra sin enmienda fue 43%, con una ocurrencia de 103 plantas, diferencias que son estadísticamente significativas ($P = 0,4\%$). Luego de nueve meses, 13,6% de las casillas con enmienda de turba y 24,8 % de las casillas sin enmienda presentaban un ejemplar de algarrobilla vivo, lo que demostró ser más eficaz la siembra simple que el tratamiento con el aglomerado (valor $P = 2,2\%$). Además de lo anterior, la altura promedio de algarrobillas en casillas con turba fue 25,6 cm, mientras que sin enmienda ascendió a 31,1 cm, diferencias que no son significativas ($P = 20,8\%$). La explicación de estos resultados se asocia a una mayor cantidad de plántulas afectadas por hongos y pudrición radicular, así como “damping off” posterior a la siembra, debido al exceso de humedad que retuvo el aglomerado semilla más turba. Estos resultados coinciden con los de Wrann (1993), en que la adición de un polímero absorbente no mejoró los resultados de sobrevivencia.

IV. Conclusiones

La siembra directa podría ser una buena alternativa para el establecimiento de plantaciones, sin necesidad de aplicar enmiendas adicionales salvo compost y fertilizante. Con una efectividad cercana al 25% representaría una alternativa de bajo costo en relación a la plantación con plantas, abastecidas desde un vivero, con todos los costos asociados que ello conlleva, como transporte, acopio, distribución y faena de plantación.

Bibliografía

- León, M.F.; Ibacache, E.; Navarro, J. & León, P. 2017. Regeneración natural de *Balsamocarpon brevifolium* (algarrobilla), la vida busca abrirse paso en el semiárido de Chile. *Chloris Chilensis* 20 (2): 10 p (en línea).
- Squeo, F.A.; Arancio, G. & Gutiérrez, J.R. (eds.). 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Edición Universidad de La Serena, La Serena. 171-193.
- Wrann, J. 1993. Estudios sobre algarrobilla (*Balsamocarpon brevifolium*). *Ciencias e Investigación Forestal* 7(2): 241-251.

34

“Variación estacional de la capacidad del Fotosistema II relacionado con el contenido de fenoles totales en hojas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz con diferente edad ontogénica”

Crisóstomo, K.¹; Hernández T., M.¹; Pérez M., C.²; Sánchez, M.¹; Sáez, P. y Ríos, D.¹

¹Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales, Centro de Biotecnología y Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción.

²Laboratorio de Química de Productos Naturales, Facultad de Ciencias Biológicas y Oceanográficas, Universidad de Concepción.

I. Introducción

Variaciones en los factores ambientales como temperatura, radiación, disponibilidad hídrica, entre otros, provocan estrés y por ende un cambio en el metabolismo de las plantas. Por ejemplo, disminuye la tasa fotosintética por una alteración en el mecanismo de transporte de electrones y se afecta la asimilación del CO₂, lo que finalmente, se refleja en una disminución en la producción de carbohidratos (Sáez *et al.* 2012).

En algunas especies vegetales, principalmente del tipo leñosas, el metabolismo secundario se ve potenciado en condiciones ambientales adversas. No escapa de ello *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, planta endémica de Chile, conocida comúnmente como “maqui”, que se desarrolla preferentemente en suelos húmedos y drenados del valle central, en los faldeos de ambas cordilleras, quebradas o márgenes de los bosques, desde cerca del nivel del mar hasta los 2500 metros de altitud (Fredes *et al.* 2012). Además, tolera periodos de sequía inferiores a un mes. Esta especie aparece en la sucesión como colonizador de suelos recién quemados o explotados, formando agrupaciones densas y monoespecíficas conocidas como “macales”, que cumplen la función de reducir la erosión y generar las condiciones para que se establezcan otras especies formando matorrales secundarios.

Sus hojas emergen en dos periodos del año, uno a principios de primavera y en menor cantidad en verano. A pesar de conservar sus hojas durante el invierno (siempreverde), estas siguen siendo fotosintéticamente activas, tanto en los días de temperatura moderada de otoño e invierno, como durante la primavera temprana (Damascos y Prado 2001). No obstante, no existen estudios acabados donde se informe del comportamiento fotosintético en las hojas en relación a la ontogenia foliar y período estacional. El presente estudio relaciona la edad ontogénica de las hojas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz con la capacidad fotosintética del fotosistema II en diferentes estaciones del año y su contenido de fenoles totales.

II. Metodología

La investigación se realizó entre agosto 2017 y enero 2018, periodo en el que se recolectaron ramas de *A. chilensis*, individuo adulto, identificando hojas apicales (tercio superior) y hojas basales (tercio inferior), en las distintas estaciones del año estudiadas (invierno, primavera, verano), en la Universidad de Concepción, Región del Biobío, Chile (36°50'02.6" S, 73°01'54.3").

Curvas de respuesta a la luz: Se evaluó a través de curvas de respuesta a luz. Las señales fluorescentes se midieron con un fluorímetro de amplitud de pulso (FMS 2, Hansatech Instrument, U.K) (Sáez *et al.*, 2012).

Anatomía Foliar: Para el estudio morfoanatómico, los cortes transversales fueron realizados en micrótopo Jung Biocut 2035 y visualizados en microscopio óptico Leica ICC50 HP.

Contenido de fenoles totales: El contenido de fenoles totales se determinó de acuerdo a Savitree *et al.*, 2004.

El diseño experimental fue completamente al azar con seis repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con ANOVA y test de Tukey ($p \leq 0.05$). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software InfoStat/L (FCAUNC, Argentina) y las representaciones gráficas se realizaron utilizando el software SigmaPlot Versión 10.0 (SPSS; Chicago, IL, USA).

III. Resultados y Discusión

De acuerdo con los datos de fluorescencia de la clorofila a del PSII, la estación del año afectó la mayoría de los parámetros relacionados con la actividad fotoquímica en *A. chilensis*. Sin embargo, en este estudio, a pesar de disminuir la Fv/Fm, en las hojas apicales, la baja registrada está dentro de los valores fisiológicos normales durante todo el año (Maxwell y Johnson 2000). Esto puede deberse a dos razones: es tolerante a la luz (Lusk 2004), y que no se encuentra en estrés (Molina-Montenegro *et al.*, 2012). La morfoanatomía foliar de ambos tipos de hojas (basales y apicales) no estarían influenciando el comportamiento del apagamiento fotoquímico (qP) y apagamiento no fotoquímico (NPQ) ya que estos fueron muy similares (Fig. 1C, 1D).

La cuantificación de fenoles arrojó diferencias significativas tanto en hojas basales como apicales y en las diferentes estaciones. Los mayores valores se registraron para los extractos obtenidos de hojas basales en primavera, siendo el menor valor de fenoles totales (TP) en extractos de hojas basales en invierno. Estos resultados, se relaciona con la tabla presentada abajo de la tasa transportadora de electrones (ETR) que muestra que una disminución de este valor es concordante con los menores valores de fenoles totales. Teóricamente, durante el verano las plantas están sometidas a mayor estrés hídrico, lo que puede relacionarse con los altos rendimientos obtenidos de compuestos fenólicos en esta estación. En estudios anteriores, Vidal *et al* (2013) señalaron que el contenido de TP en hojas de *A.*

chilensis colectadas durante el otoño, provenientes de la Región del Bio-Bío y realizando la extracción en etanol-agua 50% v/v fue de 40 ± 0.57 mmol L⁻¹ EAG, valores similares a los encontrados en este estudio en hojas basales en primavera (127.54 ± 1.78 mg fenoles g⁻¹ms).

Cuadro 1. Comparación entre tasa transportadora de electrones (ETR) y el contenido de fenoles totales en hojas de *A. chilensis* en diferentes estaciones del año.

Estación	Invierno	Primavera	Verano
Valor ETR	70,78 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$	133,28 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$	106,03 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$
Fenoles totales	10,83 \pm 0,22 mg EAG g ⁻¹	43,67 \pm 0,55 mg EAG g ⁻¹	32,9 \pm 3,82 mg EAG g ⁻¹
Hoja Basal	Masa fresca	Masa fresca	Masa fresca

IV. Conclusiones

Se evidenció la capacidad de *A. chilensis* de resistir cierta presión de excitación sobre el PSII, un aumento de luz (PAR) en primavera y verano provocó una mayor presión de excitación en el PSII, lo que se reflejó en la baja del qP y por ende en un aumento de la ETR junto con el aumento en el contenido de fenoles totales. Finalmente, la morfoanatomía foliar de ambos tipos de hojas no estarían influenciando el comportamiento de qP y NPQ ya que estos fueron muy similares, debido al manejo eficiente de energía luminica que realiza la planta.

Bibliografía

- Damascos, M.A. y Prado, C. 2001. Defoliación en la especie invierno-verde *Aristotelia chilensis* y su efecto sobre el crecimiento inicial de hojas y ramas. BOSQUE 22(1): 45-50.
- Fredes, C.; Montenegro, G.; Zoffoli, J.P.; Gómez, M. y Robert, P. 2012. Polyphenol content and antioxidant activity of maqui (*Aristotelia chilensis* [Molina] Stuntz) during fruit development. Chilean J. Agric. Res. 72 (4): 582-589.
- Lusk, C.H. 2004. Leaf area and growth of juvenile temperate evergreens in low light: species of contrasting shade tolerance change rank during ontogeny. Functional Ecology 2004 (18): 820–828.
- Maxwell, K. y Johnson, G. 2000. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. Journal of Experimental Botany. 51 (345): 659-668.
- Mendoza, C.; Turrión, M.; Aceñolaza, P.; Gallardo J. y Pando, V. 2014. Retranslocación de nutrientes en especies dominantes de bosques del Espinal Mesopotámico (Argentina). Bosque 35(2): 185-193.
- Molina-Montenegro, M.; Torres-Díaz, C.; Carrasco-Urra, F.; González-Silvestre, L. y Gianoli, E. 2012. Plasticidad fenotípica en dos poblaciones antárticas de *Colobanthus quitensis* (Caryophyllaceae) bajo un escenario simulado de cambio global. Gayana Bot. 69(1): 152-160
- Sáez, P.; Bravo, L.; Sáez, K.; Sánchez-Olate, M.; Latsague, M. and Ríos, D. 2012. Photosynthetic and Leaf Anatomical Characteristics of *Castanea sativa*: A Comparison between *in Vitro* and Nursery Plants. Biologia Plantarum, 56, 15-24.
- Savitree, M.; Pongbupakit, I.; Sae-Lee, N, and Sitthithaworn, W. 2004. Radical Scavenging Activity and Total Phenolic Content of Medicinal plants used in primary health care. SWU J Pharm Sci, 9(1)

“Micropropagación de material adulto de *Lapageria rosea* Ruiz & Pav. y su relación con bacterias endófitas”

Jara, S.¹; Sossa, K.^{1,2} y Hasbún, R.¹

¹ Laboratorio de Epigenética Vegetal, Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción.

² Laboratorio de Biopelículas y Microbiología Ambiental, Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción.

I. Introducción

Lapageria rosea (Familia *Philesiaceae*), o también conocida como copihue, es una enredadera endémica de Chile y es considerada oficialmente la Flor Nacional desde el año 1977 (Menegoz y Zapata 2017; Seguel *et al.* 2016). Se encuentra de manera silvestre entre las regiones de Valparaíso y de Los Lagos (Marticorena *et al.*, 2010). Crece hasta 6 m de altura y sus flores tienen importancia ornamental. La etapa de floración ocurre entre verano y otoño, con tépalos de color blanco, rosado o rojo (Seguel *et al.*, 2016).

Su propagación es a partir de semillas y se debe esperar aproximadamente 4-7 años para conocer el color de su flor. Por el contrario, mediante acodo o por esquejes tomados de plantas adultas, solo se deben esperar 2 años para obtener plantas con flor (Gidekel *et al.*, 2004). Sin embargo, ambas opciones dependen de la disponibilidad de plantas madres y de la edad del material vegetal. Una alternativa es la micropropagación a partir de plantas juveniles o adultas de copihue pero algunas principales barreras son la larga fase juvenil y/o contaminación endógena (Jordan *et al.*, 1983; Seemann, 1983). Algunos microorganismos presentes *in vitro*, han sido reconocidos como benéficos, destacando algunas bacterias endófitas que promueven la multiplicación, el enraizamiento e incluso la etapa de aclimatación (Orlikowska *et al.*, 2016; Zawadzka *et al.*, 2013). Los objetivos de este estudio son establecer un protocolo para la micropropagación de plantas adultas (con flor) de copihue. Se espera encontrar bacterias endófitas que facilitarán el proceso de micropropagación de copihue adulto.

II. Metodología

Plantas madre de *Lapageria rosea* de 4 años de edad provenientes del vivero Encanto Salvaje de Linares (Región del Maule) con capacidad de floración temprana se llevaron al vivero de la Facultad Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción. El proceso de micropropagación se realizó en el Laboratorio de Epigenética Vegetal (UdeC). En la etapa de iniciación del cultivo *in vitro*, se utilizaron segmentos nodales (SN < y > a 2 mm de grosor) y ápices caulinares (AC) fisiológicamente juveniles. Ambos materiales se desinfectaron con etanol 70% por 30 s, seguido de un lavado con agua destilada estéril (ADE), luego 10 minutos en hipoclorito de sodio 0,5% y finalmente 3 lavados con ADE. Se llevaron a tubos de ensayo con medio de iniciación: MS, 3% de sacarosa, BAP (4,4 µM para segmentos nodales y 13,2 µM para ápices caulinares) y 0,7% de agar a pH 5,7. Después 30-45 días se llevaron a medios de multiplicación (4,4 µM de BAP) por 40 días y elongación (0,44 µM BAP con 0,05 µM IBA) por 40 días más, manteniendo la concentración de sacarosa, agar, y pH del medio de iniciación. Los cultivos, independientemente de la fase en la cual estaban, se dejaron en una cámara de crecimiento a 23±1°C con fotoperiodo de 16/8 h.

En esta última etapa, se aislaron bacterias endófitas usando medio LW y TSA, evaluándose su crecimiento a lo largo del tiempo. Inicialmente las bacterias aisladas se incubaron en oscuridad a

27±1°C. Posteriormente se llevaron a caldo nutritivo con medio TSB, y se incubaron a 16 ± 1 °C o 28 ± 1° C.

III. Resultados y Discusión

La iniciación del cultivo in vitro de plantas adultas de copihue se vio determinada por el grosor del explante inicial y no por el tiempo de asepsia en hipoclorito de sodio. Usando SN < 2 mm provenientes de brotes nuevos, la contaminación desaparece y casi el 100% de los explantes responden (Fig. 1A). Seemann (1983) también realizó una desinfección con Tween 20 e hipoclorito de calcio en segmentos de 2 mm de diámetro desde brotes laterales de plantas de *L. rosea* de 2 años de edad, sin embargo, la contaminación fue total. En la multiplicación, se observó en SN (Fig.1B) y AC, que al sumergir al menos una yema basal en el medio de cultivo la respuesta se acelera, probablemente porque facilita el ingreso de nutrientes y hormonas al explante. En los AP se observó una cantidad excesiva de brotes (Fig. 1C), los cuales fueron llevados a elongación y crecieron sin problemas (Fig. 1D). En esta etapa, los SN tienen poca cantidad de brotes frente a los AC (Fig 1E), sin embargo, cuando comenzaron a aparecer hojas expandidas se hicieron evidentes algunas bacterias endófitas (Fig. 1F y 1G). La aparición de dichas bacterias coincide con aquellos recipientes donde se observa mayor crecimiento, siendo probable que se trate de microorganismos beneficios.

En relación al crecimiento de los endófitos aislados, se observó que luego de re-cultivarse varias veces, estos requieren mayor tiempo para crecer probablemente por la ausencia de su hospedero. Quambusch *et al.* (2014) aisló bacterias endófitas en *Prunus avium*, los cuales sin tejido vegetal no crecieron. A pesar de ello, se observa mayor crecimiento a menor tiempo de las bacterias endófitas en caldos nutritivos a 16°C que a 28 °C.

IV. Conclusiones

Los protocolos para la micropropagación a partir de plantas de *L. rosea* de 4 años presentan resultados satisfactorios utilizando ambos tipos de explantes (ápices y segmentos nodales) cuando provienen de brotes nuevos. Los explantes iniciales contienen bacterias endófitas, algunas con aparente función bioactivadora del crecimiento, las cuales podrían ser manejadas para mejorar el proceso de micropropagación de copihue adulto.

V. Bibliografía

- Gidekel, M.; Valladares, I.; Rivas, Y.; Gutierrez, A.; Destefano, L. and Guerra, E. 2004. Rapid and efficient micropropagation system for copihue (*Lapageria rosea*). Patent Application Publication Pub.No. US 200410268429 A1. United States.
- Jordan, M.; Cortes, I. and Montenegro, G. (1983). Regeneration of *Lapageria rosea* plantlets by tissue culture (Family *Philesiaceae*). *Gartenbauwissenschaft* 48(3): 97-100.
- Marticorena, A.; Alarcón, D.; Abello, L. y Atala, C. 2010. Plantas Trepadoras, Epífitas y Parásitas Nativas de Chile: Guía de Campo. 1 ed. Editorial Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 291 p.
- Menegoz, K. y Zapata, A. 2017. Flora cordillerana del Ñuble y sus usos tradicionales. 1 ed. Impresora la Discusión, Chillán, Chile, 196 p.
- Orlikowska, T.; Nowak, K. and Reed, B. 2016. Bacteria in the plant tissue culture environment. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)* 128(3): 487-508.

- Quambusch, M.; Pirttilä, A.M.; Tejesvi, M.V.; Winkelmann, T. and Bartsch, M. 2014. Endophytic bacteria in plant tissue culture: differences between easy-and difficult-to-propagate *Prunus avium* genotypes. *Tree physiology* 34(5): 524-533.
- Seemann, P. 1983. Propagación in vitro del copihue (*Lapageria rosea* Ruiz et Pav.). *Agro Sur (Chile)* 11 (2): 130-134.
- Seguel, I.; Chahín, M.G.; Zapata, A.; Gajardo, C.; Díaz, L.; Morales, A.; Chait, E.; Plaza, J.; Burgos, G.; López, R.; Hirzel, J.; Guerrero, J.; Herrera, F.; Muñoz, J. y Domínguez, J. 2016. Copihue: Manejo, caracterización y usos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Temuco, Chile, 165 p.
- Zawadzka, M.; Trzcinski, P.; Nowak, K. and Orlikowska, T. 2013. The impact of three bacteria isolated from contaminated plant cultures on in vitro multiplication and rooting of microshoots of four ornamental plants. *Journal of Horticultural Research* 21(2): 41-51.

Anexos

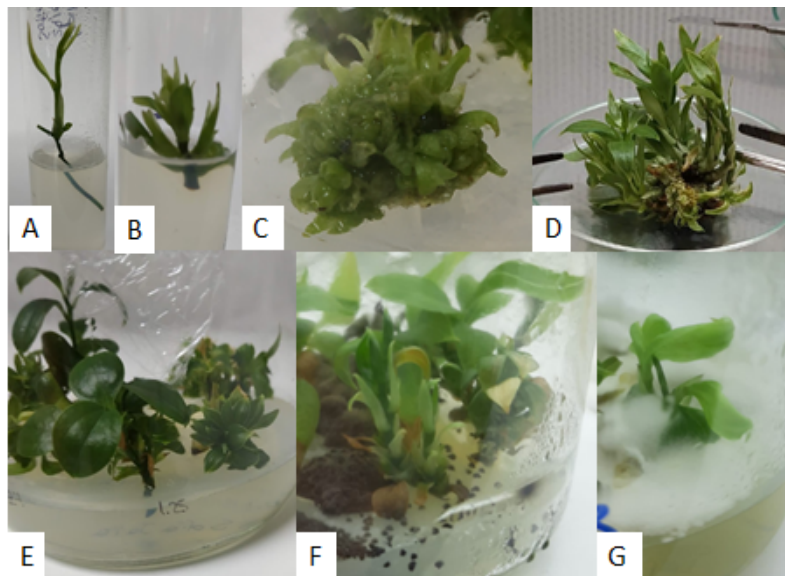


Figura 1. Iniciación, multiplicación y elongación de cultivos de *L. rosea* a partir de segmentos nodales y ápices caulinares. A) Iniciación de segmentos nodales a las 6 semanas; B) Multiplicación de segmentos nodales a las 2 semanas; C) Ápices caulinares en medio de multiplicación (total: 4 meses); D) Ápices caulinares con 1 mes en medio de elongación; E) Segmentos nodales en medio de elongación; F-G) Segmentos nodales en medio de elongación con presencia de bacterias endófitas.

“Efecto de la temperatura en el crecimiento de *Zephyra elegans* a partir de semilla”

De la Cuadra, C.; Vidal, A.; Peñaloza, P. y González, J.
Escuela de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

I. Introducción

Zephyra elegans es una planta geófita endémica de Chile que presenta un alto potencial ornamental (Bridgen *et al.*, 2002). Su hábitat natural son las planicies costeras que presentan un clima desértico costero con abundante nubosidad (Cereceda *et al.*, 2008; Novoa y López, 2001). Para la obtención de un cormo floral igual o mayor a 0,8 g (Kim *et al.*, 1988) se requiere por lo menos de 4 años para alcanzarlo partiendo de semilla (Yáñez *et al.*, 2005). Al final del primer año se obtienen cormos con un peso entre 0,01 y 0,09 g; al final del segundo año un peso de 0,1 a 0,2 g; al final del tercer año un peso de 0,6 a 0,7 g; y, finalmente, al final del cuarto año un cormo floral de 1,5 g. Este largo proceso de obtención de un cormo floral es un gran problema que dificulta su domesticación y desarrollo como planta ornamental. Por lo tanto, existe un gran desafío de hacer eficiente el proceso disminuyendo el tiempo necesario para obtener un propágulo floral, ojalá a un año, máximo dos.

Como factores críticos para la producción de propágulos de plantas bulbosas se mencionan la temperatura, el fotoperiodo y otros (Le Nard and De Hertogh, 2002). El objetivo de este trabajo es identificar el efecto de dos diferentes temperaturas diurnas en el crecimiento de *Zephyra elegans* a partir de semilla.

II. Metodología

El material vegetal utilizado proviene de semillas cosechadas de plantas cultivadas de *Zephyra elegans* pertenecientes a la Colección de Germoplasma de la Escuela de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Se sembraron 50 semillas por maceta con sustrato de corteza de pino y puestas en cámara de crecimiento a 15°C/10°C con fotoperiodo de 12 horas. Cumplidas 6 semanas desde siembra se procedió al raleo, dejándose 25 plántulas por maceta y se iniciaron los tratamientos de temperatura día/noche de 15°C/10°C y 25°C/10°C. Por cada tratamiento se utilizaron 3 repeticiones y se consideró como repetición a la maceta. Durante el periodo de cultivo, cada dos semanas se observó el número de hojas y la superficie fotosintética [% Verde = (1 - % de senescencia)] hasta alcanzar la senescencia total del cultivo. Al término del cultivo se midió el porcentaje de bulbificación (individuos que lograron formar un cormo) y el peso fresco de los cormos producidos.

III. Resultados y Discusión

Las plántulas de *Z. elegans* producen solamente una hoja, la hoja cotiledón. La aparición de una segunda hoja, la primera hoja verdadera, no fue observada. Los tratamientos con temperatura fresca (15°C/10°C) y alta (25°C/10°C) no afectan el inicio de la senescencia que se manifiesta desde la semana 13 de cultivo (90 días después de siembra). No obstante, el tratamiento con temperatura fresca muestra una tendencia de favorecer la duración del cultivo (reduce la velocidad de senescencia) al comparar con el tratamiento con temperatura alta. El efecto del tratamiento con temperatura alta es la reducción de la duración del cultivo en seis semanas comparado con el de temperatura fresca (Figura 1).

Al finalizar el cultivo se levantaron y contaron los cormos obteniéndose un 95% de bulbificación en ambos tratamientos. Respecto al peso fresco promedio del cormo obtenido al final del cultivo, existe efecto. Las temperaturas frescas favorecen la obtención de cormos de mayor peso (214 ± 56 mg) al compararlas con las temperaturas altas que son casi 50% inferior (106 ± 16 mg).

