



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Distribución de plántulas y germinación de semillas del lúcumo chileno (*Pouteria splendens*) en Los Molles, Chile

Seedling distribution and seed germination of chilean lucumo (*Pouteria splendens*) in Los Molles, Chile

GASTÓN J. SOTES^{1,2,3,*}, RAMIRO O. BUSTAMANTE^{1,3} & CAROLINA A. HENRÍQUEZ⁴

¹Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, P.O. Box 653, Santiago, Chile

²Actualmente: Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, P.O. Box 160 C, Concepción, Chile

³Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Universidad de Chile, P.O. Box 653, Santiago, Chile

⁴Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Andres Bello, P.O. Box 8370146, Santiago, Chile

*Autor correspondiente: gastonsotes@gmail.com

RESUMEN

Pouteria splendens (lúcumo chileno, palo colorado) es un árbol endémico de Chile central con problemas de conservación. Es la única especie representante de la familia Sapotaceae en el país y se conoce muy poco de su ciclo de vida. En este trabajo describimos el patrón de distribución espacial de plántulas en la población remanente de mayor tamaño de la especie, e investigamos el efecto de la disponibilidad de agua, la presencia de pericarpo en las semillas y de la hojarasca en la capacidad de germinación. La densidad de plántulas fue mayor bajo el dosel de las plantas madres, que fuera de estas. Solo la disponibilidad de agua tuvo un efecto significativo sobre la germinación. La especie tiene el potencial de regenerar, en futuros planes de conservación y restauración de la especie hay que aprovechar el efecto nodriza que estaría ejerciendo el dosel.

Palabras clave: árbol endémico, dosel, especie amenazada, hojarasca, pericarpo.

ABSTRACT

Pouteria splendens (Chilean lucumo, red wood) is an endemic and endangered tree from Central Chile. It is the only member of the Sapotaceae family in the country and little is known about his life cycle. In this work we described the spatial distribution of seedlings in the biggest remained population of the species, and we investigated the effect of the water availability, presence of pericarp in the seeds and the leaf litter on the capacity of germination in the species. Seedling density was higher under the canopy of mother plants, than outside its. Only water availability had a significant effect on the germination. The species has the potential to regenerate, in future plans of conservation and restoration of the species must take advantage the nurse effect of the canopy.

Key words: canopy, endangered species, endemic tree, leaf litter, pericarp.

INTRODUCCIÓN

La regeneración en plantas es un proceso demográfico que implica conocer lo que le ocurre a los estados de flor, semilla, plántula, juvenil y adulto. La disminución o ausencia de regeneración en una población de plantas puede ser consecuencia de una reducción en las probabilidades de transición entre estados (Harper 1977). Factores abióticos (luz, CO₂, agua, etc.) y bióticos (herbívoros defoliadores,

polinizadores, dispersores y consumidores de semillas, etc.) modulan la transición de estos estados (Harper 1977).

En ecosistemas mediterráneos, un factor que determina el ciclo de vida de plantas y en particular los procesos de regeneración de las mismas, es la escasa disponibilidad hídrica durante los meses de verano (Cabrera 2002, Lloret et al. 2005). En estos ecosistemas la germinación y sobrevivencia de plántulas suelen ser particularmente dependientes

de condiciones microclimáticas (Escudero et al. 2000, Becerra et al. 2004, Cavieres & Peñaloza 2012). La escasa disponibilidad hídrica puede ser contrarrestada por diversos componentes intrínsecos y extrínsecos a las plantas. Entre los primeros, la existencia de raíces profundas (Olivares & Squeo 1999, León