Importante destacar que cormos de 300 mg de peso fresco tienen un 80% de brotación y un 10% emite escape floral durante su temporada de cultivo. Además, cormos igual o mayor a 800 mg brotan un 100% y son requeridos para producir escapes florales con calidad comercial (Kim *et al.*, 1998) por lo que se debe seguir investigando en hacer más eficiente el proceso.

IV. Conclusiones

Este experimento reafirma la idea de que a temperaturas frescas ($15^{\circ}\text{C}/10^{\circ}\text{C}$) se favorece una mayor duración del cultivo (se retarda la velocidad de senescencia) y se obtienen cormos de mayores pesos frescos en línea con las condiciones de su hábitat originario. No obstante, falta por identificar otras condiciones que eviten la entrada en senescencia o que favorecen la emisión de nuevas hojas que redunden en la obtención de cormos de mayor peso fresco, idealmente, de calidad floral.

Bibliografía

- Bridgen, M.; Olate, E. and Schiappacasse, F. 2002. Flowering geophytes from Chile. *Acta Hort.* 61:115-129.
- Cereceda, P.; Larraín, H.; Osses, P.; Farías, M. and Egaña, I. 2008. The climate of the coast and fog zone in the Tarapacá region, Atacama Desert, Chile. *Atmos. Res.* 87(3): 301-311.
- Kim, H.H.; Ohkawa, K. y Sakaguchi, K. 1998. Effects on corm weight on the growth and flowering of *Zephyra elegans* D.Don. *Acta Hort.* 454:335-340.
- Le Nard, M. and De Hertogh, A.A. 2002. Research Needs for Flower Bulbs (Geophytes). *Acta Hort.* 570, 121-127 DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.570.12
- Novoa, J.E., y López, D. 2001. IV Región: El escenario geográfico físico, p. 13-28. In: F.A. Squeo, G. Arancio, and J.R. Gutiérrez (eds.). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.
- Yáñez, P., Ohno, H. and Ohkawa, K.. 2005. Temperature effects on corm dormancy and growth of *Zephyra elegans* D.Don. *Sci. Hort.* 105:127-138.

Anexo

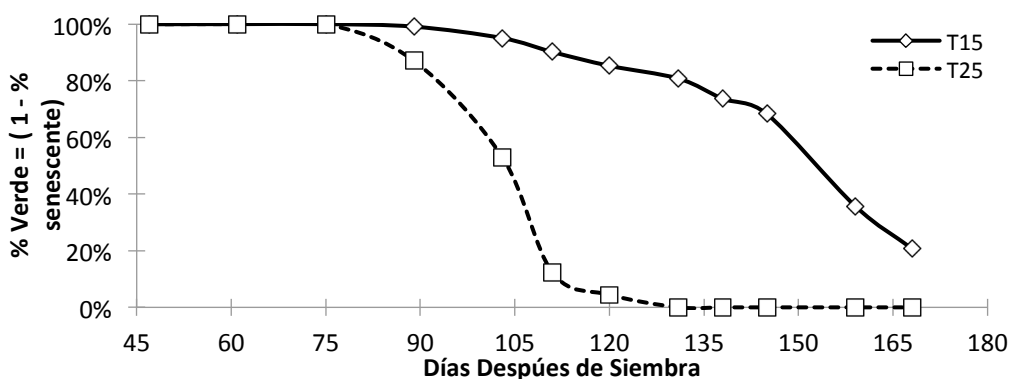


Figura 1. Efecto de la temperatura diurna sobre la senescencia de plántulas de *Zephyra elegans*.

“Ensayo de establecimiento de Cacho de cabra (*Skytanthus acutus*) y Lechero (*Euphorbia lactiflua*) en la localidad de Los Choros, comuna de La Higuera, Coquimbo”

Espinoza, A.; Arcos, N.; Green, D. y Moure, D.
Meristema Consultores.

I. Introducción

Uno de los grandes problemas al momento de afrontar compensaciones, rehabilitaciones o proyectos de reforestación con flora nativa es dar un “cumplimiento satisfactorio” a los requerimientos ecológicos y legales. Esto se acentúa por la falta de normativa sobre el periodo en que se debe entregar la plantación por parte de CONAF. De acuerdo a la experiencia del equipo consultor, un “cumplimiento satisfactorio” se define como el establecimiento de una población o comunidad que sea capaz de: (1) afrontar la presión de herbivoría y las condiciones hídricas del medio, (2) integrar individuos morfológicamente similares a los del ecosistema de referencia, (3) tener buen vigor y condiciones fitosanitarias óptimas, (4) cumplir su ciclo fenológico, (5) mostrar regeneración natural e (6) integrarse paisajísticamente, cumpliendo todas las interacciones con el entorno.

Lechero y cacho de cabra son dos especies que se distribuyen desde la II a la III región y desde la II a la IV región respectivamente. Actualmente no hay información acerca de su comportamiento en plantaciones. Con la finalidad de ampliar el conocimiento acerca de las técnicas de establecimiento de estas especies en reforestaciones, decidimos abordar los factores enmienda de suelo y protección contra el viento y la herbivoría, como primera instancia para favorecer el desarrollo de las plantas.

Para esto se montó un ensayo con estas especies en el que se consideraron los siguientes tratamientos: distintas condiciones de protección de radiación solar y herbivoría (malla negra – malla blanca) y presencia o ausencia de enmienda (con compost- sin compost).

II. Metodología

En junio de 2018 se realizó el montaje del experimento, que buscó determinar una manera satisfactoria de establecer estas especies bajo un sistema de riego tecnificado (30 L/planta mensual) y con distintas condiciones de protección y enmienda. El ensayo se ubicó en la quebrada de Los Choros, comuna de La Higuera, región de Coquimbo. Las semillas fueron recolectadas en la comuna de Caldera y viverizadas durante 1 año por sistema de producción a raíz cubierta en bolsas de polietileno de 1 L, bajo sombreadero de malla raschel. El ensayo se compone de tres bloques mixtos (A, B y C) de cacho de cabra y lechero de distintas características edáficas. Cada bloque contempla 150 plantas de cacho de cabra y 150 plantas de lechero, sujetas a un tratamiento de protección del sol y de herbivoría con malla de protección blanca de 50%, un tratamiento con malla de protección negra de 50% y un tratamiento control sin malla de protección (testigo). A su vez cada sección plantada se subdividió en dos, aplicando un tratamiento que incorpora dos litros de enmienda orgánica en la casilla de plantación (compost) y un tratamiento sin compost. Para la especie lechero, se consideró un cuarto bloque (D) dentro del mismo ensayo en un suelo de alta pedregosidad, debido a que naturalmente el hábitat de esta especie suele tener estas características. Este bloque contempla 180 plantas sometidas a los mismos tratamientos descritos anteriormente.

El monitoreo de los bloques se realizó en junio de 2019, un año después de la plantación y consistió en la evaluación de las variables sobrevivencia estado de vigor, altura y diámetro a la altura del cuello (DAC). El análisis estadístico se realizó a través de ANDEVA y comparación de medias en el caso de los datos normales y Kruskal-Wallis y comparación de medianas en el caso de los datos que no se ajustaban a la distribución normal.

III. Resultados y Discusión

El estudio revela que para el tratamiento de protección con malla sombreadora, la presencia de malla presentó mayor vigor, DAC y altura en ambas especies. En cuanto al color de la malla de protección, este solo influyó significativamente en el crecimiento en altura de la especie lechero, siendo el tratamiento bajo malla negra el que registró los mayores valores.

En el caso de la variable vigor, tanto las plantas de cacho de cabra como de lechero que recibieron compost tienen un vigor significativamente inferior a las que no recibieron, lo que podría sugerir un efecto adverso de la retención de humedad en estas especies, o favorecer el desarrollo de hongos patógenos a los que estas especies son muy susceptibles. En las variables altura y DAC no existieron diferencias significativas para este tratamiento.

Respecto a los bloques con diferencias edáficas, la especie cacho de cabra presentó mayor crecimiento en altura y DAC en el bloque de característica textural arenosa, sin presentar diferencias significativas en la variable estado de vigor.

En el caso de la especie lechero, el crecimiento en altura fue menor en los bloques con suelo arenoso y con suelo de abundante pedregosidad, mientras que en bloques con suelo areno-francoso presentaron los mayores valores. Respecto a la variable estado de vigor, esta fue significativamente menor en el bloque con mayor pendiente y abundante pedregosidad.

IV. Conclusiones

Se puede concluir que en general existen diferencias significativas en el uso de malla protectora en el vigor, DAC y altura, ya sea como protección de herbivoría, viento, radiación solar o aumento de humedad. En contraposición a la hipótesis inicial, la adición de compost disminuyó el desempeño de la variable estado de vigor. Estos resultados se consideran preliminares, dado que la plantación recién cumple un año desde su establecimiento, pero interesantes para planificación de nuevas plantaciones con estas especies.

Bibliografía

Muñoz-Schick, M. 1985. Flores del Norte Chico, ed. 2. Dirección de Bibliotecas. Archivos y Museos, Ilustr. Mun. La Serena, La Serena, Chile.

León M. y Pañitrur C. 2019. Investigación para ensayos con plantas de algarrobillas y especies xerofíticas establecidas en área de reforestación sector de punta colorada. Banco base de semillas. INIA Intihuasi. Artículo en preparación.

“Juvenilidad en maqui (*Aristotelia chilensis*): plantas provenientes de micropropagación versus estacas enraizadas”

González, B.; Muñoz, B.; Moya, M.; Doll, U. y Vogel, H.
CENATIV, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.

I. Introducción

El fruto de maqui *Aristotelia chilensis*, conocido por sus propiedades antioxidantes extraordinarias, ha sido recolectado hasta la fecha desde sus poblaciones silvestres. Con el fin de proveer a futuro en forma sustentable materia prima de calidad, se han seleccionado genotipos altamente productivos (Vogel *et al.* 2016), los que están siendo propagados vegetativamente. Entre los métodos de propagación se está explorando la micropropagación, técnica que en algunas especies leñosas puede retrasar la producción frutal por la juvenilidad del material vegetal (Read y Bavougian, 2103). El presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de la técnica de propagación *in vitro* o enraizamiento de estacas, sobre la juvenilidad de clones seleccionados de maqui.

II. Metodología

Plantas de maqui de seis clones (“Luna Nueva”, “Perla Negra”, 304, 319, 218, 622), todas de la misma edad, provenientes de micropropagación o enraizamiento tradicional de estacas, se evaluaron en un ensayo de campo con cinco repeticiones por clon y técnica de propagación. Las plantas fueron establecidas en abril de 2017 sobre camellones cubiertos con un mulch anti-maleza, a una densidad de 3,5 x 1,2 m y regadas mediante un sistema de riego por goteo durante el periodo vegetativo de octubre hasta abril.

Las plantas se evaluaron durante dos años: primera temporada 2017, segunda temporada 2018. En octubre de cada año se registró la floración y en diciembre/enero la producción frutal por planta. En el último verano se determinó además el número de nudos formados hasta el inicio de la producción frutal.

III. Resultados

En la primera temporada uno de los genotipos (“Luna Nueva”) ya produjo fruto en todas sus plantas, independiente de la técnica de propagación. En otros tres (“Perla Negra”, '304', '319') sólo las estacas enraizadas florecieron durante la primera temporada, mientras que los dos genotipos restantes (“218” y “622”) iniciaron la floración recién durante la segunda temporada, cuando ya todas las plantas han sobrepasado la etapa de juvenilidad produciendo frutos.

Las yemas generativas se observan generalmente a partir de los nudos 7 a 11.

En las variedades “Luna Nueva” y “Perla Negra” las plantas de estacas enraizadas lograron un mayor rendimiento de frutos que aquellas obtenidas de propagación *in vitro*.

Las plantas propagadas por estacas mostraron una mayor variabilidad entre plantas, mientras que las micropropagadas eran más homogéneas

IV. Conclusiones

En *Aristotelia chilensis* la juvenilidad no parece ser un problema para las plantas propagadas *in vitro*. En cuatro clones las plantas provenientes de estacas florecieron durante la primera temporada en el huerto, probablemente por provenir de plantas madres ya inducidas.

Por otra parte, las plantas provenientes de micropropagación eran más homogéneas y de un buen desarrollo vegetativo, iniciando la producción frutal durante su segunda temporada.

Agradecimientos: El presente estudio fue financiado por los proyectos FIC-R BIP30388036-0 (GORE, Gobierno Regional del Maule) y FONDEF ID14I20108 (CONICYT).

Bibliografía

- Read, P.E. y Bavougian, C.M. 2013. *In vitro* rejuvenation of woody species. *Methods in Molecular biology* 11013:383-395.
- Vogel H.; González, B.; Catenacci, G. y Doll, U. 2016. Domestication and sustainable production of wild crafted plants with special reference to the Chilean Maqui berry (*Aristotelia chilensis*). *JuliusKühn-Archiv* 453:50-52.

39

“Efecto de diferentes fuentes de luz en el establecimiento de maqui (*Aristotelia chilensis*) *in vitro*”

Muñoz-Espinoza, V.; Fuentes, J.C.; González, B.; Moya, M.; Doll, U. y Vogel, H.
Centro de plantas nativas (CENATIV), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.

I. Introducción

El maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. es endémico de Chile y Argentina. En Chile se distribuye desde la región de Coquimbo hasta la región de Aysén. Está presente en ambas cordilleras y en el valle central, desde el nivel del mar hasta los 2.500 m.s.n.m. (Vogel *et al.*, 2008). Sus características benéficas para la salud han convertido al maqui en una planta muy valorada y con una alta demanda en el mercado. Sin embargo, su oferta está muy limitada, ya que su producción proviene principalmente de la recolección de plantas desde ambientes silvestres. Investigaciones previas realizadas en la Universidad de Talca, han logrado la selección de fenotipos de interés tanto comercial como agronómico. Una alternativa que permite la masificación de estos cultivares es la micropropagación *in vitro*. El cultivo *in vitro* puede ser optimizado adecuando las condiciones ambientales a los requerimientos específicos de cada especie. La recepción de distintas longitudes de onda e intensidades de luz, faculta a las plantas para acondicionarse a cambios de iluminación, controlando su fotosíntesis y morfogénesis (Anders *et al.*, 2015). Mientras que las plantas absorben un restringido rango de la radiación incidente (Nguy-Robertson *et al.*, 2015), modificaciones en la longitud de onda y en la intensidad en la luz incidente, influyen en su morfología, procesos fisiológicos, crecimiento y desarrollo (Johkan *et al.*, 2010, Takahashi, *et al.*, 2012). La presente

investigación busca optimizar la calidad de luz que permita un mayor crecimiento de explantes de maqui *in vitro*.

II. Metodología

Se utilizaron plantas propagadas por cultivo *in vitro* de *Aristotelia chilensis*, Luna Nueva, Morena, Perla Negra y clon 622. Para los ensayos se utilizó medio de cultivo Woody Plant sin hormonas adicionales. Antes de subcultivar los explantes en frascos individuales, se midió altura, peso y número de nudos.

Los ensayos se instalaron en una cámara de cultivo a $22 \pm 2^\circ\text{C}$, con un fotoperiodo 16 h luz y 8 h oscuridad. En el primer ensayo se contó con un módulo de iluminación LED, regulado con un software informático. La intensidad de la luz entregada, tenía picos de irradiancia en la luz azul con 450 nm y en la luz roja 660 nm. Se ensayaron combinaciones de distintas intensidades de luz azul (0,21 – 0,31 – 0,49 $\text{W/m}^2/\text{nm}$) y luz roja (0,33 – 1,0 $\text{W/m}^2/\text{nm}$). Para control se utilizó luz LED blanca que presenta picos en la luz azul (0,06 $\text{W/m}^2/\text{nm}$) y amarillo naranja (0,05 $\text{W/m}^2/\text{nm}$).

En un segundo ensayo se evaluaron 3 luces disponibles en el comercio, LED de colores, LED blanca y tubo fluorescente de luz blanca. Las luces LED destacan por una alta eficiencia energética y no emiten calor lo que permite que se puedan ubicar más cerca de las plantas.

Al mes de cultivo se midió altura (mm) y número de nudos formados por cada explante. Con espectroradiómetro se cuantificó la luz entregada por las distintas fuentes.

III. Resultados

En el primer ensayo se observó que el clon Luna Nueva alcanzó un mayor crecimiento en altura con la luz blanca, cuando se incrementó la intensidad de la luz azul respecto de la luz roja. En Perla Negra en cambio, independientemente de la combinación de luz azul y luz roja, el crecimiento en altura fue favorecido por la luz blanca.

En el segundo ensayo se observó que Luna Nueva, Perla Negra y el clon 622 alcanzaron una mayor altura con la luz LED blanca. La luz fluorescente favoreció el crecimiento de Morena y Perla Negra. Luna nueva formó más nudos con luz LED blanca, Perla Negra y Morena con luz fluorescente y el clon 622 con luz LED blanca y luz fluorescente.

La intensidad lumínica ha demostrado ser un factor importante de considerar. La luz LED blanca sólo entregaba entre un 5 y un 6% de la máxima intensidad entregada por la luz LED rojo-azul, mientras que la luz fluorescente emitía un 28% de la intensidad máxima entregada por la luz LED colores. Altos niveles de intensidad lumínica causan la saturación del fotosistema, lo que significó un menor crecimiento de los explantes.

IV. Conclusiones

La intensidad lumínica ha demostrado ser un importante factor a considerar en el cultivo *in vitro* de maqui. Por su alta intensidad y no presentar todo el espectro fotosintéticamente activo, la luz LED rojo/azul no es una buena alternativa para el crecimiento de explantes de maqui. Las luces LED y fluorescente blancas, que entregan el espectro completo de la radiación PAR, favorecen el crecimiento de maqui *in vitro*.

Bibliografía

- Anders, K. y Essen, L.O. 2015. The family of phytochromelike photoreceptors: Diverse, complex and multi-colored, but very useful. *Current Opinion in Structural Biology*. 35: 7-16.
- Johkan, M.; Shoji, K.; Goto, F.; Hashida, S. y Yoshihara, T. 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience*. 45: 1809-1814.
- Nguy-Robertson, A.; Suyker, A. y Xiangming, X. 2015. Modeling gross primary production of maize and soybean croplands using light quality, temperature, water stress, and phenology. *Agricultural and Forest Meteorology*. 213: 160-172.
- Takahashi, H.; Yamada, H.; Yoshida, C. y Imamura, T. 2012. Modification of light quality improves the growth and medicinal quality of clonal plantlets derived from the herbal plant *Gentiana*. *Plant Biotechnology*. 29: 315-318.
- Vogel, H.; Razmilic, I.; San Martin, J.; Doll, U y Gonzalez., 2008. Plantas medicinales chilenas: Experiencia de domesticación y cultivo de Boldo, Matico, Bailahén, Canelo, Peumo y Maqui. Editorial Universidad de Talca. Talca.191 p.

40

“Caracterización biométrica de frutos de *Lithraea caustica* (Molina) Hook & Arn. en distintos estadios de desarrollo fenológico”

Santa Cruz, J.¹; Saavedra, P.¹; Sanhueza, A.² y Peñaloza, P.¹

¹ Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agronómicas y de Los Alimentos, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

² Escuela de Ingeniería Bioquímica, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

I. Introducción

El litre (*Lithraea caustica*) es una especie arbórea de hoja perenne, endémico de Chile, perteneciente a la familia Anacardiaceae (Hoffmann, 2012; Rodríguez *et al.*, 2018). Se distribuye geográficamente entre las regiones de Atacama y Los Ríos, y predomina en las formaciones vegetacionales de bosque y matorral, tanto esclerófilo como espinoso (Pliscoff y Luebert, 2006; Rodríguez *et al.*, 2018).

A pesar de la importancia de esta especie en la restauración de ecosistemas degradados (Peña *et al.*, 2018) y como fuente de alimento para la fauna nativa, son escasos los antecedentes respecto a su propagación (Donoso y Cabello, 1978; Cabello, 1979; Lobos y Kalin, 1994), desconociéndose aún el estadio óptimo de desarrollo fenológico del fruto para estos fines.

Es por esto que el presente estudio plantea realizar la primera aproximación a tal interrogante, a través de la caracterización biométrica de los frutos en distintos estadios de desarrollo fenológico.

II. Metodología

Se recolectaron frutos de *L. caustica* en tres localidades de Chile central, durante el mes de marzo de los años 2015 y 2016: (L1) Olmué (33°00'46,96" S 71°12'05,48" W) (L2) Quillota (32°53'22,33" S 71°10'54,70" W) (L3) Viña del Mar (33°4'0,7" S 71°30'47,31" W). Posteriormente, fue retirado mecánicamente el exocarpo de los frutos, determinándose cuatro estadios fenológicos de desarrollo

del fruto, respecto a la variación cromática del mesocarpo (Rojo, Negro, Blanco-Negro y Blanco), acorde al modelo de Munsell (2012).

En 1500 frutos de cada localidad se determinó la abundancia relativa de cada estadio. Así mismo, de 200 frutos de cada localidad y estadio, se determinó la variable peso, mediante una balanza analítica con sensibilidad de 10^{-4} g; y el área, diámetro ecuatorial (DE) y diámetro polar (DP) a través de la toma de imágenes con un escáner con resolución 2400 ppp, y su análisis con el programa ImageJ Versión 1.6.0_24, de Wayne Rasband.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Minitab 17, de Minitab Inc, donde las variables cuantitativas de los grupos de frutos de las muestras agrupadas se sometieron a análisis de varianza unifactoriales (N: Rojo = 600; Negro = 600; Blanco-Negro = 400; Blanco = 400), con un $\alpha = 0,05$. La asociación entre dos variables se determinó mediante correlaciones de Pearson con un $p = 0,05$.

III. Resultados y discusión

Se evidencia una abundancia heterogénea de los estadios en las muestras analizadas, coincidiendo con lo descrito por Donoso y Cabello (1978) (Figura 1A). Por otra parte, las muestras no presentan una distribución normal para ninguna de las variables, sin embargo, las variables peso (Figura 1B) y área exhiben evidentes diferencias en función del estadio del fruto. Se observan correlaciones positivas y significativas entre todas las variables medidas excepto DE/DP, siendo peso/área [62,6-88,9%] y peso/DP [67,7-82,7%] aquellas con el mayor porcentaje de correlación.

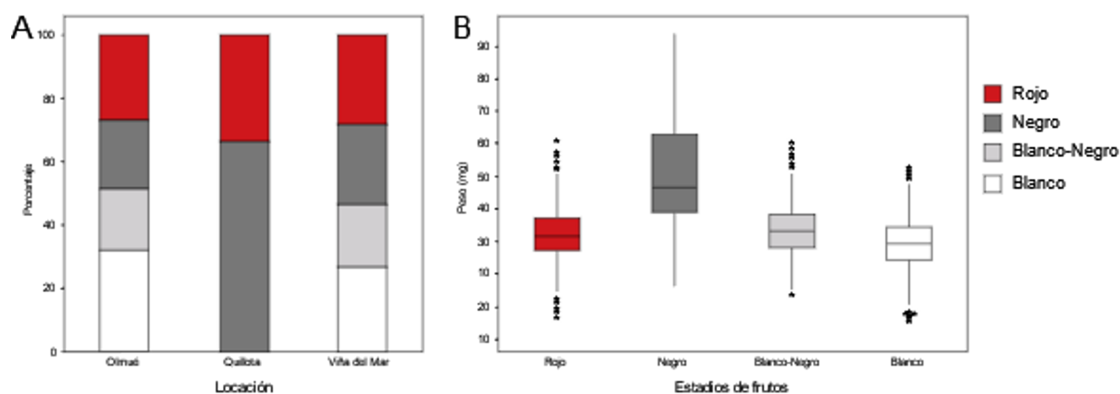


Figura 1. A: Porcentajes de abundancia de cada estadio en las poblaciones estudiadas; B: Gráfico de cajas de los pesos de cada estadio.

IV. Conclusiones

Son propuestos cuatro estadios para caracterizar la fase final del proceso de maduración de los frutos de litre, evidenciándose en su totalidad una alta correlación entre el peso y las variables área y DP, explicando una modificación conjunta de los parámetros biométricos del fruto acorde a diferentes estadios de desarrollo fenológico. Nuevos antecedentes deberán ser aportados con el fin de ratificar la relación de estos parámetros de los frutos con la germinación de las semillas.

Bibliografía

Cabello, A.R. 1979. Estudio anatómico y de germinación en Litre (*Lithraea caustica* (Mol.) H. et Arn.). Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 108 p.

- Donoso, C., y Cabello, A. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales* 1 (2): 31-41.
- Hoffmann, A. 2012. Flora silvestre de Chile, zona central. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile. 254 p.
- Luebert, F., y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 384 p.
- León, P. y Kalin, M.T. 1994. Germinación de semillas de *Lithrea caustica* (Mol.) H. et A. (Anacardiaceae) dispersadas por *Pseudalopex* sp. (Canidae) en el bosque esclerófilo de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 67: 59-64.
- Peña, K.; Donoso, S.; Pacheco, C.; Riquelme, A.; Gangas, R.; Guajardo, A. y Durán, S. 2018. Respuestas morfo-fisiológicas de plantas de *Lithraea caustica* (Anacardiaceae) sometidas a restricción hídrica controlada. *Bosque* 39 (1): 27-36.
- Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D. Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, E.; Sánchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* 75 (1): 1 - 430.

Línea Temática: Fitoquímica y Bioprospección

41

“Prospección botánica, genética y fitoquímica de *Geranium core-core* Steud”

Romero-Silva, M.J.¹; Escobar Peña, M.²; Espinoza Westermeyer, F.³ y Ruiz Nuñez, C.¹

¹ *Paihuen SpA.*

² *Farmacopea Chilena, Escuela de Química y Farmacia, Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso.*

³ *Fewilustración Ilustración naturalista.*

I. Introducción

Geranium core-core Steud. es una hierba perenne dicotiledónea, de la familia de las Geraniáceas. Es nativa de Chile, encontrándose también en países limítrofes como Bolivia y Argentina. En Chile presenta una distribución geográfica que va desde Arica y Parinacota hasta Magallanes, siendo introducida al Archipiélago Juan Fernández, habitando entre los 0 y 4.000 m de altitud (Rodríguez *et al.*, 2018).

Se ha reportado el uso tradicional de esta especie por el pueblo mapuche de la infusión foliar como febrífugo, para el tratamiento de cataratas y estados de shock, mientras que la raíz se usaba para el tratamiento de dolores de muelas, como antiinflamatorio y astringente (Wilhelm de Möesbach, 1992). Adicionalmente, se ha estudiado el efecto antigluceante en ratas del extracto hidroalcohólico de planta total (Rodríguez *et al.*, 1994).

En el presente trabajo se ha reportado nuevos antecedentes etnobotánicos de la especie, el uso en cataplasma entre las regiones de La Araucanía y Los Lagos, para el tratamiento de rozaduras de pañal y cicatrización post-parto. Con base en estos antecedentes y en consideración de sus cualidades medicinales, también en su amplia distribución y adaptación a diversos climas y condiciones edafológicas, se ha realizado un detallado estudio botánico que permita su identificación certera en terreno, genotipificación y análisis fitoquímico de la especie con fines bioprospectivos para la farmacéutica y dermocosmética nacional.

II. Metodología

Se colectaron muestras de la especie durante los meses de octubre y diciembre de 2017 y 2018 en la Reserva de la Biósfera Corredor Biológico Nevados de Chillán-, Laguna del Laja, sector Valle Calabozo y El Avellano, Yungay, Región de Ñuble. De manera adicional y como parte de ensayos comparativos se colectaron muestras de la especie en dependencias Farmacopea Chilena, Cerro Playa Ancha, Valparaíso, Región de Valparaíso; y en sector Auquenco, La Unión, Región de Los Ríos. Una fracción de las muestras se reservó para el análisis botánico y la otra fracción se acondicionó para perfil fitoquímico y análisis genético. El análisis botánico se llevó a cabo mediante observaciones a simple vista y bajo lupa con aumentos 10x, 20x. Se determinó fórmula y diagrama floral, además de ilustración naturalista para la planta total, según detalles y comportamiento registrado en la observación (15-18) goteanística (Toni, 2018; Holdrege, 2005). La extracción de DNA mediante kit NucleoSpin Plant II® a partir de muestra seca, según protocolo Farmacopea Chilena. Se amplificó una

secuencia del gen ITS2 mediante PCR. La purificación del amplificado se realizó con QIAquick Gel Extraction Kit (Qiagen); mientras la secuenciación se realizó por electroforesis capilar ABI PRISM 3500 xl (Applied Biosystem, California, USA). Las secuencias se alinearon contra base de datos del NCBI. El tamizaje farmacognóstico de la especie se realizó sobre soluciones hidroalcohólicas al 10% p/v de hoja y raíz, preparada bajo agitación a 120 rpm por 48 h, identificando presencia de: alcaloides, cumarinas volátiles, flavonoides, saponinas, taninos, cardiotónicos, derivados antracénicos libres, triterpenos y/o esteroides. El Fingerprint de flavonoides se realizó mediante HPLC-DAD (ong *et al.*, 2017).

III. Resultados y Discusión

Los resultados de la observación botánica de la especie se resumen en la figura 1 (Ver anexo). Las muestras colectadas en sector Valle Calabozo presentan una homología de 98,3% con la especie *Geranium core-core* steud. Los resultados para las pruebas de identificación de compuestos químicos dieron positivas para alcaloides, cumarinas, flavonoides, saponinas, taninos y cardiotónicos; y negativos para antraquinonas y triterpenos. En cromatografía de capa fina se observó presencia de Rutina en extracto de hojas de core core. La cuantificación de compuestos fenólicos totales de la muestra fue de 134,4 mg/g, mientras para la cuantificación de flavonoides totales el resultados fue de 3,73%. El fingerprint de flavonoides la muestra mostró distintos picos los cuales se compararon con los cromatogramas individuales de los estándares, indicando la presencia de rutina con un tiempo de retención 21,75 minutos.

IV. Conclusiones

Gracias a los resultados obtenidos en esta investigación se tiene una visión preliminar de las propiedades y características de la especie vegetal *Geranium core-core*, sirviendo como punto de partida para respaldar científicamente su uso en la herbolaria chilena y la prospección de posibles aplicaciones farmacéuticas y dermocosméticas.

Bibliografía

- Dong, R.; Su, J.; Nian, H.; Shen, H.; Zhai, X.; Xin, H.; Qin, L. y Han, T. 2017. Chemical fingerprint and quantitative analysis of flavonoids for quality control of Sea buckthorn leaves by HPLC and UHPLC-ESI-QTOF-MS. *Journal of Functional Foods* 37: 513-522.
- Holdrege, C. 2005. Doing Goethean science. *Janus Head* 8 (1):27-52.
- Rodríguez, J.; Loyola, J.I.; Maulín, G. y Schmeda-Hirschmann, G. 1994. Hypoglycoemic activity of *Geranium core-core*, *Oxalis Rosea* and *Plantago major* extract in rats. *Phytotherapy Research* 8: 372-374
- Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.L.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pouchard, A.; Ruiz, E.; Sanchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de plantas vasculares de Chile. *Gayana Bot* 75 (1):1-430.
- Toni, J.F. 2018. On the origins and renaissance of Goethe's Morphology. *Elemente der Naturwissenchaftl* 108: 5-21.
- Wilhelm de Möesbach, E. 1992. *Botánica Indígena de Chile*.

Anexo

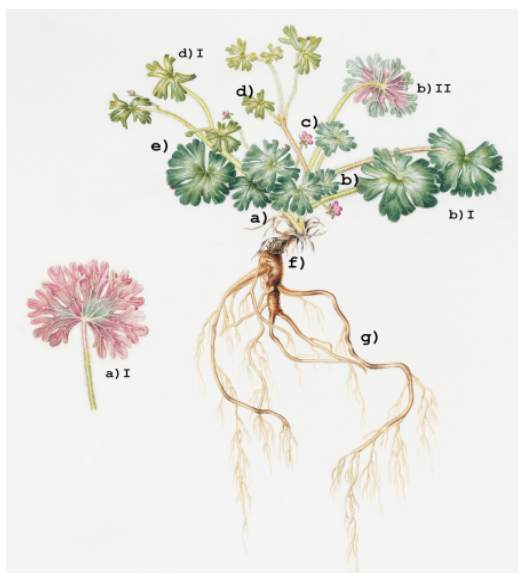


Figura 1._ Ilustración botánica naturalista *Geranium corecore* Steud. planta tota En recorrido visual contrarreloj se observa las características botánicas estacionales de la fase aérea **a)** roseta basal y pigmentación rojiza del envés de la hoja (I.) (invierno). **b)** pecíolo alargado, aumento diámetro de la lámina [I.] y pérdida de pigmentación [II.] y **c)** inflorescencia basal (primavera). **d)** hojas preflorales e inflorescencia distal [I] (verano) y **e)** contracción del vegetativo (otoño). Además se identifica **f)** corona y **g)** sistema radicular

42

“Contenido de cobre, cromo y níquel en *Selliera radicans* Cav.: una hierba común de marismas y humedales costeros de la Región del Maule”

Schiappacasse, F.^{1,4}; *Caramantín Soriano, M.*^{2,4}; *Tapia, J.*² y *Peñailillo, P.*^{3,4}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca.

² Instituto de Química de Recursos Naturales, Universidad de Talca.

³ Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca.

⁴ Centro de Plantas Nativas (CENATIV)

I. Introducción

Metales como Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Zinc (Zn), Níquel (Ni), y Cobre (Cu) entre otros, son componentes naturales del suelo, o bien, productos de actividades antropogénicas. Cu y Zn son esenciales para las funciones celulares, pero en altas concentraciones son tóxicos para los microorganismos del suelo, plantas y animales. Comúnmente, las plantas absorben estos metales, y al ser consumidas por herbívoros, podrían ser incorporados a la cadena trófica.

Selliera radicans es una especie nativa frecuente en las riberas de humedales costeros y marismas que tolera condiciones de salinidad e inundación temporal de su hábitat. Su rápido crecimiento vegetativo a través de rizomas estoloníferos y hojas verde brillantes, la hacen ideal como cubresuelo (Fuenzalida, 2011). Estudios avalan que esta especie puede ser consumida por herbívoros (Dillehay, 1989; Cursach

et al., 2015), fue fuente de alimento para la antigua cultura de Monte Verde (Dillehay, 1989), y presenta propiedades beneficiosas para la salud por su contenido de inulina (Valenzuela, 2015; Durán, 2016). En este estudio se determinó el contenido de Cu, Cr y Ni en muestras de suelos y en hojas de *S. radicans* de individuos recolectados en humedales costeros y marismas de la región del Maule, ecosistemas ricos en biodiversidad, en especial de avifauna, pero a la vez con una alta carga antrópica producto del turismo y/o actividades silvoagrícolas (Rojas y Tavares, 2011).

II. Metodología

Las muestras de suelo y plantas de *S. radicans* se recolectaron en marzo de 2016 en el Aeródromo contiguo a la laguna Torca, dos sectores del lago Vichuquén: Totorilla y Camping El Sauce, y una marisma de la costa de Putú. En cada sitio, se tomaron dos muestras de suelo y planta, excepto en Totorilla, donde se tomó una. Las muestras de suelo se extrajeron con material de PVC, hasta una profundidad de 10 cm y muestras de hojas de cada planta se lavaron con agua bidestilada y se secaron en estufa a 105°C, hasta peso constante. Las muestras fueron rotuladas y guardadas en envases de plástico.

Se masaron 0,5 g de suelo y se mezcló con 50 mL de HF-HNO₃ (2:1) y luego se solubilizó a 120°C hasta casi sequedad, bajo agitación constante; finalmente la solución resultante se filtró sobre filtros de 0,45 µm de porosidad y el filtrado se llevó a un volumen final de 50 mL con agua bidestilada (Tapia *et al.*, 2014). Las hojas se molieron y homogenizaron, se masó 1,0 g de tejido foliar y se calcinó en crisol de porcelana hasta 500°C por 4 h; a los crisoles enfriados a temperatura ambiente se les agregó 2 mL de agua bidestilada y 10 mL de HNO₃ p.a.; luego las soluciones fueron calentadas a 120°C bajo agitación constante hasta casi sequedad. A continuación las soluciones se filtraron con filtros de 0,45 µm de porosidad y el filtrado se llevó a un volumen final de 50 mL con agua bidestilada (Walinga *et al.*; Miller, 1998).

La determinación de Cu, Cr y Ni se realizó por espectroscopía de absorción atómica de llama (aire/acetileno), utilizando un espectrofotómetro Unicam modelo 969. La validación de la metodología se realizó utilizando material de referencia certificado (BIMEP-432).

No se realizó análisis estadístico por el bajo número de muestras.

III. Resultados y Discusión

Los valores de Cu en el suelo (Cuadro 1) se encuentran dentro del rango registrado para otros sectores costeros de la Región (Tapia *et al.*, 2019). En un suelo normal es aceptable una concentración de Cu de 30 mg kg⁻¹ (Barceló y Poschenrieder, 1992), sólo en El Camping es levemente superior, sitio que los lugareños perciben como contaminado. La concentración de Cu en la planta estuvo dentro de los valores aceptables para las partes aéreas, que van de 5-20 mg kg⁻¹ (Barceló y Poschenrieder, 1992). En el Aeródromo la planta presenta un valor algo mayor. Para plantas medicinales, el contenido máximo de Cu permitido es de 10 mg kg⁻¹ (WHO, 2005); en todos los sectores estudiados este valor es superado o está muy próximo.

Los niveles obtenidos de Cr en el suelo fluctúan dentro del rango encontrado en otros sectores costeros del Maule: 16,1-50,4 mg kg⁻¹ (Tapia *et al.*, 2019). En un suelo normal se considera aceptable una concentración de Cr de 50 mg kg⁻¹ (Barceló y Poschenrieder, 1992). En el tejido vegetal la concentración tuvo valores dentro del rango observado para *Azorella spinosa* (0,2-3,2 mg kg⁻¹) (Tapia *et al.*, 2019); y dentro de la concentración de Cr tolerable para los tejidos de la parte aérea de una planta:

0,1-5 mg kg⁻¹ (Barceló y Poschenrieder, 1992). No obstante, el contenido máximo de Cr permitido en plantas medicinales es 1,5 mg kg⁻¹ y para materia prima a base de hierbas es 2 mg kg⁻¹ (Kohzadi *et al.*, 2019). El valor más alto encontrado para Cr en planta y suelo fue en El Camping.

El valor límite de concentración del suelo para Ni es 30-35,15 mg kg⁻¹. En la costa de Putú se obtuvo el valor más alto. En dicho lugar se practica motociclismo, lo que podría aumentar el contenido de metales en el suelo. El Ni en la parte aérea de la planta fue menor a 0,1 mg kg⁻¹, corroborando lo encontrado por Amari *et al.* (2016) y Freeman *et al.* (2004) en cuanto a que la fitoextracción de Ni por parte de halófitas es escasa.

Cuadro 1: Concentraciones (mg kg⁻¹, en base seca) de Cu, Cr y Ni en plantas de *Selliera radicans* y en suelo de diferentes sectores de la región del Maule.

Sitios de Muestreo	Ubicación Geográfica		Metales		
			Cu	Cr	Ni
Aeródromo	34°78'00''L.S.	Planta	22,7	1,3	<0,1
	72°04'92''L.W.	Suelo	8,1	29,7	13,1
Totorilla	34°83'72''L.S.	Planta	9,9	0,9	<0,1
	72°03'12''L.W.	Suelo	12,4	33,0	15,6
Camping	34°78'68''L.S.	Planta	17,0	1,8	<0,1
	72°07'08''L.W.	Suelo	32,0	41,3	37,1
Costa Putú	35°14'47''L.S.	Planta	10,7	0,9	<0,1
	72°25'60''L.W.	Suelo	11,5	32,3	47,4

IV. Conclusiones

En hojas de *S. radicans* se detectaron valores menores a 0,1 mg kg⁻¹ de Níquel, aunque estaba presente en el suelo. La planta absorbe Cobre y Cromo, detectándose valores altos en algunos sitios. Al ser consumida por herbívoros, se está produciendo la entrada de estos metales a la cadena trófica. Para su uso comestible o medicinal se debe potenciar su cultivo en sistemas libres de estos metales. Los datos apoyan la percepción popular de considerar el sector del Camping como contaminado.

Bibliografía

- Amari, T.; Ghnaya, T.; Sghaier, S.; Porrini, M.; Lucchini, G.; Attilio Sacchi, G. & Abdelly, C. 2016. Evaluation of the Ni²⁺ Phytoextraction potential in *Mesembryanthemum crystallinum* (Halophyte) and *Brassica juncea*. *Journal of Bioremediation & Biodegradation* 7 (2):336.
- Barceló, J. y Poschenrieder, Ch. 1992. Respuestas de las plantas a la contaminación por metales pesados. *Suelo y Planta* 2:345-361.
- Cursach, J.A.; Rau, J.R.; Tobar, C.; Vilugrón, J. y De la Fuente, L.E. 2015. Alimentación del cisne de cuello negro *Cygnus melanocoryphus* (Aves: Anatidae) en un humedal marino de Chiloé, sur de Chile. *Gayana* 79 (2):137-142.
- Durán, S.M. 2016. Cuantificación de inulina y aislamiento e identificación de metabolitos secundarios desde la Hierba de las marismas (*Selliera radicans* Cav.). Memoria de título Universidad de Talca. Talca, Chile.
- Fuenzalida, H.A. 2011. Reproducción por semillas y fenomorfología de la Hierba de las marismas (*Selliera radicans* Cav.). Memoria de título, Universidad de Talca, Talca, Chile.

- Freeman, J.L.; Persans, M.W.; Nieman, K.; Albrecht, C.; Peer, W.; Pickering, I.J. & Salt, D.E.. 2004. Increased glutathione biosynthesis plays a role in nickel tolerance in *Thlaspi* nickel hyperaccumulators. *The Plant Cell* 16 (8):2176-2191.
- Kohzadi, S.; Shamoradi, B.; Ghaderi, E.; Loqmani, H. & Maleki, A. 2019. Concentration, source, and potential human health risk of heavy metals in the commonly consumed medicinal plants. *Biological Trace Element Research* 187 (1):41-50.
- Miller, R.O. 1998. Nitric-perchloric acid wet digestion in an open vessel. In: Y.P. Karla (ed.), *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC Press. Boca Raton, Florida, EE.UU. pp. 57-61.
- Dillehay, T. 1989. Monteverde: A late pleistocene settlement in Chile. Vol I. Paleoenvironment and site context. Smithsonian Institution Press, Washington & London. pp. 53-85; 147-170.
- Rojas, J.L. y Tavares, Y. 2011. Implementación de prácticas públicas y privadas relacionadas al ordenamiento territorial a través de la determinación de unidades de paisaje en la cuenca hidrográfica del lago Vichuquén, Chile. *Revista geográfica de América Central*. Número especial EGAL, Costa Rica. pp. 1-22.
- Tapia, J.; Vargas, L. Chacoff, C.; Bertrán, F.; Peña-Cortés, F.; Hauenstein, E.; Valderrama, A.; Lizana, C. & Fierro, P. 2014. Accumulation of potentially toxic elements in sediments in Budi Lagoon, Araucanía region, Chile. *Environmental Earth Sciences* 72:4283-4290.
- Tapia, J.; Cornejo, J.; Gutiérrez, M.; Peñailillo, P.; Baettig, R.; Vargas-Chacoff, L.; Espinoza, J. & Martín, A.S. 2019. Study of the Copper, Chromium, Manganese and Zinc contents in the species *Azorella spinosa* (Apicaceae) collected in the Maule Region, Chile. *Journal of Environmental Protection* 10:601-613.
- Valenzuela, C. 2015. Estudio fitoquímico en el cubresuelo nativo *Selliera radicans* Cav. Memoria de título Universidad de Talca. Talca.
- Walinga, I.; Van der Lee, J.J.; Houba, V.J.G.; Van Vark, W. e Novozamsky, I. (eds.). 1995. *Plant Analysis Manual*. Wageningen, Holanda.
- WHO (World Health Organization). 2005. *Quality controls methods for medicinal plant materials*. Geneva, Suiza.

43

“Obtención e incorporación de antocianinas de *Argyria radiata* en películas comestibles”

Valenzuela, C.; Figueroa, F.; Velásquez, P.; Rodríguez, K.; Bustos, D. y Giordano, A.
 Facultad de Química, Departamento de Química Inorgánica, Pontificia Universidad Católica de Chile.

I. Introducción

La búsqueda hacia el consumo de productos más naturales y libres de químicos es una tendencia actual y el uso de pigmentos naturales como sustitutos a los colorantes sintéticos está siendo ampliamente analizado. Entre los colorantes naturales de interés destacan las antocianinas, carotenoides y betalaínas. Las antocianinas han sido ampliamente estudiadas, debido a su enorme potencial; no sólo se encargan de impartir color a plantas y alimentos, también presentan una serie de beneficios para la salud, como su actividad antioxidante.

Por otro lado, las películas comestibles juegan un papel fundamental en la calidad de los alimentos. Se producen a partir de biopolímeros como proteínas, polisacáridos, lípidos o una mezcla de éstos y en su solución formadora generadora se incluyen plastificantes como: glicerol, sorbitol, poli etilenglicol, entre otros, para aumentar la flexibilidad y elasticidad.

El siguiente estudio busca obtener extractos de antocianinas desde *Argyria radiata* e incorporarlos en películas comestibles como un aditivo de origen natural para mejorar el color en alimentos.

II. Metodología

Se recolectaron flores de *Argyria radiata*, las cuales se liofilizaron hasta aproximadamente 1% de humedad. El material vegetal posteriormente se molió y disolvió en 4 solventes distintos (agua destilada, etanol, mezclas 1 y 2), para luego sonicarlos y agitarlos durante 1 hora. Se filtraron y almacenaron a -20 °C en viales color ámbar. Las antocianinas totales se cuantificaron por el método diferencial de pH: Se prepararon dos diluciones de cada muestra, una en buffer de cloruro de potasio (pH=1) y otra en buffer acetato de sodio (pH=4.5), se estabilizaron durante 30 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad, midiéndose la absorbancia a 700 nm y a $\lambda_{vis-m\acute{a}x}$. El análisis de color polimérico se realizó mediante el método del bisulfito: se preparó una solución de bisulfito y una solución 0,025 M de cloruro de potasio (pH = 1), donde a 2,8 mL de la muestra diluida se añadió 0,2 mL de solución de bisulfito y a 2,8 mL de la muestra 0,2 mL de agua destilada. La variación de color se midió a distintas longitudes de onda (420 nm, $\lambda_{vis-m\acute{a}x}$ y 700 nm).

Para la elaboración de las películas comestibles se utilizó la técnica de evaporación de solvente usando una matriz de κ - carragenina (1%p/v) en la cual se disuelven los plastificantes glicerol y polietilenglicol (1:1). Posteriormente se agregó el extracto de antocianinas obtenido de *Argyria radiata*. Las películas se deshidrataron en horno por convección durante 24-48h y luego se midió el color por CIELab reportado como $L^*a^*b^*$. Para comparación, se realizó el mismo método y las mismas mediciones en arándano. Todos los análisis se realizaron en triplicado y se reportaron como promedio \pm desviación estándar. Se aplicó un análisis de varianza y test de Tukey con $p < 0.05$ y una confianza del 95% usando el programa Statgraphics Centurion XVI.

III. Resultados y Discusión

Los resultados indicaron que la extracción con ultrasonidos es más eficiente al extraer las antocianinas de *Argyria radiata* que el proceso de agitación, utilizando cualquiera de los solventes o mezclas de solventes evaluados. Entre los solventes evaluados, la mezcla 2 logró extraer significativamente mayor cantidad de antocianinas totales. La mezcla 2 extrajo aproximadamente el doble de la cantidad extraída con etanol, tres veces más la cantidad de antocianinas extraídas con agua. La mezcla 1 fue la que extrajo menor cantidad de antocianinas. La Figura 1 muestra la coloración de los extractos obtenidos que dan una idea de la tendencia de los resultados. Importante señalar que este es el primer reporte de cuantificación de antocianinas en *Argyria radiata*. El color polimérico indica el porcentaje de antocianinas copolimerizadas y de reacciones de oscurecimiento, o sea, el color resistente al blanqueado con bisulfito de sodio.

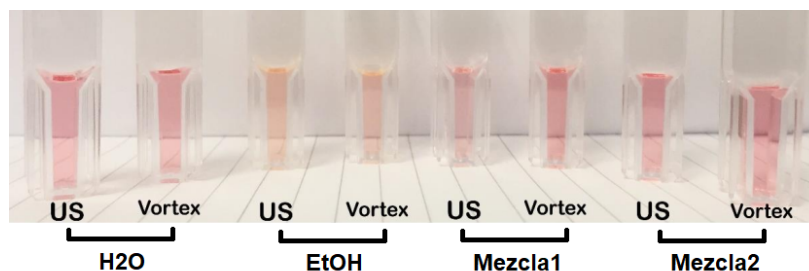


Figura 1. Extractos obtenidos a partir de *Argylia radiata*.

IV. Conclusiones

Mediante el trabajo realizado se obtuvo un extracto etanólico de *Argylia radiata*, siendo la mezcla 2 el disolvente de mayor eficiencia al extraer antocianinas acompañado del uso de ultrasonidos durante el proceso de extracción. El color de las películas comestibles adicionadas con los extractos mostró un aumento de la coloración rojiza en comparación al control, cuyas variaciones estarían relacionadas a la concentración de antocianinas y pH, principalmente.

Bibliografía

- Jiang, T.; Mao, Y.; Sui, L.; Yang, N.; Li, S.; Zhu, Z.; Wang, C.; Yin, J.H. y He, Y. (2019). Degradation of anthocyanins and polymeric color formation during heat treatment of sweet potato extract. *Food chemistry*, 274, 460-470.
- Giusti, M.M. & Wrolstad, R.E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, (1), F1-2.
- Seol, K.H.; Lim, D.G.; Jang, A.; Jo, C. y Lee, M. (2009) Antimicrobial Effect of κ -Carrageenan-Based Edible Film Containing Ovotransferrin in Fresh Chicken Breast Stored at 5 °C. *Meat Science*, 83:479-483.

44

“Flora psicoactiva ritual de Chile: un recurso en el olvido”

Santa Cruz, J. y Peñaloza, P.

Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agronómicas y de los Alimentos, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

I. Introducción

En vista de la diversidad vegetal presente en el planeta y la demanda de nuevos productos químicos para la industria agrícola y farmacológica, surge el desafío de optimizar el proceso de identificación de plantas de mayor aptitud, con un principal interés en los metabolitos secundarios (Cordell *et al.*, 2001; Wink, 2015).

En este sentido, la bioprospección etnodirigida, basada en la alta probabilidad de que los usos tradicionales de las plantas permitan la identificación de fitoquímicos de utilidad, ha demostrado ser eficaz (Khafagi y Dewedar, 2000; Fabricant y Farnsworth, 2001; Gyllenhaal *et al.*, 2012).

De este modo, se alza en las plantas psicoactivas la oportunidad de realizar la búsqueda de nuevos tratamientos para enfermedades relacionadas con el sistema nervioso central y el desarrollo de insecticidas (Duke *et al.*, 2010; Tupper *et al.*, 2015).

Sin embargo, la información asociada a la flora psicoactiva de carácter ritual de Chile carece de plena sistematización. A su vez, la evidencia presenta una fuerte relación con la tradición ancestral, siendo susceptible al olvido, con la consecuente pérdida del patrimonio cultural y el conocimiento de los recursos biológicos del país.

La presente investigación posee como objetivo reunir la información etnobotánica existente en la bibliografía, dando origen al primer catálogo consolidado de la diversidad de especies que componen la flora psicoactiva ritual de Chile.

II. Metodología

La definición de “flora psicoactiva ritual” fue adaptada de diversas fuentes (Sayin, 2016; Díaz *et al.* 2019; entre otros), estableciéndose como tal a las especies vegetales administradas de diversos modos en rituales y ceremonias; ya sea en enemas, bebidas, fumadas en cigarros o pipas, inhaladas o masticadas; induciendo estados alterados de conciencia, tales como ansiolisis, aumento de la empatía y placer sexual, distorsión de la percepción del tiempo y espacio, euforia, pérdida de inhibición, perturbaciones del ego, sedación, sinestesia, entre otros; efectuadas como medio de comunicación con la divinidad, adivinación y predicción del futuro, realización de maleficios y encantamientos, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, y ritos de paso. A su vez, fueron excluidas las especies consideradas psicoactivas tras un proceso de fermentación alcohólica.

Se realizó la búsqueda bibliográfica de su empleo en Web of Science (WOS), Google Scholar, SciELO, Scopus, y diversas bibliotecas (ej. Biblioteca Nacional de Chile y Biblioteca de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso); utilizando como principales palabras clave: “alucinógenos”, “Chile”, “etnobotánica”, “flora ritual”, “psicoactivos”, tanto en inglés como español; recopilándose un total de 185 referencias.

La presencia de las especies en Chile, así como su origen fueron corroborados según Rodríguez *et al.* (2018), y la nomenclatura actualizada conforme a The Plant List (2019).

III. Resultados y Discusión

En un período de 231 años (1788 a 2019) es reportado el empleo de 44 especies psicoactivas en el contexto ritual, pertenecientes a 25 familias, siendo Solanaceae la de mayor representación (48%). En cuanto a su origen, el 43% posee carácter nativo, un 32% endémico, un 2% introducido y un 23% cultivado o importado; correspondiendo en su totalidad al 0,73% de la flora vascular presente en Chile.

Sin embargo, la información recopilada respecto a múltiples especies carece de robustez, al encontrarse mencionadas en no más de dos referencias, sin una clara especificación de su contexto de empleo (ej. *Artemisia copa*; *Peumus boldus*; *Vestia foetida*); así como la proposición de su eventual uso (ej. *Browningia candelaris*; *Dunalia spinosa*; *Echinopsis chiloensis*).

IV. Conclusiones

El país presenta una elevada riqueza de flora psicoactiva de carácter ritual en comparación con zonas como la península Ibérica y el sur de África. Es necesario destacar su potencial en la búsqueda de

moléculas útiles para la industria agrícola y farmacológica, con un particular interés en el desarrollo de tratamientos para trastornos neurológicos.

Bibliografía

- Cordell, G.A.; Quinn, M.L. y Farnsworth, N.R. 2001. The potential of alkaloids in drug discovery. *Phytotherapy Research* 15: 183-205.
- Wink, M. 2015. Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines* 2: 251-286.
- Sayin, H.U. 2016. Psychoactive plants used during religious rituals. In: *Neuropathology of drug addictions and substance misuse*. 17-28 p.
- Díaz, J.; Lobos, P.; Marticorena, A.; Celis, J. & Giovannini, P. 2019. Native Useful Plants of Chile: A Review and Use Patterns. *Economic Botany*: 1-15.
- Khafagi, I.K. y Dewedar, A. 2000. The efficiency of random versus ethno-directed research in the evaluation of Sinai medicinal plants for bioactive compounds. *Journal of Ethnopharmacology* 71: 365-376.
- Fabricant, D.S. y Farnsworth, N.R. 2001. The Value of Plants Used in Traditional Medicine for Drug Discovery. *Environmental Health Perspectives* 109 (1): 69-75.
- Gyllenhaal, C.; Kadushin, M.R.; Southavong, B.; Sydara, K.; Bouamanivong, S.; Xaiveu, M.; Xuan, L.T.; Hiep, N.T.; Hung, N.V.; Loc, P.K.; Dac, L.X.; Bich, T.Q.; Cuong, N.M.; Ly, H.M.; Zhang, H.J.; Franzblau, S.G.; Xie, H.; Riley, M.C.; Elkington, B.G.; Nguyen, H.T.; Waller, D.P.; Ma, C.Y.; Tamez, P.; Tan, G.T.; Pezzuto, J.M. y Soejarto, D.D. 2012. Ethnobotanical approach versus random approach in the search for new bioactive compounds: Support of a hypothesis. *Pharmaceutical Biology* 50 (1): 30-41.
- Duke, S.O.; Cantrell, C.L.; Meepagala, K.M.; Wedge, D.E.; Tabanca, N. y Schrader, K.K. 2010. Natural toxins for use in pest management. *Toxins* 2: 1943-1962.
- Tupper, K.W., Wood, E.; Yensen, R. y Johnson, M.W. 2015. Psychedelic medicine: a re-emerging therapeutic paradigm. *CMAJ* 187(14): 1054–1059.

45

“Explorando la actividad antimicrobiana de la flora nativa: Rumpa, un fruto del Copao”

Ramos-Sazo, S.¹; Caramantín Soriano, M.²; Carrasco Sánchez, V.¹; Poblete-Tapia, P.¹; Lobos, O.¹ y Padilla, C.¹

¹ Tecnología Médica, Laboratorio de Microbiología, Universidad de Talca.

² Instituto de Química de Recursos Naturales, Centro de Plantas Nativas, Universidad de Talca.

I. Introducción

Chile presenta una gran variedad de plantas gracias a su diversidad de climas y ambientes. En las regiones del norte la vegetación es escasa y se destacan arbustos y gran riqueza de cactus. *Eulychnia* es un género presente en Perú y Chile. Copao (*Eulychnia acida* Phil.) es un cactus arborecente y endémico de las zonas áridas del norte de Chile, posee frutos denominados Rumpa que tienen un sabor ácido y refrescante (Masson *et al.*, 2011). Según Jiménez *et al.* (2014 y 2015), el fruto del Copao es fuente de compuestos fenólicos, minerales y altos niveles de ácido ascórbico que le confieren

destacada capacidad antioxidante y antiinflamatoria. Sin embargo, no existen evidencias acerca de su actividad antimicrobiana. A nivel mundial, la principal amenaza en la terapia antimicrobiana es el desarrollo de microorganismos resistentes generados principalmente por el uso excesivo e inadecuado de antibióticos en pacientes (Millanao *et al.*, 2018). Hoy en día se están desarrollando diversas acciones al respecto que abarcan tanto la salud humana como animal, vegetal y medioambiental. Los agentes antimicrobianos naturales son una alternativa atractiva debido a los verdaderos beneficios que tributan estos productos a la salud. De acuerdo a Velásquez & Montenegro (2017) las plantas nativas/endémicas de Chile son fuente potencial de compuestos con propiedades antioxidantes y antibacterianas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la actividad antimicrobiana de extractos orgánicos del fruto del Copao sobre bacterias con relevancia clínica, causantes de enfermedades nosocomiales, enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs) y microorganismos con gran resistencia antibiótica en la actualidad, tales como son, las bacterias Gram positivo y Gram negativo; se incluye además una levadura.

II. Metodología

Los frutos del Copao de cáscara rojo-morado se recolectaron en la Serena (IV Región de Coquimbo) en enero de 2019. La cáscara y la pulpa del fruto fueron separadas y extraídas con solventes en orden creciente de polaridad (hexano, acetato de etilo, etanol y metanol) en baño ultrasónico. El solvente fue eliminado con rotaevaporador y finalmente liofilizado. Los extractos crudos obtenidos se estudiaron por *screening* antimicrobiano sobre once microorganismos: *Escherichia coli* (Gram negativo), *Pseudomonas aeruginosa* (Gram negativo), *Salmonella typhimurium* (Gram negativo), *Enterobacter cloacae* (Gram negativo), *Bacillus cereus* (Gram positivo), *Citrobacter freundii* (Gram negativo), *Shigella sonnei* (Gram negativo), *Candida albicans*, *Acinetobacter baumannii* (Gram negativo), *Staphylococcus aureus* (Gram positivo) y *Listeria monocytogenes* (Gram positivo). Para este ensayo se partió de una masa determinada de extracto crudo liofilizado y se llevó a una concentración de 50 mg/mL empleándose una mezcla de solventes orgánicos, dependiendo de la polaridad de cada extracto estudiado. Extractos de acetato de etilo fueron analizados por cromatografía en columna (CC) de sílica-gel, empleando mezcla de solventes orgánicos. Las fracciones obtenidas fueron agrupadas luego de su análisis por cromatografía en capa fina (CCF) y revelado con radiación ultravioleta (UV), 2-Aminoetil-difenilo borato (DPBA) y 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). Los grupos 2, 4 y 5 del extracto de la cáscara y los grupos 5 y 6 de la pulpa fueron analizados por bioautografía sobre las bacterias antes mencionadas a excepción de *C. freundii*, *S. aureus* y *C. albicans*. Se usó Cloranfenicol (CAF) como control positivo y una placa de CCF control para cada bacteria. Cabe destacar que, después del desarrollo y secado completo de los sensibilizadores y CCF se realizó el *screening* antimicrobiano y bioautografía.

III. Resultados y discusión

Los resultados mostraron que los extractos de acetato de etilo (cáscara y pulpa) del fruto del Copao fueron los más activos de acuerdo al *screening* microbiológico. En las placas Petri se observaron halos de inhibición entre 6,0 mm y 15 mm, tanto en las bacterias Gram positivo como Gram negativo, mientras que en la levadura *C. albicans* no se observó inhibición. Los grupos 2, 4 y 5 de la cáscara y los grupos 5 y 6 de la pulpa se seleccionaron para hacer el ensayo de bioautografía. Los resultados de este ensayo mostraron que el grupo 2 presentó la mayor inhibición del crecimiento bacteriano con respecto a los otros grupos sobre las bacterias *B. cereus* y *Shigella sonnei*. Según las revelaciones con DPBA y

DPPH, los grupos analizados en la bioautografía pertenecen a compuestos flavonoides y presentan actividad antioxidante respectivamente (Ferrara & Thompson, 2019). Los resultados obtenidos en esta tesis son inéditos, sin embargo es necesario continuar los estudios para conseguir una imagen más completa de los componentes y el potencial antibacteriano de esta fruta.

IV. Conclusiones

Esta investigación científica evidencia la capacidad antimicrobiana de los extractos orgánicos de la Rumpa, dónde se logró obtener el grupo 2D como el más activo en la inhibición. Los resultados hacen del fruto del Copao una potencial fuente alimenticia con propiedades antibacterianas.

Bibliografía

- Ferrara, B.T. and Thompson, E.P. 2019. A method for visualizing fluorescence of flavonoid therapeutics *in vivo* in the model eukaryote *Dictyostelium discoideum*. *BioTechniques* 66: 65-71.
- Jiménez-Aspee F.; Quispe, C.; Soriano, M.D.P.C.; Fuentes, J.; Hüneke E.; Theoduloz, C. and Schmeda-Hirschmann, G. 2014. Antioxidant activity and characterization of constituents in copao fruits (*Eulychnia Ácida* Phil., Cactaceae) by HPLC–DAD–MS/MSn. *Food Research International* 62(1): 286–298.
- Jiménez-Aspee, F.; Alberto, M.R.; Quispe, C.; Soriano, M.D.P.C.; Theoduloz, C.; Zampini, I.C.; Isla, M.I. and Schmeda-Hirschmann, G. 2015. Anti-inflammatory activity of copao (*Eulychnia acida* Phil., Cactaceae) fruits. *Plant Foods for Human Nutrition* 70(2): 135-40.
- Masson, S.L.; Salvatierra, G.M.A.; Robert, C.P.; Encina, A.C. and Camilo, M.C. 2011. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(4): 521-529.
- Millanao, A.; Barrientos, C.; Siegel-Tike, C.; Tornova, A. y Ivanova, L. 2018. Resistencia a los antimicrobianos en Chile y el paradigma de Una Salud: manejando los riesgos para la salud pública humana y animal resultante del uso de antimicrobianos en la acuicultura del salmón y en medicina. *Revista Chilena de Infectología* 35(3): 299-303.
- Velásquez, P., y Montenegro, G. 2017. Chilean Endemic/Native Plant Resources as Functional and Superfoods. En: Viduranga Waisundara and Naofumi Shiomi. *Superfood and Functional Food - An Overview of Their Processing and Utilization*. IntechOpen; 2017. p. 131-154.

46

“Establecimiento *in vitro* de *Aristotelia chilensis* para producción de masa vegetativa con alta síntesis de compuestos fenólicos”

Vergara, A.; Crisóstomo, K.; Hernández, M.; Sánchez, M. y Ríos, D.

Laboratorio Cultivo de Tejidos Vegetales, Facultad de Ciencias Forestales y Centro de Biotecnología, Universidad de Concepción

I. Introducción

Aristotelia chilensis (Molina) Stuntz es una especie que pertenece a la familia de las *Eleocarpaceae* endémica de los bosques subantárticos de Chile y Argentina, con una distribución en Chile desde la IV hasta la XI región, pudiendo alcanzar altitudes de hasta los 2500 m.s.n.m. (Rodríguez *et al.* 1983,

Rodríguez *et al.* 1995). Esta especie, se desarrolla en una amplia variedad de suelos, por lo tanto, si bien abunda en suelos húmedos y ricos en materia orgánica también se puede desarrollar en suelos secos y degradados como también en una gran variedad de climas (Donoso 1974; Donoso 2006). La gran capacidad de *A. chilensis* para adaptarse a distintos ambientes descrita anteriormente lleva consigo un poderoso mecanismo antioxidante para hacer frente a condiciones ambientales estresantes, el cual está fuertemente desarrollado principalmente por las altas concentraciones de compuestos fenólicos encontrados en sus hojas y frutos de esta especie apareciendo así su gran valor como fuente de una serie de metabolitos ampliamente aprovechados por la industria farmacéutica, vitivinícola, alimentaria, entre otros. Para la extracción de metabolitos secundarios a partir de la parte vegetativa surgen una serie de técnicas dentro de las cuales destaca el cultivo *in vitro* de tejidos como una alternativa de extracción eficaz y sustentable.

II. Metodología

El material vegetal se recolectó a partir de plantas madre multiplicadas previamente a través de estacas. En éstas se colectaron segmentos nodales para estimulación directa de yemas vegetativas bajo condiciones estériles. Se realizó asepsia del material vegetal sumergiendo éste en solución fungicida de Captan – Benomilo en proporción 1:1 por 3 horas en agitación constante, posteriormente se realiza en cámara de flujo laminar lavado del material durante 5 minutos en solución de hipoclorito de sodio 10% p/v utilizando un surfactante para romper la tensión superficial. Posteriormente se lava con agua destilada estéril hasta eliminar el exceso de cloro en los explantos. Para la estimulación de crecimiento de yemas vegetativas se cortaron varetas de aproximadamente 30 cm de longitud, se les realiza una asepsia superficial con fungicida y solución de hipoclorito de sodio y se sumerge la porción inferior en agua destilada estéril cubriéndolas con una bolsa plástica transparente para mantener ambiente estéril y se dejan en cámara de cultivo a 23 ± 1 °C, con un fotoperiodo de 16 h de luz/ 8 horas de oscuridad. Para el cultivo de segmentos nodales se establecieron estos en medio de cultivo MS para inducción descrito por Crisóstomo (2015) con adición de PVP (T1) y un segundo medio con EDHHA Férrico (T2). Cuando el microtallo originado alcanzaba una longitud por sobre los 3 cm de altura fueron subcultivados en medio semisólido, siguiendo la metodología descrita por Crisostomo (2015) Para la cuantificación de fenoles solubles y ligados se tomaron hojas adultas y juveniles desde la planta madre y hojas originadas bajo condiciones de cultivo *in vitro* utilizando la metodología planteada por Gurr *et al.* (1992). Para los análisis estadísticos se utiliza software InfoStat/L y para la elaboración de representaciones gráficas software Sigma Plot 10.

III. Resultados y Discusión

Se observó una alta carga de agentes contaminantes en los explantos provenientes directamente de campo como también de aquellos generados por estimulación de varetas en condiciones de cultivo *in vitro*. Para el establecimiento de segmentos nodales el principal problema radica en la oxidación de los tejidos, la cual impidió el desarrollo de las yemas vegetativas del explanto, obteniendo distintos porcentajes de éxito para cada tratamiento evaluado, obteniéndose un porcentaje de rendimiento del 52%. En la cuantificación de fenoles, éstos se separaron en fenoles ligados y solubles, donde la mayor concentración de fenoles solubles y ligados se encontró en las hojas adultas del material *ex vitro* situándose la media en 75 y 59,4 ug de fenoles/gr masa fresca. Mientras que las concentraciones más bajas se encontraban en el material *in vitro* situándose la media en 7,5 y 4,3 ug de fenoles/ gramo de

masa fresca (Figura 1), muy por debajo del material *ex vitro*. La utilización de agentes inductores de estrés, podrían aumentar la síntesis de fenoles en el material vegetal originados bajo condiciones de cultivo *in vitro* (Suzuki *et al*, 2006).

IV. Conclusiones

El principal objetivo de la investigación no logra cumplirse al encontrarse en el material *in vitro* concentraciones de fenoles muy por debajo de las encontradas en material *ex vitro*. El tratamiento con EDHHA férrico resultó en una mejor medida para controlar la oxidación de los tejidos *in vitro* de *A. chilensis*, sin embargo, no resulta ser una medida que solucione esta limitación en su totalidad, para el establecimiento del cultivo *in vitro* de *A. chilensis*.

Bibliografía

- Crisóstomo, K. 2005. Generación de un protocolo para la producción de brotes adventicios vía cultivo *in vitro* y su contenido en fenoles totales en genotipos de *Aristotelia chilensis*. Tesis para optar al título de Ingeniera civil en Biotecnología, Universidad San Sebastián. Donoso C. 1974. Dendrología árboles y arbustos chilenos. Manual N° 2. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 142p.
- Donoso, C. 2006. Las especies de los bosques templados de Chile y Argentina, Autoecología. Marisa Cuneo (ed.). Valdivia. 678 pp. Gurr SI, McPherson MI, Bowles DJ (1992) Lignin and associated phenolic acids in cell walls. *Molecular Plant Pathology and Practical Approach* 3: 62-69.
- Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 408 pp. Rodríguez R. 1995. Flora de Chile. Ed. Universidad de Concepción, Concepción. 408 p.
- Suzuki, N. y Mittler, R. 2006. Reactive Oxygen Species and Temperature Stresses: A Delicate Balance between Signaling and Destruction. *Physiologia Plantarum*, 126, 45-51

Anexo

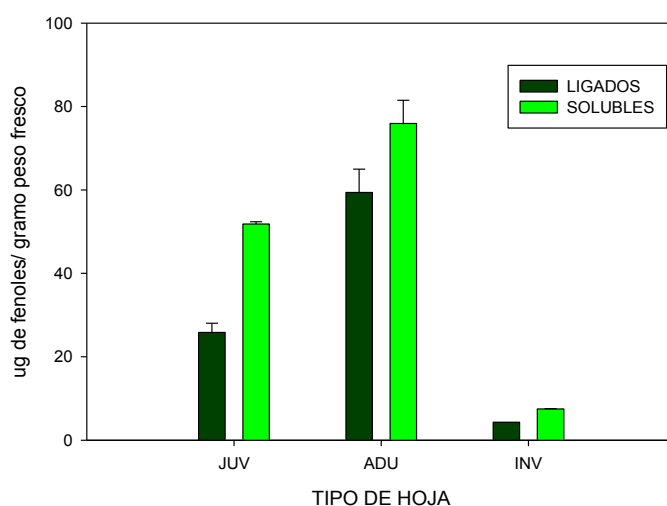


Figura 1: Concentración media de fenoles solubles y ligados extraídos desde hoja de estación (Juvenil = JUV) y adulta (ADU) para condiciones de campo en temporada de primavera (noviembre) y en condiciones *in vitro* (INV).

“Evaluación de la viabilidad en líneas celulares de cáncer y la capacidad antioxidante de los extractos secuenciales de tallo de *Carica chilensis* (*Vasconcellea chilensis*)”

Fernández, R.¹; Madrid, A.¹ y Montenegro, Y.²

¹ Laboratorio de Productos Naturales y Síntesis Orgánica (LPNSO), Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha.

² Escuela de Obstetricia y Puericultura, Facultad de Medicina Universidad de Valparaíso.

I. Introducción

Un balance redox es crucial para asegurar la viabilidad, el crecimiento y las diversas funciones celulares. Las especies reactivas de oxígeno (ROS) se producen en forma natural debido al metabolismo propio de las células, pero una gran parte de estas provienen de fuentes exógenas (Tan *et al.*, 2018). Por otro lado, un gran número de evidencias sugieren que grandes concentraciones de ROS en el cuerpo están estrechamente implicadas en el desarrollo de patologías mortales como el cáncer y el síndrome metabólico (Ahmed *et al.*, 2016). En la actualidad el cáncer constituye la primera causa de mortalidad a nivel mundial. Estas patologías se han incrementado en los últimos años, en gran medida a la contaminación ambiental, radiación solar, las dietas ricas en grasas, el tabaco, el alcohol y las drogas.

Es por esto, que la tendencia mundial por encontrar productos de origen natural para el control de diversas enfermedades tales como el síndrome metabólico, cáncer, etc., han creado la necesidad de detectar y estudiar plantas con potencial antioxidante y citotóxico, que posean menores efectos secundarios, una baja toxicidad en células sanas y una alta efectividad en la remisión de la enfermedad (Veeresham, 2012).

En base a la tendencia actual por productos orgánicos es que se propone estudiar la planta *Carica chilensis*, conocido popularmente como “papayo silvestre” o palo gordo”, arbusto medicinal, endémico y único en su género en Chile.

Carica chilensis es un arbusto monoico o dioico, caducifolio en verano, que alcanza un tamaño de 1-3 m de altura; tiene un tronco grueso y succulento, la corteza exfoliante en la base de árboles adultos. Hojas muy variables en forma, ovadas, deltoides, algunas acorazonadas en la base y partidas en 5 lóbulos angulosos, membranosas; con pecíolo de 3-4 cm. Flores de 5-6 mm de largo, rojas en el exterior y verdes por dentro, flores masculinas nacen en pequeños racimos; flores femeninas solitarias. El fruto es ovoide, de color verde parduzco con semillas ovales envueltas en mucílago. Especie endémica de Chile, se restringe a unas 20 localidades desde el sur de la región de Atacama y principalmente en la Región de Coquimbo y más escasamente en la de Valparaíso (Serra *et al.*, 1986).

En base a una serie de estudios en los que se ha demostrado la capacidad para combatir y controlar la proliferación de células cancerígenas por especies pertenecientes al género *Carica*, se determinará si los extractos de tallo de *Carica chilensis* presentan un potencial efecto citotóxico sobre células cancerígenas de mama, próstata y colon y al mismo tiempo la actividad antioxidante que ayudaría a la prevención de esta patología.

II. Metodología

Se recolectaron tallos de *Carica chilensis* en los Acanilados Federico Santa María de Playa Ancha, ubicados en la región de Valparaíso (33°03'04"S 71°39'34"O). La recolección se realizó durante mayo

de 2016. Los tallos de *Carica chilensis* (576,60 g), fueron secados a la sombra, posteriormente fueron molidos hasta ser convertidos en polvo. Luego, el material vegetal fue introducido en un decantador de 50 L con hexano (H), se dejó macerar por tres días, luego se filtró y concentró el extracto en un rotavapor. Este proceso se repitió con los otros solventes de polaridad creciente: diclorometano (D), acetato de etilo (A) y etanol (E) (Madrid *et al.*, 2012). Los crudos resultantes para cada extracto fueron masados y almacenados en un contenedor cerrado a -4 °C para los posteriores ensayos. La composición de los diferentes extractos realizados fue estudiada mediante la estimación y cuantificación del contenido de fenoles, flavonoides y antraquinonas, como grupo de fitoconstituyentes mayores. La estimación de los compuestos se realizó mediante el empleo de técnicas espectrofotométricas y se cuantificaron por medio de curvas de calibrado. La determinación de la capacidad antioxidante de los diferentes extractos de *C. chilensis* se realizó mediante los métodos de TRAP, FRAP, DPPH• y ORAC (Mellado *et al.*, 2019). Los datos obtenidos fueron comparados y analizados estadísticamente. Por otra parte, se realizaron estudios preliminares de la viabilidad celular de los extractos obtenidos en una serie de células de cáncer (MCF-7 (cáncer de mamas), PC-3 (cáncer de próstata) y HT-29 (cáncer de colon y además de una línea control de epitelio normal de colon. Las células se incubaron a 37° C y se trataron con los extractos a diferentes concentraciones durante 72 h. Tras el tratamiento las células fueron fijadas, lavadas y teñidas con sulforrodamina B. Posteriormente, se determinó la densidad celular usando un lector de placa a 540 nm. Esto permitió calcular mediante el programa Sigma Plot la concentración del extracto que inhibió el crecimiento de las células en un 50% (CI₅₀) (Mellado *et al.*, 2019).

III. Resultados y Discusión

Los extractos de polaridad intermedia presentan los máximos de masa obtenida a partir del sustrato natural como es el caso del extracto de diclorometano que presenta 5,65 % de rendimiento seguido de acetato de etilo con un 4,04 %. Para el screening de fitoconstituyentes el de diclorometano, etanol y acetato (ordenados en forma decreciente) presentaron una distribución similar de fenoles según el ensayo Folin-Ciocalteu's. En cambio, en la composición de flavonoides y antraquinonas destaca significativamente el extracto de diclorometano por sobre los demás extractos obtenidos. Para los ensayos de capacidad antioxidante, el extracto de diclorometano fue el que presentó los mejores valores de DPPH (IC₅₀ 15 mg/mL), ORAC (20 µM TEAC), TRAP (125 mM TEAC) y FRAP (90 mM TEAC).

En el caso de la viabilidad celular, los resultados obtenidos se presenta la misma situación preliminarmente observada para la capacidad antioxidante, en donde los extractos de polaridad baja e intermedia los que obtienen los mejores resultados, el extracto de diclorometano presenta la mejor actividad en células de colon HT-29 con un IC₅₀ de 10 µg/mL y un menor efecto en células de mama y próstata en donde destaca el extracto de hexano con valores de 5 µg/mL.

IV. Conclusiones

En términos generales para este estudio se demostró de manera preliminar que los extractos apolares y semi-polares de rama, presentan actividad citotóxica en todas las líneas celulares ensayadas, lo que presumiblemente se debe a la baja concentración de metabolitos secundarios presentes en los extractos más polares, lo que se corroboró con los ensayos antioxidantes realizados en este estudio.

Esta investigación, además, abre nuevas opciones y desafíos al trabajo investigativo, ya que se proyecta aislar y caracterizar los metabolitos presentes en los distintos órganos de la planta (tallos, hojas y frutos) *Carica chilensis*, para optimizar el uso de éstos, con fines terapéuticos o alimentarios.

Bibliografía

- Ahmed, M.; Pickova, J.; Ahmad, T.; Liaquat, M.; Farid, A. y Jahangir, M. 2016. Oxidation of lipids in foods. *Sarhad Journal of Agriculture*, 32(3): 230-238, 2016.
- Madrid, A.; Espinoza, L.J.; Mellado, M.A.; Osorio, M.E.; Montenegro, I.J, & Jara, C.E. Evaluation of the antioxidant capacity OF *Psoralea glandulosa* L. (Fabaceae) EXTRACTS. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 57(3), 1328-1332, 2012.
- Mellado, M.; Soto, M.; Madrid, A.; Montenegro, I.; Jara-Gutierrez, C.; Villena, J.; Werner, E.; Godoy, P. y Aguilar, L.F. *In vitro* antioxidant and antiproliferative effect of the extracts of *Ephedra chilensis* K Presl aerial parts. *BMC Complement Altern Med* 19: 53, 2019.
- Serra, M.T.; Gajardo, R & Cabello, A. 1986. *Carica chilensis*. Programa de Protección y Recuperación de la flora nativa de Chile. Ficha Técnica de especies amenazadas. Corporación Nacional Forestal. 13 pp
- Tan, B.L.; Norhaizan, M.E.; Liew, W.P., & Sulaiman Rahman, H. Antioxidant and Oxidative Stress: A Mutual Interplay in Age-Related Diseases. *Frontiers in pharmacology*, 9, 1162. 2018
- Veeresham, C. Natural products derived from plants as a source of drugs. *J Adv Pharm Technol Res*. 2012 3(4): 200–201.

48

“Evaluación de extractos fenólicos de especies nativas sobre el crecimiento de *Alternaria* sp.”

Della Costanza, S.¹; Montenegro, G.¹; Contreras, S.² y Ahumada, V.¹

¹ Laboratorio de Botánica y Productos Naturales, Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Laboratorio de Hortalizas y Semillas, Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

I. Introducción

El control de fitopatógenos es un elemento clave dentro del sistema productivo agrícola. Este control se ha basado comúnmente en el uso de agroquímicos, los que han tenido consecuencias negativas sobre el medioambiente y cuyo uso excesivo ha llevado a la generación de resistencia por parte de los patógenos, lo que ha abierto la posibilidad de estudio de nuevas alternativas para el control de patógenos que no se sustenten en los químicos tradicionales. Una de las herramientas que se han planteado es el uso de diferentes extractos naturales. Una recopilación de las cualidades medicinales de plantas nativas en Chile evidenció que los efectos son diversos y abundantes y que el 22,5% tenían efecto antibacteriano y/o antifúngico (Fredes y Montenegro, 2013). Por lo anterior, la hipótesis del presente ensayo es que los extractos fenólicos de plantas nativas controlan el crecimiento de *Alternaria* sp. El objetivo general fue evaluar el potencial biocontrolador de extractos fenólicos nativos y

encontrar una posible alternativa al control químico tradicional. Los objetivos específicos planteados fueron i) Obtener extractos fenólicos a partir de especies nativas; ii) Obtener el hongo patógeno *Alternaria* a partir de semillas contaminadas y iii) Analizar la actividad controladora *in vitro* de los extractos vegetales sobre el crecimiento de *Alternaria*.

II. Metodología

El material utilizado para la obtención de los extractos fenólicos correspondió a muestras foliares de las especies *Quillaja saponaria*, *Oxalis megalorrhiza*, *Aristolelia chilensis*, *Cryptocaria alba*, *Buddleja globosa*, *Acacia caven*, *Schinus molle*, *Drimys winteri* y *Eucryphia cordifolia*. El extracto fenólico de cada especie se obtuvo a partir de una adaptación del protocolo propuesto por Vio-Michaelis *et al.* (2012) y fueron almacenados a -20°C hasta su uso. La actividad antifúngica de los extractos fenólicos sobre *Alternaria* sp. se evaluó a través de un ensayo *in vitro* siguiendo el modelo de *poisoned food technique*, propuesto por Grover y Moore (1962), evaluándose los extractos de las nueve especies al 25%, 12,5%, 3% y 1%. Para esto, placas Petri con medio PDA enmendado con los extractos fueron inoculadas con discos de 6 mm de diámetro del patógeno para su incubación durante 7 días a 28°C . El ensayo se realizó en triplicado. Al séptimo día, se registró el crecimiento micelial alcanzado en cada tratamiento y la actividad antifúngica se expresó como el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial respecto al control. Además del cálculo del porcentaje de inhibición, y la medición de diámetro micelial, se realizó un análisis de regresión para determinar la concentración inhibitoria 50 (CI50) para todos los extractos naturales evaluados, y así determinar a qué concentración de cada uno se obtendría el 50% de inhibición sobre el patógeno. Para la evaluación de los resultados se aplicó el test ANOVA para corroborar la existencia de una diferencia significativa de los tratamientos respecto al control. Posteriormente, y si con ANOVA se observaban diferencias significativas, se utilizó LSD (*Least significant difference*) de Fisher para comparar las medias de cada tratamiento. Para esto, se determinó un valor P de 0,05.

III. Resultados y Discusión

A partir de la evaluación *in vitro* se determinó que todas las especies ejercieron algún grado de control sobre *Alternaria* sp., pero este no fue estadísticamente significativo en todas las concentraciones (LSD Fisher, $P > 0,05$). Los tratamientos correspondientes al 1% de concentración de las especies *S. molle*, *C. alba* y *B. globosa*, no ejercieron ningún control sobre el patógeno. El grado de control fue dependiente de la concentración y se registró una disminución consistente del crecimiento micelial a medida que aumentó la concentración. Sólo dos tratamientos alcanzaron sobre el 50% de inhibición del crecimiento: *A. chilensis* al 12,5% de concentración alcanzó un 53% de inhibición, mientras que *O. megalorrhiza* al 25% de concentración alcanzó un 80% de inhibición del crecimiento. A pesar de esto, a concentraciones más bajas del extracto de *O. megalorrhiza* no existieron diferencias significativas con el control. En relación al IC_{50} , *A. chilensis* obtuvo el menor valor con un $\text{IC}_{50} = 11,25\%$, seguido de *O. megalorrhiza* con 19,98% y *A. caven* con 24,62%.

IV. Conclusiones

De los resultados se puede inferir que los extractos fenólicos de las especies evaluadas presentan compuestos antifúngicos, pero el grado de control es altamente dependiente de la concentración y no todas las especies ejercen un control efectivo sobre el crecimiento de *Alternaria* sp. a bajas

concentraciones. Dentro de las especies evaluadas, *A. chilensis* y *O. megalorrhiza* fueron las que mejor se destacaron por sus propiedades biocontroladoras de *Alternaria* sp.

Agradecimientos: al Proyecto POLO-FIA-UC-Ecoterra (código PYT-2017-0491) por el financiamiento parcial de esta investigación.

Bibliografía

- Biswas, M.K. and Ghosh, T. 2018. Evaluation of Phyto-extracts, Biological Agents and Chemicals against the Development of *Alternaria brassicae* *in vitro* and *in vivo*. European Journal of Medicinal Plants 22(3): 1-9.
- Díaz, P. *et al.* 2010. Antifungal activity of medicinal plant extracts against phytopathogenic fungus *Alternaria* spp. Chilean journal of agricultural research 71(2): 231-239.
- Fredes, C. and Montenegro, G. Chilean Plants as a Source of Polyphenols. In Cespedes CL *et al.*, ed., Natural Antioxidants and Biocides from Wild Medicinal Plants, London, UK. 2013. 116-137
- Grover, R.K. and Moore, J.D. 1962. Toximetric Studies of Fungicides against the Brown Rot Organisms, *Sclerotinia fructicola* and *S. laxa*. Phytopathology 52: 876-879.
- Herrera, C., *et al.* 2010. The antifungal effect of six commercial extracts of Chilean propolis on *Candida* spp. Ciencia e Investigación Agraria 37(1): 75-84.
- Myore, M. and Anandarao, K. 2016. Efficacy of aqueous plant extracts against *Alternaria solani*, the causative agent of early blight of tomato. International Journal of Herbal Medicine 4(6): 184-188
- Navarro, L., *et al.* 2017. Antimicrobial, Optical and Mechanical Properties of Chitosan-Starch Films with Natural Extracts. International Journal of molecular sciences. 18(5): 997.
- Vio-Michaelis, S. *et al.* 2012. Antifungal activity of three Chilean plant extracts on *Botrytis cinerea*. Botanical Sciences 90 (2): 179-183.

Anexo

Cuadro 1. Efecto de extractos fenólicos sobre el crecimiento micelial de *Alternaria* sp. (*Poisoned food technique*).

Tratamiento	Porcentaje de inhibición respecto al control ¹			
	Concentración del extracto fenólico (%)			
	1	3	12,5	25
<i>D. winteri</i>	3,22	8,97	26,21	48,28
<i>A. caven</i>	5,52	11,72	30,345	47,59
<i>B. globosa</i>	0	7,62	14,29	20
<i>A. chilensis</i>	12,38	28,97	53,33	-
<i>O. megalorrhiza</i>	4,76	3,81	3,81	80
<i>C. alba</i>	0	1,9	8,57	11,43
<i>Q. saponaria</i>	19,31	22,07	34,48	34,48
<i>S. molle</i>	0	2,99	16,21	24,83
<i>E. cordifolia</i>	3,91	6,207	11,03	26,21

¹Los valores presentados corresponden a la media de tres repeticiones

“Tolerancia a la salinidad de plantas de una accesión (clon) de *Selliera radicans* Cav. (Goodeniaceae) del Lago Vichuquén, Chile”

Vidal, A.¹; Peñaloza, P.¹; De la Cuadra, C.¹; Ibacache, C.¹; Schiappacasse, F.² y Verdugo, G.¹

¹ Escuela de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Centro de Plantas Nativas.

I. Introducción

Selliera radicans Cav. es una planta herbácea perenne rizomatosa, de la familia Goodeniaceae, originaria de Australia, Nueva Zelanda y Chile. Ha sido descrita como una planta pequeña y rastrera que presenta un uso en horticultura ornamental como cubresuelo, césped, potencialmente en techos verdes o jardines verticales. En la naturaleza, *S. radicans* se encuentra en hábitats descritos como marismas y se le categoriza como una planta halófila hemicriptófila (Ramírez *et al.* 1991). El Lago Vichuquén, en conjunto con la Laguna Torca y la Laguna Tilicura, conforman el humedal costero llamado Complejo Vichuquén ubicado en la región del Maule, Chile. *S. radicans* ha sido descrita como una planta característica del Lago Vichuquén (Meza *et al.* 2015) y en consecuencia, es esperable que estén adaptadas a las condiciones de salinidad de su hábitat (laguna costera de agua dulce con influencia marina) que son menores que en los hábitats de marismas, con o sin influencia marina, donde también crece *S. radicans*. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la tolerancia a la salinidad de las plantas de *S. radicans* que provienen del Lago Vichuquén.

II. Metodología

El material vegetal utilizado proviene de semillas de la accesión Vichuquén-01 de la Colección de Germoplasma de *S. radicans*. La accesión Vichuquén-01 corresponde a una población de plantas completas recolectadas en la ribera norte del Lago Vichuquén. De semillas cosechadas de la accesión Vichuquén-01 se obtuvieron plantas homogéneas con 7 a 10 hojas verdaderas luego de 18 meses de cultivo. Dichas plantas fueron trasplantadas individualmente a macetas de 1 L con sustrato arena de cuarzo esterilizada suplementado con 5g/L de MULTICOTE® 8 (11-31-0.5). Cada maceta con una planta fue considerada una unidad experimental. Se realizó un total de seis tratamientos con 12 repeticiones cada uno, en un DCA. Durante 10 semanas se aplicaron riegos diarios de 250 mL por maceta con drenaje aproximado del 20%. Los riegos se efectuaron con soluciones de 0%, 0,4%, 0,8%, 1,2%, 1,6% y 2,0% de NaCl en agua desionizada.

Durante el periodo de cultivo, cada dos semanas se midió el porcentaje de sobrevivencia de plantas y el área foliar (cm²). El área foliar se midió analizando fotografías digitales mediante el programa Easy Leaf Area© University of California, versión 2.0 (Easlson y Bloom 2014). Para el análisis del porcentaje de sobrevivencia se utilizó el test de diferencia de dos proporciones. Para la variable de área foliar se realizó un ANDEVA por cada fecha de muestreo.

III. Resultados y Discusión

La sobrevivencia de las plantas fue igual o superior al 92% en todos los tratamientos de salinidad. Independiente del nivel de salinidad, 0% a 2,0% de NaCl, no existió efecto sobre la sobrevivencia de las plantas. El incremento en la salinidad del agua de riego redujo el área foliar (Cuadro 1). Este efecto

se observó desde la cuarta semana de tratamiento en adelante. Al regar las plantas con una solución de 0,8% de NaCl, se redujo el área foliar a la mitad con respecto al control. A mayor concentración de NaCl, mayor es la reducción del área foliar respecto al control llegando a un décimo del área foliar cuando se regó con una solución de 1,6% ó 2,0% de NaCl.

Al igual que en muchas otras especies los efectos de la salinidad en *S. radicans* del Lago Vichuquén manifestó como una disminución de su crecimiento. En las plantas de *S. radicans* provenientes del Lago Vichuquén, hubo una disminución en el crecimiento solo cuando se superó el nivel de 0,4% de NaCl. A mayores niveles de salinidad, el crecimiento disminuye, presentando un comportamiento similar al observado en plantas de *S. radicans* de las marismas costeras de Otago, Nueva Zelanda (Partridge y Wilson, 1987). Esta característica de presentar un mayor crecimiento en condiciones de agua fresca que en agua salobre es común en las plantas halófitas facultativas (Parida y Das 2004). Sin embargo, las plantas de *S. radicans* del Lago Vichuquén se vieron afectadas a concentraciones menores que las plantas de *S. radicans* de las marismas costeras de Otago, Nueva Zelanda. Esto sugiere que la población de plantas de *S. radicans* del Lago Vichuquén sería menos tolerante a la salinidad, lo que podría estar influenciado por el hábitat en el que se ha desarrollado.

IV. Conclusiones

Se propone que la característica de tolerancia a la salinidad en una población de *S. radicans* se relaciona con su hábitat. Si crece en hábitat con bajo nivel de salinidad, como un humedal de la clase laguna costera de agua dulce, su tolerancia a la salinidad será menor a la de plantas que crecen en hábitats con mayor nivel de salinidad como los humedales de la clase marismas.

Agradecimientos: Fondos proyectos 039.352/2016 y 035.691-49 de la P. Universidad Católica de Valpoaraíso.

Bibliografía

- Easlon, H.M. and Bloom, A.J. 2014. Easy leaf area: automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. *Appl Plant Sci.* 2(7): 1400033
- Meza, N.; Schiappacasse, F.; Peñailillo, P. and Vidal, A.K. 2015. Morphological characterization of the groundcover *Selliera radicans* collected in Chile in different latitudes. *Acta Hort.* 1097: 257-262.
- Parida, A.K. and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotox. Environ. Saf.* 60: 324-49.
- Partridge, T. R. and J.B. Wilson. 1987. Salt tolerance of salt marsh plants of Otago, New Zealand. *New Zeal. J. Bot.* 25: 559-566.
- Ramírez, C., V. Finot, C. San Martín and A. Ellies. 1991. El valor indicador ecológico de las malezas del centro-sur de Chile. *Agro Sur* 19: 94-116.

Anexo

Cuadro 1. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento del área foliar (cm²) de *Selliera radicans* del Lago Vichuquén, Chile, durante 10 semanas (sem) de cultivo.

Salinidad	0 sem ¹	2 sem	4 sem	6 sem	8 sem	10 sem
0,0%	3,0 a	12,5 ab	36,0 a	61,2 a	79,3 a	86,9 a
0,4%	3,8 a	16,3 a	63,0 a	63,0 a	71,6 a	81,9 a
0,8%	2,5 a	10,2 abc	29,9 b	29,9 b	34,9 b	41,2 b
1,2%	2,9 a	9,1 abc	15,0 c	15,0 c	17,1 c	17,6 c
1,6%	3,6 a	7,3 bc	11,1 c	11,1 c	9,0 c	9,5 d
2,0%	5,3 a	5,2 c	12,8 c	12,8 c	8,6 c	9,2 d

¹ En cada columna las medias con igual letra no presentan diferencias significativas para $P \leq 0.05$ según test de Tukey.

Línea Temática:
Paisajismo y Educación Ambiental

50

**“Flora vascular del Campus San Juan Pablo II de la Universidad Católica de Temuco,
Región de la Araucanía, Chile”**

Sepúlveda Núñez, E.¹ y Romero-Mieres, M.²

¹ Carrera Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco.

² Laboratorio de Ecología Aplicada y Biodiversidad, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco.

I. Introducción

La urbanización (local como global) es una tendencia común y una parte importante de la transformación de los paisajes naturales (Goddard *et al.*, 2009). Se comporta como una amenaza considerable para la conservación de la biodiversidad (Clergeau *et al.*, 2001), ya que modifica la estructura física y biótica del hábitat original, afectando diversos procesos ecológicos y evolutivos que influyen en la composición y estructura de las comunidades naturales de estas áreas. Estas modificaciones han afectado la diversidad de la flora nativa, a consecuencia de la introducción de especies exóticas, accidental o intencionalmente, para fines ornamentales (Kowarik & Lippe, 2007). En diversas partes del mundo, cuando ecosistemas urbanos presentan una alta riqueza de especies (nativas y/o introducidas), se presentan alternativas de conservación a largo plazo, mejorando su funcionamiento y atractivos (Muñoz-Pedreros *et al.* 2015). En Chile, estudios o material de divulgación sobre flora urbana son escasos, destacando entre ellos los aportes de Hoffmann (1983), De La Maza *et al.* (2002), Romero-Mieres *et al.* (2009), Reyes-Paecke & Meza (2011), Romero-Mieres & Hauenstein (2014) y Figueroa *et al.* (2016), entre otros. Los campus universitarios, insertos en la mayoría de los casos en el radio urbano, son lugares donde existe representación florística nativa e introducida, pero esta es desconocida en la mayoría de los casos, incluso por la propia comunidad universitaria.

Este estudio tuvo como objetivo determinar la composición florística vascular presente en el Campus San Juan Pablo II de la Universidad Católica de Temuco, con la finalidad de difundir el valor paisajístico y cultural de ésta a la comunidad local y regional.

II. Metodología

El Campus San Juan Pablo II (SJPII) de la Universidad Católica de Temuco, se encuentra ubicado a la salida norte de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía. Posee una superficie de 15,8 hectáreas, en la que se emplazan modernos edificios destinados a la docencia e investigación y hermosas áreas verdes que incluyen una variada diversidad de la flora representativa del centro-sur de Chile.

Se realizaron censos entre los años 2017 y 2019 en toda el área de estudio. Para la optimización de estos, el área de estudio fue dividida en ocho estaciones, determinadas según la vegetación dominante y las características físicas de cada lugar, registrando en ellas todas las especies de plantas vasculares presentes.

La determinación de las plantas fue realizada con base en experiencia de campo. Aquellas que no se lograron identificar en terreno, fueron colectadas y fotografiadas para ser trabajadas en gabinete con apoyo de literatura pertinente, más la consulta a expertos en algunos taxones. Las plantas colectadas fueron depositadas en el Herbario del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco (UCT-Herbario no oficial). La nomenclatura, origen fitogeográfico, hábito de crecimiento y ciclo de vida de las especies se basó principalmente en Rodríguez *et al.* (2018) y en los sitios web: <http://www2.darwin.edu.ar/> y <http://www.tropicos.org/>. El estado de conservación se basó en la base de datos del Ministerio del Medio Ambiente y/o literatura especializada. La presentación de las especies se organizó por categoría sistemática División-Clase para helechos, gimnospermas y angiospermas.

III. Resultados

La flora vascular comprendió 221 especies, agrupadas en 87 familias y 184 géneros. La clase Magnoliopsida agrupó 167 (75,6%) especies, mientras que Liliopsida, Pinopsida y Filicopsida agruparon 25 (11,3%), 21 (9,5%) y ocho (3,6%) especies respectivamente. Las familias con mayor riqueza específica fueron: Asteraceae (19), Fabaceae (11), Poaceae (10), Myrtaceae (10), Cupressaceae (9), Rosaceae (8), Salicaceae (7), Pinaceae (6), Caryophyllaceae (5) y Nothofagaceae (5). Los hábitos de crecimiento y ciclos de vida correspondieron en su mayoría a especies arbóreas con 67 especies leñosas (30,3%), seguido de hierbas perennes con 54 especies (24,4%), arbustos (48 spp., 21,7%) y hierbas anuales (36 spp., 16,3%). En menor diversidad se encontraron las de hábito trepadoras, subarbustos, epífitas y hierbas bianuales, con siete (3,2%), cuatro (1,8%), tres (1,4%) y dos (0,9%) especies, respectivamente. Respecto al origen fitogeográfico, 21 especies son endémicas de Chile (9,5%), 69 nativas (31,2%) y 131 introducidas (59,3%). En cuanto al estado de conservación, 35 especies están clasificadas dentro de las categorías vigentes, con dos especies “En Peligro”, seis en “Vulnerable”, siete en “Casi Amenazada” y 20 en “Preocupación Menor”.

Destacan en el Campus, tanto por su valor cultural como paisajístico, las especies *Araucaria araucana* y *Fitzroya cupressoides*, declaradas Monumento Natural de Chile, y *Drimys winteri*, árbol sagrado del pueblo mapuche. Otras especies destacadas son *Berberis microphylla*, *Escallonia rubra*, *Fuchsia magellanica*, *Jovellana punctata*, *Alstroemeria aurea*, *Libertia chilensis* y nuestra flor nacional, *Lapageria rosea*.

IV. Conclusiones

A pesar de la gran proporción de especies introducidas registradas, existe una riqueza importante de especies nativas y endémicas que crecen en el Campus SJPII. Algunas de ellas, son fieles representantes de los bosques nativos del centro-sur de Chile, destacando *Araucaria araucana*, *Laurelia sempervirens*, *Weinmannia trichosperma*, *Peumus boldus*, *Citronella mucronata* y *Nothofagus glauca*. Esta última especie y en conjunto con *N. antarctica*, *N. alpina*, *N. obliqua* y varias especies arbustivas y herbáceas de llamativa floración, proveen al Campus de una hermosa variedad de colores y aromas durante todo el año.

Bibliografía

De La Maza, C.; Hernández, J.; Bown, H.; Rodríguez, M. y Escobedo, F. 2002. Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. *Arboricultural Journal* 26: 347-357.

- Clergeau, P.; Jokimaki, J. y Savard, J.P.L. 2001. ¿Are the urban birds communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of applied ecology* 38:1122-1134.
- Goddard, M.A.; Dougill, A.J. y Benton, T.G. 2009. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 90-98.
- Figueroa, J.A.; Teillier, S.; Guerrero-Leiva, N.; Ray-Bobadilla, C.; Rivano, S.; Saavedra, D. y Castro, S.A. 2016. Vascular flora in public spaces of Santiago, Chile. *Gayana Botánica*, 73(1), 85-103.
- Hoffmann, A. 1983. El árbol urbano en Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile. 255 pp.
- Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruíz, E.; Sánchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* 75(1): 1-430.
- Kowarik, I. & Lippe, M. 2007. Pathways in Plant Invasions. In: W. Nentwig (ed.), *Biological Invasions*, pp. 29-47. Springer, Berlin Heidelberg, Germany.
- Muñoz-Pedreros, A.; González-Urrutia, M. y Zúñiga, J. 2015. Aves urbanas: Diversidad de avifauna del Campus San Juan Pablo II de la Universidad Católica de Temuco. *Ambiente 3*: 5-12.
- Reyes-Paecke, S y Meza, L. 2011. Jardines residenciales en Santiago de Chile: extensión, distribución y cobertura vegetal. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 581-952.
- Romero-Mieres, M.; Rebolledo, S. y Jaramillo, P. 2009. Árboles ornamentales de la ciudad de Temuco, Región de la Araucanía (IX), Chile. *Chloris chilensis*, Año 12 N°1. URL: <http://www.chlorischile.cl>
- Romero-Mieres, M. y Hauenstein, E. 2014. Árboles de Temuco. Ediciones Universidad Católica de Temuco. 180 pp.

51

“Catastro de especies del matorral esclerófilo en la zona de Puangue. Experiencia privada para la conservación y restauración de áreas de interés”

Matte, M. y Wilckens, P.

Los Jardines de Santa María

I. Introducción

La progresiva disminución del bosque esclerófilo debido fundamentalmente a la habilitación de tierras agrícolas, incendios y cambio climático, es un fenómeno global con sequías, olas de calor y respuestas sistémicas.

Si bien esta formación vegetal es una de las que presenta mayores estrategias de sobrevivencia al estrés hídrico, en la zona central del país estudios han observado daño en la copa en gran parte de sus especies arbóreas. La pérdida parcial de las estructuras arbóreas es el primer cambio en el comportamiento y respuesta fisiológica de las plantas. En su estado extremo, la cavitación y embolismo en plantas detiene la generación de los servicios ecosistémicos necesarios para la vida. Con ello se espera una reducción significativa de la biodiversidad y disponibilidad de recursos vegetales básicos (Miranda *et al.*, 2017).

No se sabe cuales son las especies más resistentes a este problema y cuales son los sectores más expuestos a disminuir su riqueza de especies.

Los remanentes del bosque esclerófilo que se mantienen aún en la Región Metropolitana presentan urgente prioridad en cuanto a su manejo y mantención, ante la posibilidad de desaparecer como ecosistema. El catastro y monitoreo de las especies se constituyen en herramientas necesarias para el control y prevención del problema descrito.

El objetivo principal se centra en determinar la identidad y composición de las especies del bosque y matorral esclerófilo en el sitio de estudio para la conservación y manejo de su entorno.

II. Desarrollo del trabajo

Este estudio fue realizado en un remanente del bosque esclerófilo del fundo El Carrizo, en la zona central de Chile, comuna de Melipilla, localidad de Puangue, al suroeste de la ciudad de Santiago y de la cordillera de la Costa.

La comunidad vegetal estuvo dada por el matorral y bosque esclerófilo, representada por especies que, además de contar con un follaje persistente, generan estrategias para soportar el stress hídrico y disminuir la superficie expuesta a la radiación solar.

El estudio se realizó durante dos etapas, la primera en la primavera del 2017 y la segunda a fines de verano del 2018.

La metodología incluyó el diseño de 4 senderos (transectos) previamente establecidos por el cliente, con diferentes orientaciones geográficas. La localización de las especies se realizó a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y la geo referenciación vegetal a través de imágenes de satélite (Google Earth). El catastro de especies se elaboró para facilitar el reconocimiento y valoración de las especies en cada sector, incorporando la identificación taxonómica y la clasificación según su origen y el estado de conservación a nivel regional y del país. En esta última parte se incorporó la significancia de las especies nativas en cuanto al riesgo de extinción descrito según las categorías de conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

III. Resultados

El análisis de los datos reveló una riqueza significativa de la flora en el sitio. Se identificaron 48 especies nativas distribuidas en 35 familias y 46 géneros. La familia Asteráceas presentó la mayor riqueza de especies (17%) seguida de la familia Anacardiáceas (6.1%) (Cuadro 1).

Los senderos que concentraron la mayor riqueza de especies estuvieron dados por aquellos orientados hacia el sur (55%) predominando en ellos las formas de vida arbóreas. Los senderos orientados hacia la costa (45%) presentaron un predominio de especies arbustivas.

En general, las formas de vida más abundantes estuvieron representadas por las especies arbóreas y arbustivas (27.1% respectivamente) seguidas por las herbáceas (22.9%), las trepadoras (16.7%), las cactáceas suculentas (4.1%) y los helechos (2.1%).

Según el origen fito-geográfico de las 48 especies identificadas, 31 fueron endémicas, lo que indica un elevado grado de endemismo (64.6%). Las formas de vida que participaron de este porcentaje estuvieron dadas en mayor medida por especies arbóreas y herbáceas nativas (51.6%), seguidas por especies arbustivas (22.5%), trepadoras (19.4%), cactáceas y suculentas (6.5%) (Cuadro 1).

En relación a las especies en categorías de conservación, se detectaron 9 especies amenazadas en categoría de conservación Vulnerable. Cada sendero presentó alguna de las especies vulnerables a escala regional y una con problema de conservación a nivel nacional (Cuadro 1).

IV. Conclusiones

En áreas de alta diversidad y endemismo la mantención de la riqueza de las especies del bosque y matorral esclerófilo está vinculada a la exposición de las laderas, a la humedad ambiental o a la proximidad de recursos hídricos.

En las laderas de exposición sur, las quebradas tienen un papel central en la comunidad de especies asociadas a ambientes higrófilos.

En las laderas expuestas hacia el mar, la influencia de vientos costeros brinda primacía a especies arbustivas xerófitas.

La identificación de la riqueza de especies según sectores es determinante para orientar las futuras acciones de conservación y restauración del bosque esclerófilo en el sitio de estudio. Esta experiencia constituye a su vez, el indicio de una mayor valoración y responsabilidad privada sobre las formaciones vegetales y ecosistemas del país.

Bibliografía

Miranda, M., C. Dobbs, M. Olave y P. Olave. 2017. Cambios en la productividad primaria e intensidad de daño del bosque esclerófilo. Ingeniería en Medioambiente y Sustentabilidad. Universidad Mayor.

Squeo, F: A., G. Arancio y J.R. Gutiérrez. 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Anexos

Cuadro 1. Listado de las especies en categoría de conservación (FP=Fuera de peligro, VU IV R=Vulnerable IV Región, RM=Región Metropolitana, VU JF=Vulnerable Juan Fernández, PM=Preocupación menor) según familia y origen (N=Nativa; E=Endémica).

Especies	Familia	Origen	Categoría de conservación
Árboles			
<i>Acacia caven</i>	Mimosáceas	N	FP
<i>Aristotelia chilensis</i>	Eleocarpáceas	E	FP
<i>Azara celastrina</i>	Flacurtáceas	E	VU IV R
<i>Cryptocaria alba</i>	Lauráceas	E	VU IV R y RM
<i>Kageneckia oblonga</i>	Rosáceas	E	VU IV R
<i>Lithraea caustica</i>	Anacardiáceas	E	FP
<i>Maytenus boaria</i>	Celastráceas	N	VU IV R
<i>Otholobium glandulosum</i>	Papilionáceas	N	FP
<i>Peumus boldus</i>	Monimiáceas	E	VU IV R
<i>Quillaja saponaria</i>	Rosáceas	E	VU IV R
<i>Retanilla trinervis</i>	Rhamnáceas	E	FP
<i>Schinus latifolius</i>	Anacardiáceas	N	FP
<i>Schinus polygamus</i>	Anacardiáceas	N	FP

Cactáceas-suculentas			
<i>Echinopsis chiloensis</i>	Cactáceas	E	FP
<i>Puya chilensis</i>	Bromeliáceas	E	PM
Especies Arbustivas			
<i>Adesmia microphylla</i>	Fabáceas	E	FP
<i>Ageratina glechonophylla</i>	Asteráceas	N	FP
<i>Aristeguietia salvia</i>	Asteráceas	E	FP
<i>Baccharis linearis</i>	Asteráceas	N	FP
<i>Berberis chilensis</i>	Berberidáceas	N	FP
<i>Cestrum parqui</i>	Solanáceas	N	FP
<i>Chusquea cumingii</i>	Poáceas	En	VU IV R
<i>Colletia hystrix</i>	Rhamnáceas	N	FP
<i>Colliguaja odorifera</i>	Euphorbiáceas	E	FP
<i>Ephedra chilensis</i>	Ephedráceas	N	FP
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Escaloniáceas	E	FP
<i>Podanthus mitique</i>	Asteráceas	E	FP
<i>Proustia cuneifolia</i>	Asteráceas	N	FP
Herbáceas Nativas			
<i>Alstroemeria ligtu</i>	Alstroemeriáceas	E	FP
<i>Cuscuta sp.</i>	Convolvuláceas	E	FP
<i>Clarkia tenella</i>	Onagráceas	E	FP
<i>Conanthera campanulata</i>	Tecofiláceas	E	PM
<i>Gnaphalium vira vira</i>	Asteráceas	N	FP
<i>Moschardia pinnatifida</i>	Asteráceas	E	FP
<i>Oxalis rosea</i>	Oxalidáceas	E	FP
<i>Pasithea coerulea</i>	Liliáceas	E	FP
<i>Schizanthus pinnatus</i>	Solanáceas	N	FP
<i>Sisyrinchium striatum</i>	Iridáceas	N	VU IV R
<i>Stachys grandidentata</i>	Lamiáceas	E	FP
Helechos			
<i>Adiantum chilense</i>	Adiantáceas	N	VU JF
Trepadoras			
<i>Cissus striata</i>	Vitáceas	N	FP
<i>Convolvulus chilensis</i>	Convolvuláceas	E	FP
<i>Dioscorea saxatilis</i>	Dioscoreáceas	E	FP
<i>Eccremocarpus scaber</i>	Bignoniáceas	N	FP
<i>Ercilla spicata</i>	Fitolacáceas	E	FP
<i>Proustia pyrifolia</i>	Asteráceas	E	FP
<i>Tropaeolum ciliatum</i>	Tropeoláceas	E	FP
<i>Tweedia confertiflora</i>	Asclepiadáceas	E	FP

“Promoviendo dentro del curriculum escolar a *Balsamocarpon brevifolium*, un arbusto endémico amenazado del desierto de Chile”

León, M.¹; Ibacache, E.¹ y Castillo, G.²

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Intihuasi, La Serena, Chile.

² Museo Entomológico y de Historia Natural, Vicuña, Chile.

I. Introducción

Balsamocarpon brevifolium Clos (Fabaceae) es un arbusto endémico de Chile que crece en las regiones de Atacama (~26°S-29°S) y Coquimbo (29°S-32°S) con poblaciones discontinuas en fragmentos pequeños y susceptibles a las actividades humanas. En décadas pasadas se usó intensivamente en la industria textil por los taninos de sus frutos (Ortiz 1943) y en la actualidad, en la producción de carbón vegetal (Arancio *et al* 2001). Estas acciones han impactado las poblaciones naturales elevando el riesgo de amenaza (Squeo *et al* 2001) por lo que su protección y conservación es un proceso complejo. Desarrollar actitudes positivas hacia la especie y su entorno natural es necesario para avanzar en su protección, pero en el contexto escolar, que es una vía para gestar esta iniciativa, esta consideración hacia la especie no ocurre. De hecho, niños y niñas de las escuelas municipales en las localidades, aledañas donde la especie posee las poblaciones más importantes en la Región de Coquimbo (quebrada Los Choros, comuna La Higuera, ~29°S), reconocen a *B. brevifolium* solo por su uso en la producción de carbón vegetal (León *et al* 2015). En el presente trabajo se describe la experiencia educativa en dos escuelas con el objetivo de aumentar el conocimiento y valoración de *B. brevifolium* en niños y niñas en edad escolar y promover su protección.

II. Desarrollo del Trabajo

Los contenidos ecológicos son resultados obtenidos de estudios realizados con *B. brevifolium* en la quebrada Los Choros (2013-2016) y fueron adaptados al proceso de enseñanza-aprendizaje en tres líneas de trabajo en las escuelas con formación básica de Punta Colorada (249 habitantes, 28 alumnos y tres docentes) y El Trapiche (325 habitantes, 110 alumnos y 13 docentes). La primera línea enfatizó la importancia de *B. brevifolium* para atraer a artrópodos por las flores, brotes aéreos, corteza y el suelo bajo dosel y para favorecer la sobrevivencia de plántulas. La segunda, como fuente de recursos alimenticios para polinizadores, micromamíferos y aves y la tercera, como especie relevante en los ciclos tróficos. Los talleres se desarrollaron durante 2017 y los contenidos se implementaron en actividades con objetivos (conceptuales y actitudinales) considerando la edad de los alumnos (5 a 10 años). La duración de cada taller fue de 90 minutos con una fase de inicio con charla interactiva (15-20 minutos), fase intermedia con el trabajo activo del alumno (45-60 minutos) en diversas actividades (creaciones en arcilla, armar “rompecabezas”, completar álbum y puzzles, ver vitrinas entomológicas, usar microscopio, ver videos, dibujar y pintar, analizar “acarreos”, producir una planta) y una fase de término para constatar cumplimiento de la actividad, recoger comentarios de los alumnos y entregar un informativo resumen de la actividad (15-20 minutos). Una pauta de cotejo fue usada con dos tipos de rúbricas para evidenciar aprendizaje de conocimiento y detectar actitudes y valores.

III. Resultados

El plan de contenidos ecológicos relacionados con las tres líneas fue proveído en su totalidad. Cada línea propició la entrega de información que permitió aumentar el conocimiento de *B. brevifolium*. Los estudiantes fueron capaces de reconocer por sus nombres comunes entre 12 y 16 artrópodos (insectos, arácnidos) presentes en diferentes zonas de la especie y conocieron una plántula de la especie destacando así su proceso de regeneración. Esto se reforzó con la producción de una planta de *B. brevifolium* donde se conoció el proceso de germinación y emergencia de una plántula. Respecto a la especie como fuente de alimento, descubrieron la relación que establecen los insectos polinizadores. Esto se reforzó con la observación bajo microscopio de granos de polen de las flores de *B. brevifolium* y videos de “cámaras trampas”. Aquí se descubrió que las semillas son consumidas por el “ratón orejudo” y “cola de pincel” (micromamíferos), el “loro trichahue” y “la chiricoca” (aves). Esto último permitió establecer la posición de la especie cuando completaron un ciclo con láminas de los artrópodos, micromamíferos, aves y depredadores. Otro aspecto destacable fue la interacción de los alumnos con los profesionales que permitió detectar en los alumnos nociones acerca de la fragilidad de la especie y su importancia por las relaciones con otros seres. Esta dimensión valórica hacia la especie se evidenció en el puntaje sobre la importancia de la especie detectando que sobre 50% de los estudiantes participantes de los talleres de ambas escuelas fueron capaces de expresar una actitud positiva hacia *B. brevifolium*.

IV. Conclusiones

Es un aliciente para niños y niñas incorporar a *B. brevifolium* en el curriculum escolar de sus escuelas. El aumentar el conocimiento acerca de lo importante que es en su entorno natural, promueve también valores y actitudes positivas hacia la especie. Niños y niñas en edad escolar son claves para la protección de *B. brevifolium*

Bibliografía

- Arancio, G.; Muñoz, M. & Squeo, F.A. 2001. Descripción de algunas especies con problemas de conservación en la IV Región de Coquimbo, Chile. En: FA Squeo, G Arancio & JR Gutiérrez (eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo, pp. 63-103. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.
- León, M.F.; Ibacache, E.; Navarro, J.; Silva, S.; Sandoval, A.; Acosta, M.; León, P. & Castillo, G. 2016. El conocimiento de *Balsamocarpon brevifolium* (algarrobilla) que poseen niñas y niños en edad escolar es una oportunidad para avanzar en su protección. Revista Jardín Botánico Chagual 14: 31-40.
- Ortíz, J. 1943. La algarrobilla, valioso arbusto industrial de la región norte. Simiente 13 (1): 36-39.
- Squeo, F.A.; Arancio, G. & Gutiérrez, J.R. 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 361 pp.

“Proyecto Av. Perú: experiencia en la introducción y mantención de flora nativa en ciudad”

Ahumada, P.¹; Zunino, J.²; Carreño, P.³; Musalem, M.⁴ y Castañeda, P.⁵

¹ DIMAO, Municipalidad de Recoleta; Escuela de Arquitectura, Universidad de Santiago.

² Oficina Geopaisaje. Santiago.

³ Oficina Geopaisaje. Viña del Mar.

⁴ Vivero Pumahuida. Santiago.

⁵ DIMAO, Municipalidad de Recoleta.

I. Introducción

El proyecto Av. Perú es una intervención de espacio público realizada en la Comuna de Recoleta, Santiago de Chile, por medio de la cual se consolida un parque lineal, de 1,6 km ubicado en el pericentro de la ciudad y muy próximo a la ladera poniente del cerro San Cristóbal.

Es un Proyecto integral, que abarca distintos componentes de la Avenida: desde la modificación de las calzadas, a la construcción de una ciclovía y la conformación de un área verde central. Al mismo tiempo, se plantea el desafío de integrar las distintas escalas urbanas y grupos sociales que caracterizan el lugar: desde lo metropolitano a lo barrial.

La estrategia de diseño para lograr un diseño espacialmente unitario e integrador de las distintas escalas, fue una propuesta arquitectónica que construye una continuidad y una propuesta paisajística que valora los atributos naturales del lugar, incorporando el uso de flora nativa.

El objetivo de esta iniciativa es evaluar el comportamiento que ha presentado la incorporación de flora nativa, como un aspecto central de la estrategia de diseño y cuáles son los aprendizajes que se extraen sobre su mantención

II. Desarrollo del Trabajo

El eje Av. Perú conecta los barrios de Bellavista y Cementerios con un nuevo proyecto hito (el Parque de la Infancia) y a la vez bordea el Cerro San Cristóbal. Esta particularidad geográfica incidió directamente en la valorización de los atributos naturales del lugar y las opciones del uso de flora nativa.

En la avenida se diferencian tres tramos: el primero con un área verde preexistente, en un barrio tradicional de inmigrantes árabes; el segundo llamado *entrecerros* por la proximidad entre los cerros Blanco y San Cristóbal; y el tercero corresponde a un sector de vivienda más vulnerable y antiguas instalaciones industriales.

La propuesta paisajística conjugó, por una parte, las especies vegetales existentes: ceibos y palmera fénix en el área verde central, plátanos orientales en la avenida y especies nuevas como jacarandaes, frente a edificios, con los algarrobos europeos, pimientos y vilcas que se rescatan de plazas y lugares circundantes. Por otra, la cercanía del cerro motivó a una recuperación de las especies nativas del bosque esclerófilo, aportando beneficios al medio ambiente con la densificación de especies de follaje persistente y asociaciones que atraen insectos y aves, en una selección que se basa en los estudios sobre flora nativa y mediterránea de distintos autores (de Hoffmann, 1982 a Beytía *et al.* 2012). El quillay se constituye así, en el árbol que acompaña todo el recorrido. Linealidad que se interrumpe en el *entrecerros*, en la explanada central, donde se especifica palma chilena, especie emblemática del país.

La propuesta paisajística conforma una unidad entre árboles, arbustos y cubresuelos, en asociaciones que aportan color en diferentes épocas del año, aromas diversos y versatilidad en las formas.

III. Resultados

El proyecto se construyó durante el año 2017 y fue inaugurado el febrero del 2018, momento en el cual la mantención fue asumida por el Municipio a través del Departamento de Ornato y por intermedio de una empresa externa de mantención de áreas verdes.

Durante la ejecución y los primeros meses de mantención el equipo de diseño realizó visitas periódicas de seguimiento y apoyo que se tradujeron en una Guía de Recomendaciones de Mantención (Musalem, Zunino, 2017-19). Por otra parte, se está aplicando una tabla de apreciación sobre la sobrevivencia y dificultades de mantención que han tenido las especies utilizadas, en los siguientes aspectos: calidad de la planta desde el vivero, problemas de manejo, adaptación al lugar y características de la especie (Anexo 1). Los primeros resultados son:

1. Las especies nativas, arbustivas y herbáceas, con mejores niveles de adaptación al tipo de suelo natural y a bajos requerimientos hídricos se comenzaron a observar desde su plantación, hacia fines del 2017 y verano 2018: Vautro, Solidago y Huilmo, Quilo y Colliguay.

De las introducidas, el boj ha presentado diversos problemas de mantención: desde vandalización (robo) hasta que se secaron en su gran mayoría. Así también las Santolinas y Lavandas han sido irregulares en su desarrollo. Inulas, Mioporo y Romero rastrero evidencian preferencias en ciertos sectores

IV. Conclusiones

En general se observa un muy buen comportamiento de las especies nativas, en particular los cubresuelos y arbustos, a pesar de las condiciones ambientales y urbanas presentes en este lugar y que no necesariamente son transferibles a otros espacios urbanos.

Un factor clave es la sistematización del conocimiento sobre especies nativas que puedan desarrollar Empresas y Municipio, considerando que el comportamiento de una especie está condicionado por variables como: calidad de la planta proveniente de vivero, preparación del suelo pre-plantación, manejo post plantación, siendo crucial el riego.

Bibliografía

- Beytía, A.; Hernández, C.; Musalém, M.; Prieto, F. y Saldías, G. 2012. *Guía de arborización urbana. Especies para la RM*. Santiago: CIEDESS.
- Gajardo, R. 1995. *La vegetación natural de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Gildemeister, H. 2006. *Su jardín mediterráneo*. Barcelona: Editorial Moll.
- Hoffmann, A. 1982. *Flora silvestre. Zona Central*. Santiago: Editorial Fundación Claudio Gay.
- Hoffmann, A. 1983. *El árbol urbano*. Santiago: Editorial Fundación Claudio Gay.
- Luebert, F. y Pliscoff P. 2006. *Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Musalem, M. y Zunino, J. 2017-19. Recomendaciones de mantención de especies vegetales seleccionadas proyecto Mejoramiento Avda. Perú Recoleta. Documento de trabajo.
- Niemeyer, O. y Teillier, S. 2007. *Aromas de la Flora Nativa de Chile*. Santiago: Ed. Universitaria.
- Riedemann, P. y Aldunate, G. 2001. *Flora Nativa. Chile, Zona Centro*. Santiago: Ed. A. Bello.

Rodríguez, M. y Quezada. 1982) *Flora Arbórea de Chile*. Universidad de Concepción.
Saldías, G. 2011. *Jardinería en Chile*. FAUP. Santiago: Editorial Universidad Central.

Anexo 1.

Evaluación Comportamiento de Especies Vegetales en Parque Lineal Avenida Perú						
Evaluación de 1 a 7 (Desde deficiente a muy bueno)						
Especie	Nota	Atribuible a:				
		Calidad de planta	Problema de manejo	Problema de adaptación al lugar	Características de la especie	
Nativos						
Árboles:						
Belloto del Norte	<i>Beilschmedia miersii</i>	5,3		xxx	xxxxx	xx
Palma Chilena	<i>Jubaea chilensis</i>	5,8	x	xx	xxxxx	x
Pimiento	<i>Schinus molle</i>	6,8				x
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	5,0	xxxxx	xxxx	x	
Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>	6,0		xx		
Arbustos y enredaderas:						
Colliguay	<i>Colliguaja odorifera</i>	5,3	xxx	xxxx	x	
Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	6,6		xxx		
Vautro	<i>Baccharis macraei</i>	7,0				
Flores y cubresuelos:						
Solidago	<i>Solidago chilensis</i>	6,8		x		
Huillmo	<i>Sisyrinchium striatum</i>	5,7	x	x		
Introducidos						
Árboles:						
Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	4,0		xx		x
Algarrobo Europeo	<i>Ceratonina siliqua</i>	6,5			x	
Ceibo	<i>Erythrina umbrosa</i>	6,0		xx	xx	
Ceibo pequeño	<i>Erythrina crista galli</i>	6,0		x	x	
Celtis	<i>Celtis australis</i>	6,6		xx		
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	6,1		xx		
Platano oriental	<i>Platanus x acerifolia</i>	6,7				x
Vilca	<i>Acacia visco</i>	6,0		x		
Arbustos y enredaderas:						
Boj	<i>Buxus sempervirens</i>	3,8		xxxx	xxxx	x
Lavanda francesa	<i>Lavandula dentata</i>	5,5		xx	x	
Santolina	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	5,8		xx		
Romero Rastrero	<i>Rosmarinus officinalis postrata</i>	5,5		xxx		
Buganvilia	<i>Bougainvillea sp.</i>	6,0		xx		
Jazmín de España	<i>Jasminium officinalis</i>	6,0		xx		
Flores y cubresuelos:						
Gaura	<i>Gaura lindheimeri</i>	5,5		xx		
Inula	<i>Inula sp.</i>	6,4		xx		
Lirio azul y amarillo	<i>Iris germanica</i>	6,5		xx		
Nepeta	<i>Nepeta mussini</i>	5,6		xxxx		
Myoporo rastrero	<i>Myoporum parvifolium</i>	6,6		xx		

“Determinación de la condición territorial y fitosociológica e información geoespacial del programa de forestación 2014-2017, como herramienta base para el plan de paisaje del campus San Joaquín UC.”

Reyes Pávez, C. y Álvarez Valdivia, C.

Dirección de sustentabilidad de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

I. Introducción

La Dirección de Sustentabilidad, dependiente de la prorectoría de la Pontificia Universidad Católica de Chile, funda su eje de acción en pro de una cultura sustentable a través de procesos educativos y sociales, y la transformación de las operaciones de logística y gestión de diversas áreas, en todos sus campus. El marco educativo formal busca mejorar la calidad de vida mediante la transformación de los ecosistemas en sistemas en equilibrio dinámico que sirvan como espacio de intercambio de aprendizaje para toda la comunidad. El año 2018, en el contexto de una práctica profesional brindada por la Dirección de Sustentabilidad a la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad Nacional Andrés Bello, se determinó la condición territorial y fitosociológica e información geoespacial del programa de forestación 2014-2017, como herramienta base para el plan de paisaje del Campus San Joaquín.

Las 50,9531 ha de superficie del Campus San Joaquín, se observan como una muestra que contrasta la realidad paisajística a escala comunal, representando un espacio urbano con miras a convertirse en un ensamble ecológicamente funcional. Esto corresponde a un desafío de conservación y restauración de ambientes urbanos en pro de la conservación de flora y fauna nativa de Chile central, para una cultura sustentable.

II. Metodología

La forestación 2014-2017 abarcó una superficie de 0,7775 ha, (correspondientes a 1,52% del área total del Campus). Para la determinación de la condición territorial y fitosociológica e información geoespacial, se establecieron en primera instancia, divisiones coherentes entre las parcelas de forestación, siendo el principal agente divisor las calles y caminos.

Luego, mediante sistema binario, con variables de confirmación/corrección, se actualizó la información de distrito y sitio (textura, profundidad e hidromorfismo) de la Caracterización Territorial del Campus San Joaquín (Fernández, 2015), siguiendo la metodología establecida para la Clasificación de Ecorregiones (Gastó *et al.*, 1993; 2002).

Posteriormente, se analizó la fitosociología de las especies en base al método de Braun-Blanquet (1979), incluyendo clasificación de formas de vida y variables de cobertura y sociabilidad por especie.

Luego, se evaluó la condición para cada una de las especies presentes en las parcelas forestadas según: prendimiento (capacidad de la plántula trasplantada de reiniciar su crecimiento), sanidad y condición de las tazas (en función del diámetro, profundidad, cobertura, humedad y exposición al sol/sombra).

Los resultados de las parcelas analizadas mediante el método de Braun-Blanquet, se representaron en bisectos ilustrados que integran las variables de cobertura y sociabilidad de las especies en función de la altura de las estratas por zona de forestación, mientras que la condición de tazas, el prendimiento y

la sanidad fueron incorporados en un sistema de información geográfica para su representación en cartografía a escala 1:800, por medio del *software* QGIS 2.18.

III. Resultados

Como se ilustra en la Figura 1, las 13 parcelas estudiadas poseen una distribución vertical en estratas de 3m o 24m de altura y revelan alta diferenciación en los parámetros correspondientes a las variables de distrito y sitio.

Las 41 especies identificadas en las parcelas se distribuyen predominantemente de forma aislada o en cúmulos, dependiendo directamente del tipo de formación vegetacional, para la cual se distinguen 6 formaciones características.

El prendimiento de las especies vegetales evidenció alta variabilidad: 60,79% del total de las especies forestadas continuó con un desarrollo óptimo, sin embargo, las parcelas ubicadas en el límite predial, donde además no existe riego activo, no evidenciaron reinicio en el crecimiento de las plántulas post trasplante.

Los individuos son predominantemente sanos. La parcela Alameda Deportes II concentra la totalidad de individuos enfermos.

La condición de las tazas varió de regular a pobre, ninguna parcela presentó tazas en estado óptimo.

IV. Conclusiones

El programa de forestación 2014-2017 revela que para maximizar la funcionalidad ecológica de las áreas verdes en contextos altamente artificializados es necesario ejecutar herramientas y protocolos que mantengan acciones coordinadas en el tiempo y no sólo insertar nuevos agentes de artificialización/naturalización. Además, es posible aumentar el valor de las acciones en pro de la heterogeneidad del territorio mediante la creación de escenarios de aprendizaje para estudiantes en formación.

Bibliografía

- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Base para el estudio de comunidades vegetales. Blume ediciones, Madrid.
- Fernández, A. 2015. Caracterización territorial predial del Campus San Joaquín para el diseño y planificación de sus áreas verdes con criterios de sustentabilidad. Santiago: Proyecto San Francisco de Asís.
- Gastó, J.; Cosío, F. y Panario, D. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de Sitio y Condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos, Quito, Ecuador.

Anexos

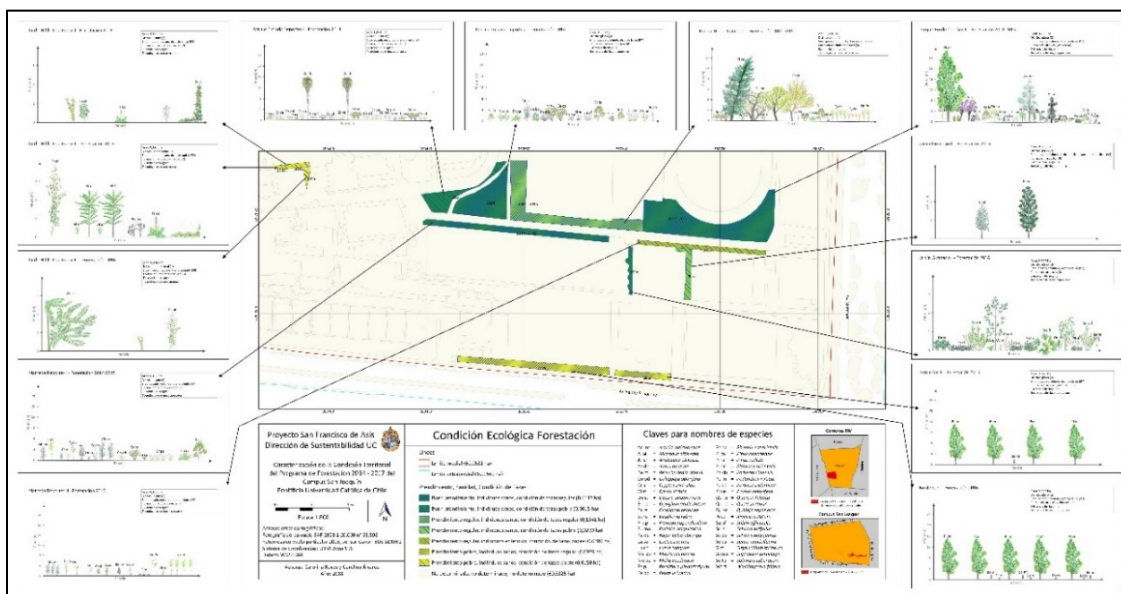


Figura 1: 13 parcelas en estudio, especies presentes y condición ecológica.

55

“Novedades en el jardín botánico Chagual de Santiago: rompiendo la latencia”

Bustos, M.F.¹; Flores, G.¹; Hepp, J.¹ y Legassa, M.V.^{1,2}

¹ Jardín Botánico Chagual de Santiago, Parque Metropolitano de Santiago.

² Corporación Jardín Botánico Chagual.

I. Introducción

La necesidad de crear centros de conservación *ex-situ* en Chile, y particularmente en la ciudad de Santiago, ha sido reconocida por múltiples actores en las últimas décadas, los que han identificado la fuerte amenaza de desaparición del patrimonio vegetal. De esta forma, el Jardín Botánico Chagual (JBCH), que comenzó a gestarse en 2002 y se especializa en la representación de paisajes de clima mediterráneo, tiene por misión promover el desarrollo de una cultura de naturaleza que valore el patrimonio natural de Chile central, promoviendo su estudio e incentivando su conservación y cultivo, y motivar conductas y actitudes más sustentables entre la población. Múltiples actividades se han ido desarrollando desde la gestación del JBCH, entre ellas, la elaboración del Plan Maestro en 2005 por un equipo multidisciplinario de la P. Universidad Católica de Chile; sin embargo, es en los últimos años que el proyecto ha dado pasos importantes hacia su efectiva materialización. En 2016 pasó a ser administrado por el Parque Metropolitano de Santiago; en 2018 se logró la aprobación de la iniciativa de inversión por parte del Ministerio de Desarrollo Social, y se obtuvieron los fondos para la etapa de diseño, designados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en su presupuesto 2019. Es así como, actualmente, el proyecto JBCH se encuentra realizando dos consultorías: (1) diseño de Arquitectura y especialidades, que llevará a cabo la propuesta de las edificaciones e infraestructura asociada, así como de los caminos, senderos y espacios exteriores del Jardín Botánico; y (2) propuestas para el manejo y diseño de paisajes del JBCH, donde se abordarán los ámbitos de suelo, vegetación,

sistemas de riego, y paisajismo de comunidades nativas y jardines temáticos. El objetivo de este trabajo es presentar los avances y desafíos que permitirán implementar y abrir al público la primera etapa del Jardín Botánico Chagual durante 2021; después de varios años de espera, igual que una semilla, el JBCH ha encontrado las condiciones más favorables para germinar.

II. Desarrollo del Trabajo

El JBCH recibe su nombre de la *Puya chilensis*, especie endémica de Chile y muy característica de la zona central, cuya denominación común “chagual” corresponde a un vocablo quechua. Este nombre busca re-apropiar un saber local, y ponerlo en juego para un uso masivo que refuerce el sentido de pertenencia a la cultura y comunidad propias (Jiménez, 2007). De la misma forma, la implementación de este Jardín Botánico en Santiago pretende ser un espacio de apropiación y valoración del patrimonio natural, donde se realice investigación científica, conservación, exhibición y educación en torno a la biodiversidad de las zonas de clima mediterráneo, para el beneficio de toda la población. El JBCH se ubica en el sector nororiente de la ciudad de Santiago, en la ladera Este del Parque Metropolitano, adyacente a la autopista Costanera Norte y el río Mapocho; cubrirá un área de 45 hectáreas en total, pero en su primera etapa abrirá solo 3 jardines temáticos (Jardín Filogenético, Jardín del Descubrimiento y Jardín de la Botánica Económica) que en conjunto corresponden a alrededor de 7 hectáreas, a ser inaugurados en 2021.

Durante 2019, a partir del mes de agosto, se desarrollarán las siguientes consultorías: “Diseño de Arquitectura y especialidades del Jardín Botánico Chagual”, que tendrá una duración de 300 corridos (10 meses), y corresponde a los diseños de arquitectura y especialidades del proyecto, y también a las tramitaciones y gestiones necesarias para obtener las certificaciones y permisos correspondientes para la etapa posterior de construcción; y “Propuesta de Manejo y Diseño de Paisajes de Comunidades Naturales y Jardines Temáticos Jardín Botánico Chagual”, con un plazo de ejecución de 270 días corridos (9 meses), que incluirá las propuestas y planes de manejo para el establecimiento y cuidados posteriores de las plantaciones; además, el diseño de los sistemas hidráulicos y de riego; y las propuestas de diseño de paisaje de comunidades naturales y jardines temáticos, que incluyen los jardines homoclimáticos, del Jardín Botánico completo (45 hectáreas).

III. Resultados

La consultoría de Arquitectura y especialidades para el proyecto JBCH, fue concebida como una licitación que funciona como concurso de ideas de arquitectura, con premios para los tres primeros lugares. Se buscó que los postulantes entregaran 2 láminas, con una propuesta para los edificios y su contexto, y una memoria explicativa. De esta consultoría, se obtendrá el diseño del edificio principal, que corresponde al Centro de Visitantes, auditorio, biblioteca, sector de oficinas, edificio de servicios y mantención, vivero y área de propagación del Jardín Botánico Chagual; también, del Instituto de Investigación Botánica, el que contará con biblioteca y centro de documentación, y un laboratorio para la propagación de diferentes especies. En total, serán aproximadamente 4.000 m² de edificios. Además, se diseñarán los accesos al JBCH, baños públicos y caminos internos.

Por otra parte, en la consultoría de Manejo y Diseño de Paisajes, además de las propuestas para el manejo agronómico de las plantaciones, se realizará el diseño de paisajismo de las comunidades nativas, jardines homoclimáticos y jardines temáticos (Tabla 1), y el diseño de los estanques de fitorremediación y sistemas hidráulicos y de riego. Adicionalmente, se diseñarán instalaciones

asociadas al Jardín del Descubrimiento, orientadas al público infantil, construcciones menores como plazuelas, miradores, kioscos básicos, esculturas, mobiliario fijo (bebederos, escaños, maceteros) y también un área de picnic.

De forma paralela, el equipo JBCH sigue trabajando en la propagación y establecimiento de especies, en el programa educativo y sus múltiples actividades de difusión, y también en la vinculación con diferentes jardines botánicos de otras zonas del mundo, como son el Jardín Botánico de Edimburgo (Escocia, Reino Unido) y el Jardín Botánico de Ventura (California, EEUU).

IV. Conclusiones

El JBCH se encuentra actualmente en un momento crucial dentro de su ciclo. Varias condiciones favorables se conjugan para su éxito; se espera que las consultorías de diseño que se desarrollarán durante 2019 y 2020 entreguen los antecedentes, definiciones y diseños necesarios para la materialización de su primera etapa hacia fines de 2021. Así, la ciudad de Santiago contará con un centro para la conservación *ex-situ* de flora de clima mediterráneo, y un espacio muy necesario de educación y recreación para la población metropolitana.

Bibliografía

Jiménez, C. 2007. Aproximación psicoeducativa Jardín Botánico Chagual. Santiago, Chile. 45 pp.

Anexo

Tabla 1. Comunidades nativas, jardines homoclimáticos y jardines temáticos del Jardín Botánico Chagual y tamaño propuesto (en hectáreas)

Comunidades Nativas		Unidad	Cantidad
1	Bosque Caducifolio Maulino	Ha	1,43
2	Bosque de Roble de Santiago	Ha	1,13
3	Bosque Húmedo Belloto-Peumo	Ha	1,97
4	Bosque de Peumo Boldo	Ha	2,54
5	Bosque de Litre Quillay con Palma	Ha	6,33
6	Bosque Espinoso	Ha	3,72
7	Matorral de Ladera Ecuatorial	Ha	1,03
8	Bosque Subandino de Frangel	Ha	1,45
9	Bosque Subandino de Ciprés de la Cordillera	Ha	1,33
10	Matorral Desértico Mediterráneo	Sin superficie asignada	
Total propuesto Comunidades Nativas		Ha	20,93
Jardines Homoclimáticos		Unidad	Cantidad
1	Fynbos Sudafricano	Ha	1,02
2	Chaparral Californiano	Ha	1,29
3	Mallée y Kwongan Australiano	Ha	1,34
4	Maquis Europeo	Ha	1,02
Total propuesto Jardines Homoclimáticos		Ha	4,68

Jardines Temáticos	Unidad	Cantidad
1 Jardín filogenético	Ha	3,55
2 Jardín del Descubrimiento	Ha	1,17
3 Jardín de la Botánica Económica	Ha	1,65
4 Jardín de Cactus y Suculentas	Ha	1,05
5 Jardín de las Plantas Amenazadas	Ha	0,43
6 Jardín de las Plantas Endémicas	Ha	0,18
7 Jardín de la Botánica Indígena	Ha	0,92
8 Jardín de los Exploradores	Ha	0,79
9 Jardín de las Convergencias	Ha	1,05
Total propuesto Jardines Temáticos	Ha	10,79

56

“Efecto de la morfología y anatomía de la lámina foliar de especies cubresuelos en las propiedades ópticas y su implicancia en techos verdes”

Matte, J.; Gómez, M. y Steinfert, U.

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

I. Introducción

El uso de techos verdes es una práctica cada vez más recurrente en las grandes ciudades. Éstos consisten en el empleo de materiales diseñados y condicionados para establecer una cobertura vegetal sobre una edificación (La Roche, 2009). Los techos verdes, a través de la vegetación que incorporan, aportan valor estético, y diversos beneficios sociales y psicológicos (Theodosiou, 2009), Junto con otros servicios ecosistémicos entre los cuales encontramos la reducción de la temperatura tanto a nivel de edificación (Niachou *et al.*, 2001; Theodosiou, 2003; Wong *et al.*, 2007), como de la misma ciudad (Alexandri y Jones, 2008).

Estos techos reducen la temperatura principalmente gracias al efecto de la evapotranspiración de las plantas que lo conforman (Takakura *et al.*, 2000) Sin embargo, las propiedades ópticas de absorbancia, transmitancia y reflexión a nivel foliar de las distintas especies que los conforman también podrían explicar en parte su potencial de enfriamiento. (Takakura *et al.*, 2000; Liu *et al.*, 2012; Vaz Monteiro *et al.*, 2017). Estas propiedades están determinadas por las características anatómicas y morfológicas de las hojas, como el grosor de la lámina foliar, la disposición de los tejidos en su interior, la presencia de capas cerosas o tricomas, el número de cloroplastos, la presencia de pigmentos y el índice de área foliar (IAF) o área de hojas que se posee por unidad de superficie (Asrar *et al.*, 1984; Del Barrio, 1998; Doughty *et al.* 2010; Shawn *et al.* 2012; Vaz Monteiro *et al.*, 2017).

Sin embargo, existe muy poca información disponible asociada al efecto de las diferencias morfológicas y anatómicas sobre las propiedades ópticas de especies con potencial de uso en techos verdes. Es por esto, que este estudio tiene como objetivo caracterizar morfológica y anatómicamente diez especies de cubresuelos ornamentales nativas e introducidas con el fin de asociar dichas características con las propiedades ópticas de las especies y determinar su potencial de reducir la temperatura al ser utilizadas en techos verdes.

II. Metodología

Se utilizaron cinco especies nativas (*Geum magellanicum*, *Plumbago caerulea*, *Selliera radicans*, *Phyla reptans* y *Glandularia berterii*) y cinco introducidas (*Aptenia cordifolia*, *Sedum palmeri* y *Sedum spurium* "verde", "rojo" e "híbrido") de cubresuelos ornamentales obtenidas desde viveros comerciales. Las plantas fueron trasplantadas en macetas de 2 L, con un sustrato compuesto por perlita y turba (2:3 (v:v)) y mantenidas en un invernadero frío ubicado en la Pontificia Universidad Católica de Chile (33°29'50''S; 70°36'25''O). La caracterización morfológica se realizó en hojas centrales de cada especie, completamente expandidas. El área foliar, se midió en diez hojas por individuo con un medidor LI3000 CAP (Licor, EEUU). La caracterización anatómica se realizó mediante cortes histológicos (Montenegro, 1985), en tejido foliar fijado en FAA, embebido en parafina y cortado en el micrótopo, de manera de obtener la sección transversal de la lámina, la cual fue teñida con safranina y verde rápido. Las muestras fueron fotografiadas en un campo de visión de 10X en el microscopio DM500 con la cámara ICC50 (Leica, Alemania). Se tomaron dos fotos por muestra y se midió el grosor de los distintos tejidos del corte transversal utilizando el software ImageJ (NIH, 1997). En el caso de las especies nativas (C3) se midió la lámina, epidermis, parénquima en empalizada y parénquima esponjoso. Por otro lado, en las especies introducidas (CAM) se midió el grosor de lámina, epidermis y tejido parenquimático. Las propiedades ópticas de reflectancia y transmisión de la luz espectral fueron medidas durante los meses de octubre y diciembre en plantas con y sin riego, mediante el uso de un espectroradiómetro PS- 200 (Apogee, USA), considerando un rango de longitud de onda desde los 400 hasta los 700 nanómetros en tres días despejados. Las variables evaluadas fueron analizadas mediante un ANDEVA y una prueba de Fischer cuando los efectos resultaban ser significativos. También, se realizó análisis de regresión lineal para las propiedades ópticas como reflexión, transmitancia y absorbancia a través del software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2014).

III. Resultados y Discusión

Todas las especies presentan hojas simples a excepción de *G. magellanicum* que presenta hojas compuestas paripinnadas, y todas son pecioladas a excepción de *S. palmeri*. Las especies del género *Sedum*, *A. cordifolia*, y la especie nativa *S. radicans* son suculentas (Tabla 1.) *S. palmeri* presentó el mayor grosor de lámina de las especies suculentas. Éstas poseen una lámina con tejido equifacial, y presentan una epidermis adaxial conformada por una capa de células pequeñas y células papiliformes de mayor tamaño dispuestas alternadamente; mesófilo indiferenciado, constituido por tejido parenquimático homogéneo con células de gran tamaño y delgada pared celular; haces vasculares envainados por una capa de células que acumulan mucilago; y epidermis abaxial similar a la adaxial. *P. reptans* presentó el mayor grosor de lámina de las especies C3. Éstas, a excepción de *P. reptans*, poseen lamina con tejido bifacial, y todas presentan epidermis adaxial conformada por una capa de células pequeñas; mesófilo constituido por parénquima en empalizada con células alargadas y parénquima esponjoso con células de menor tamaño; haces vasculares sin vaina; y epidermis abaxial, similar a la adaxial.

La especie *S. palmeri* presentó el valor más alto de reflectancia de todas las especies entre los meses de octubre y diciembre (13,93±1,49), reflejando un 47% más que *S. spurium* "rojo", que presentó el menor valor entre las especies CAM (9,45±1,52); un 33% más que *P. reptans*, que presentó el valor más alto entre las especies C3 (10,47±0,88); y un 175% más que *G. berterii*, que presentó los valores más bajos entre todas las especies (5,05±0,48). La especie *G. berterii* presentó el valor más alto de transmitancia

total ($21,28 \pm 3,42$), transmitiendo un 169% más que *S. radicans* que presentó el valor más bajo de todas las especies ($7,91 \pm 1,01$). Según los datos obtenidos, no existió una tendencia marcada por el tipo de metabolismo para las propiedades ópticas que presentaron las distintas especies, es decir que tanto especies C3 como CAM presentaron valores permisibles de estas propiedades para su uso en techos verdes.

IV. Conclusiones

Si bien las especies mostraron distintos porcentajes de reflectancia y absorbancia, estos valores no fueron significativamente distintos para las diferentes especies. Por otro lado, la transmitancia solo mostró valores significativamente distintos para la especie *G. berterii*, la cual arrojó los valores más altos para el parámetro estudiado. En base a los resultados obtenidos, no sería factible correlacionar características anatómicas como el grosor de la lámina foliar o tipo de metabolismo con ninguna de las propiedades ópticas.

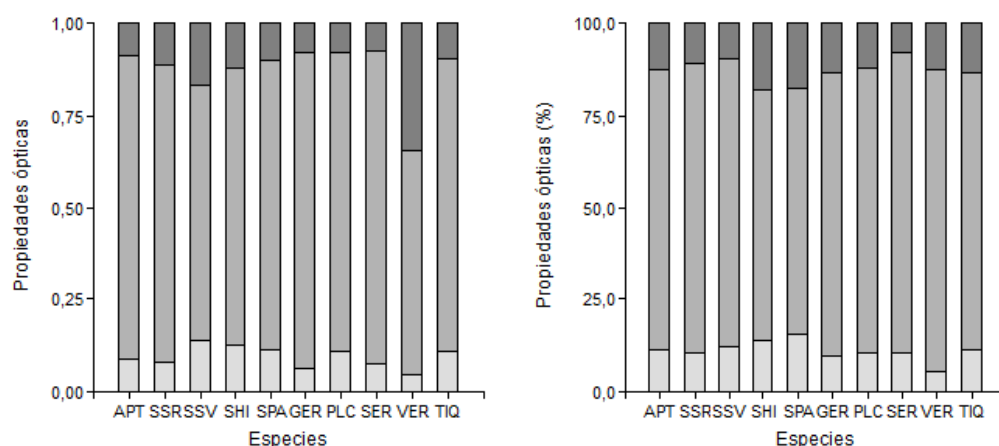
Bibliografía

- Alexandri, E. y Jones, P. 2008. Temperature decrease in a urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43, 480- 493.
- Asrar, G. y Fuch, M.; Kanemasu, E. and Hatfield, J. 1984. Estimating Absorbed Photosynthetic Radiation and Leaf Area Index from Spectral Reflectance in Wheat. *Kansas. Agron. J.* 76:300-306
- Doughty, C.; Field, C. y McMillan, A. 2010. Can crop albedo be increased through the modification of leaf trichomes, and could this cool regional climate? *Standford. Climatic Change* 104:379–387
- Del Barrio, E. 1998. Analysis of the green roofs cooling potential in buildings, *Energy Build.* 27: 179–193.
- Liu, T.; Shyu, G.; Fang, W.; Liu, S.; y Cheng, B. 2012. Drought tolerance and thermal effect measurements for plants suitable for extensive green roof planting in humid subtropical climates, *Energy Build.* 47: 180–188.
- Niachou, A.; Papakonstantinou, K.; Santamouris, M.; Tsangrassoulis, A. and Mihalakakou, G. 2001. Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance. *Energy and buildings*, 33(7): 719-729.
- Shawn, P.; Dylan, N.; Eric, L. y Philip, A. 2012, Leaf optical properties reflect variation in photosynthetic metabolism and its sensitivity to temperature, *Journal of Experimental Botany* 63: 489–502
- Takakura, T.; Kitade, S. y Goto, E. 2000 Cooling effect of greenery cover over a building, *Energy Build.* 31:1–6.
- Theodosiou, T. 2003. Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique. *Energy and Buildings*, 35: pp. 909-917
- Theodosiou, T. 2009. Green roofs in buildings: thermal and environmental behaviour *Advances in Building Energy Research*, 3:pp. 271-288
- Vaz Monteiro, M.; Blanusa, T.; Verhoef, A.; Richardson, M.; Hadley, P. y Cameron, R. 2017. Functional green roofs: Importance of plant choice in maximising summertime environmental cooling and substrate insulation potential, UK. *Energy and Buildings* 141: 56–68.

Anexos

Tabla 1. Características morfológicas de la lámina foliar y área (cm²) de las diez especies de cubresuelo. Valores corresponden a los promedios \pm SE (n=12).

Especie	Disposición	Forma	Margen	Superficie	Nervadura	Color	Área foliar (cm ²)
<i>A. cordifolia</i>	opuesta	Ovada	entero	Glabra	central destacada	verde claro	2,57 \pm 0,4
<i>S. spurium</i> "rojo"	radial	truncada	apical sinuado	glabra, presencia de papilas	pinnada cerrada	rojo	0,47 \pm 0,1
<i>S. spurium</i> "verde"	radial	truncada	apical sinuado	glabra, presencia de papilas	pinnada cerrada	verde intenso	0,62 \pm 0,1
<i>S. spurium</i> "híbrido"	radial	cuneada	arista redondeada, margen lateral superior dentado	glabra, presencia de papilas	pinnada cerrada	verde intenso	1,18 \pm 0,4
<i>S. palmeri</i>	radial	lineal	entero	glabra, presencia de papilas y capa cerosa	pinnada cerrada	verde grisáceo	1,36 \pm 0,2
<i>G. magellanicum</i>	basal	foliolos ovados	serrados	pubescente, tricomas simples filiformes en ambas caras	pinnada cerrada	verde claro	34,82 \pm 7,5
<i>P. caerulea</i>	alterna	aristada	entero	glabra, presencia de glándulas epidérmicas	pinnada abierta	verde intenso	2,76 \pm 1,0
<i>S. radicans</i>	verticilada	espatulada	entero	Glabra	central destacada	verde claro	2,44 \pm 0,8
<i>P. reptans</i>	alterna	cuneada	superior dentado	pubescente, tricomas simples filiformes por ambas caras	pinnada abierta	verde intenso	0,97 \pm 0,6
<i>G. berterii</i>	opuesta	palmada	lobulado	pubescente, tricomas filiformes en ambas caras	pinnada abierta	verde oscuro	2,9 \pm 1,1

**Figura 4.** De manera ascendente Reflectancia, absorbancia y transmitancia (%) promedio para las especies de cubresuelos nativos e introducidos durante octubre y diciembre. Resultados porcentuales con respecto al PAR diario. A) octubre. B) diciembre. APT: *A. cordifolia*; GER: *G. magellanicum*; PLC: *P. caerulea*; SER: *S. radicans*; SHI: *S. spurium* var. híbrido; SPA: *S. palmeri*; SSR: *S. spurium* var. rojo; SSV: *S. spurium* var. verde; TIQ: *P. reptans*; VER: *G. berterii*.

“Biodiversidad y conservación en los techos. Servicios ecosistémicos de los techos verdes”

Legassa, M.V.¹ y Barros, M.²

¹ Jardín Botánico Chagual

² VerdeActivo Cubiertas Vegetales

I. Introducción

La biodiversidad desempeña un papel importante, no sólo en la creación de espacios adicionales de vida silvestre en las zonas urbanas, sino también en la conservación de especies vegetales nativas, y de insectos y microorganismo raros o en peligro de extinción. Los techos verdes permiten restaurar el hábitat dañado con la urbanización, aportando a la biodiversidad y conservación de especies nativas. El objetivo de este trabajo fue investigar especies nativas e introducidas de clima mediterráneo que permitieran crear espacios de biodiversidad y conservación sobre el techo, con un carácter educativo. Los resultados corresponden a una definición de asociaciones vegetales con especies nativas y exóticas aptas para techos verdes de 10 a 15 cm de profundidad de sustrato rooflite en la región mediterránea de Chile.

Primero se realizó un catastro de las especies nativas de la zona central de Chile con potencial de incorporarse en techos verdes con sustrato rooflite en profundidades de 10 a 15 cm. Posteriormente, se definieron criterios para cuatro áreas temáticas que permitieran crear una exposición cultural en el techo. Finalmente, se definieron las asociaciones utilizando el concepto de “Paisajismo Naturalista a través de plantaciones mixtas” que busca simular las relaciones que se dan en la naturaleza, de manera de lograr plantaciones dinámicas (que cambien a lo largo de las estaciones del año) y sistemas autorregulados, y considerando especies estructurales, acompañantes y cubresuelos, según objetivos definidos para cada área temática. No hay ensayos experimentales.

II. Desarrollo del Trabajo

Al utilizar una mezcla de especies vegetales de bajo consumo hídrico y baja mantención (como la combinación de especies nativas e introducidas de clima mediterráneo), en sistemas con sustratos formulados adecuadamente, en la profundidad adecuada, con una mezcla de especies que tengan una amplia época de floración, y con un sistema de plantación que permita el intercambio de humedad, nutrientes y de organismos benéficos a través de toda la cubierta, se puede proporcionar un excelente hábitat para diversas especies de invertebrados y ser fuente de néctar durante el período de floración estival.

Se definieron cuatro áreas temáticas, bajos los conceptos de sustentabilidad y biodiversidad:

1. Estrategias adaptativas en plantas de clima mediterráneo.
2. La vida secreta del suelo: raíces y microorganismos.
3. Asociaciones benéficas entre plantas e insectos.
4. La importancia de las hierbas para la biodiversidad y para la vida humana.

Esta investigación es realizada con el objetivo de encontrar las especies nativas e introducidas más idóneas para su utilización en los módulos VerdeActivo para Techos Verdes de 10 a 15 cm de profundidad con sustrato rooflite, centrando la mirada en las áreas temáticas definidas.

III. Resultados

La definición de las “asociaciones vegetales” tiene por objetivo asegurar la longevidad de la plantación, una amplia época de floración y una variedad de tonalidades y coloridos según la época del año, así como también para disminuir los requerimientos de mantención.

Se definen 10 asociaciones vegetales, con 50 especies vegetales nativas o introducidas de clima mediterráneo.

IV. Conclusiones

Los techos verdes de baja profundidad podrían ser un aporte a la biodiversidad y conservación de las especies nativas e introducidas de clima mediterráneo, así como un espacio cultural, permitiendo entregar servicios ecosistémicos a la ciudad. Los resultados corresponden a una definición de asociaciones vegetales con especies nativas y exóticas aptas para techos verdes de 10 a 15 cm de profundidad de sustrato rooflite en la región mediterránea de Chile.

Bibliografía

- Andrade JL.; De la Barrera, E.; Reyes-García, C.; Ricalde, M.F.; Vargas-Soto, G. y Cervera, J.C. 2007. El metabolismo ácido de las crasuláceas: diversidad, fisiología ambiental y productividad. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 81:37-50. En: esdocs.org/docs/index-1216.html.
- Arroyo, k.; Mary, T.; Rougier, D.; Pérez, F.; Pliscoff, P. y Bull, K. La flora de Chile central y su protección: antecedentes y prioridades para el establecimiento del Jardín Botánico Chagual. Revista Chagual 1: 31-41. 2003. Santiago, Chile.
- Brenneisen, S. 2006. Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland. Urban Habitats. Disponible en http://www.urbanhabitats.org/v04n01/wildlife_full.html
- Castro, P.; Villar, P. & Montserrat, G. Adaptación de las plantas leñosas al clima mediterráneo. Quercus 186: 29-33. 2001. Consejo Superior de Investigaciones Científicas SCIC. España.
- Conservación ex situ de especies endémicas y amenazadas de las zonas desértica y mediterránea de Chile. Banco Base de Semillas, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile. & Royal Botanic Gardens Kew. Reino Unido.
- Control biológico. (s.f.). En Wikipedia. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Control_biol%C3%B3gico
- Cultivo trampa. (s.f.). En Wikipedia. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Cultivo_trampa
- Fachbericht Stauden Verwendung im öffentlichen Grün. Stauden Mischpflanzungen für Trockene Freiflächen. Informe Técnico de especies perennes de plantación mixtas para las zonas secas y abiertas, FLL 2014.
- Fernández, I.; Morales, N.; Olivares, L.; Salvatierra, J.; Gómez, M. y Montenegro, G. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. CONAF.
- Jordan, M. Adaptaciones de plantas a estrés abiótico que les permiten vivir y prosperar en diferentes condiciones ambientales. Revista Creces. 2001.
- Listado de Medicamentos Herbarios Tradicionales, MINSAL 2009.
- Montalva, J.; Allendes J.L. & Castro, B. Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) del Jardín Botánico Chagual. Estudio de caso de abejas nativas en zonas urbanas de Santiago de Chile. Revista Chagual 8: 13-23, 2010. Santiago, Chile.
- Montalva, J. y P. Vial. 2012. Abejas de Chile. Disponible en <http://abejasdechile.blogspot.com/>

- ONG de Desarrollo Corporación Neguén (s/f). Proyecto MICRA – Mariposas de Chile. Disponible en <http://www.micra.cl/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en <http://www.fao.org/>
- Plan de Acción País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. CONAMA, 2005.
- Planta insectaria. (s.f.). En Wikipedia. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_insectaria
- Romo, H. Las mariposas como indicadores de regiones biogeográficas en la Península Ibérica. Revista Chagual 9: 37-42. 2011. Santiago, Chile.
- Torres-Mura, J.C. Interacciones entre aves y flores en Chile Central y el archipiélago Juan Fernández. Revista Chagual 4: 55-63. 2006. Santiago, Chile.
- Waldo, L. 2002. Insectos de Chile. Atlas Entomológico. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. Santiago de Chile.

*Índice de Autores***-A-**

Acuña, E.	23
Acuña-Guzmán, C.	96
Ahumada, P.	187
Ahumada, V.	173
Albornoz, F.	28
Aliaga Droguett, G.	92
Álvarez Valdivia, C.	190
Álvarez, C.	136
Álvarez, N.	72
Alzate, J.	94
Andoñe, A.	107
Antilén, M.	23
Arce Molina, J.	92
Arcos, N.	148
Arcos, Y.	129
Arellano, E.	17
Arismendi Macuer, M.	80
Aros, D.	107, 129, 132
Atala, C.	67
Ávila, F.	116

-B-

Báez, J.	121
Balada, C.	46, 70, 126
Barahona, J.	1
Barros, M.	199
Becerra, P.	15, 33
Belmonte Schwarzbaum, E.	80
Benedetti, S.	58
Blanco, J.	100
Bustamante Farías, T.	92
Bustos, D.	162
Bustos, M.F.	192

-C-

Cabello, A.	114
Cabrera, A.	116
Cabrera, M.	72
Cabrera-Ariza, A.	111
Caramantín Soriano, M.	159, 166
Carrasco Sánchez, V.	166
Carrasco, H.	136
Carreño, P.	187
Carrillo, R.	1
Casanova, M.	23
Castañeda, P.	187
Castillo, B.	23
Castillo, D.	67
Castillo, G.	185
Castro, M.	46, 70, 126
Cerda-Peña, C.	63
Cid, H.	67
Cifuentes, G.	41
Cisternas Bravo, M.	65
Contreras, S.	41, 63, 173
Cornejo, P.	23
Crisóstomo, K.	119, 140, 168

-D-

De la Cuadra, C.	146, 176
De la Fuente, L. M.	17, 121
Della Costanza, S.	173
Díaz, M.J.	121
Doll, U.	96, 100, 150, 151
Durand, J.	1

-E-

Ejsmentewicz, T.	75
------------------	----

Escobar Peña, M.	157	Gurtubay, F.	138
Espejo, M.J.	82	Guzmán, L.	46, 70, 126
Espinoza	157	-H-	
Westermeyer, F.		Hasbún, R.	143
Espinoza, A.	148	Hepp, J.	31, 192
Espinoza, C.	100	Hernández, M.	43, 119, 140, 169
Espinoza, S.	116	Hormazábal, S.	35
Espinoza-Meza, S.	111		
-F-		-I-	
Fassio, C.	46, 70, 126	Ibacache, C.	176
Faúndez, L.	11	Ibacache, E.	185
Fernández, R.	171	Ibáñez, S.	6
Figueroa, C.	33	-J-	
Figueroa, F.	162	Jara, S.	143
Figueroa, J.	38	-L-	
Finot, V.	77	Larraín, J.	26
Flores, G.	192	Legassa, M.V.	192, 199
Folchi, M.	84	León, M.	6, 185
Fonseca, B.	75	LeQuesne, C.	98
Fuentes, G.	103, 123	Lobos, O.	166
Fuentes, J.C.	151	López-Sepúlveda, P.	103
-G-		-M-	
Gallegos, M.	114	Madrazo, A.	123
Galleguillos, M.J.	75	Madrid, A.	171
García, N.	13	Madrid, V.	17
Garrido, P.	57, 90	Manque, P.	94
Garridogh, P.	4	Maracaja-Coutinho, V.	94
Ginocchio, R.	17, 121	Marchant, M.	46, 70, 126
Giordano, A.	11, 48, 162	Martin Venegas, J.	65
Giussani, L.	77	Martínez, C.	94
Gómez, M.	48, 195	Mártinez, K.	6
Gómez, P.	4, 57, 90	Matte, J.	195
González, B.	150, 151	Matte, M.	181
González, F.	84	Maturana, A.	28
González, J.	146	McRostie, V.	11
Gratzfeld, J.	72	Molina, P.	46, 70, 126
Green, D.	20, 138, 148		
Grimau, L.	48		

Montecinos, M.	46, 70, 126	Pizarro T., J.	59, 61
Montenegro, G.	48, 173	Pizarro, C.	75
Montenegro, Y.	171	Poblete-Tapia, P.	166
Mora, N.	43	Polanco, V.	94
Mora-Carreño, M.	51	Promis, A.	116
Morales, C.	35		
Morales-Tapia, P.	31	-R-	
Moreno, R.	98	Ramírez, C.	107, 129
Moure, D.	20, 138, 148	Ramos-Sazo, S.	166
Moya, M.	150, 151	Reyes Pávez, C.	190
Muñoz, B.	150	Reyes, S.	119
Muñoz, C.	132	Ríos, D.	43, 119, 140, 169
Muñoz-Espinoza, V.	151	Rivas, C.	132
Musalem, M.	53, 187	Rodríguez, K.	162
		Rojas Villegas, G.	80
-N-		Rojas, G.	98
Navarro, J.	72, 82	Rojas-Arévalo, N.	17
Nuñez, G.	48	Rojas-Herrera, M.	94
		Romero-Mieres, M.	65, 179
-O-		Romero-Silva, M.J.	157
Olea Hernandez, C.	92	Rozas Contreras, A.	92
Olea, A.	136	Rubio, J.	136
Opazo, L.	90	Ruiz Nuñez, C.	137
-P-		-S-	
Pacheco, P.	1	Saavedra, P.	153
Padilla, C.	166	Sáez, P.	119, 140
Pañitrur, C.	6, 72, 82	Saldías, G.	38
Pardo B., O.	59, 61	Salvatierra, A.	8
Pastor, G.	94	San Martín, J.	4, 90
Peñailillo, P.	103, 159	Sánchez, C.	75, 94
Peñaloza, P.	146, 153, 164, 176	Sánchez, M.	119, 140, 169
Perasso, L.	38	Sandoval, A.	6, 72, 82
Pereira, G.	67	Sanhueza, A.	153
Pérez M., C.	140	Santa Cruz, J.	153, 164
Pertuzé, R.	129	Santelices, R.	116
Pezoa, I.	75	Santelices-Moya, R.	111
Pfeil, P.	88	Schiappacasse, F.	159, 176
Pinto, V.	72	Sepúlveda Chavera, G.	80

Sepúlveda Núñez, E.	179	-V-	
Sepúlveda, J.	8	Valdés-Reyes, C.	96, 100
Silva, P.	116	Valenzuela, C.	162
Silva-Flores, P.	111	Vargas, R.	51
Silva-Moreno, E.	136	Velásquez, P.	48, 162
Simonetti, J.	94	Vera, S.	28
Smith, N.	114	Verdugo, G.	176
Soreng, R.	77	Vergara, A.	168
Sossa, K.	143	Vidal, A.	146, 176
Soto-Cerda, L.	96, 100	Villacreses, J.	75, 94
Steinfort, U.	28, 123, 195	Villalobos, N.	77
		Villarroel, A.	98
-T-		Vives, K.	43
Takayama, K.	103	Vogel, H.	150, 151
Tapia, J.	159		
Tapia, Y.	23	-W-	
Torres, P.	88	Wilckens, P.	181
-U-		-Y-	
Undurraga, S.	94	Yilales, M.	11
		-Z-	
		Zunino, J.	187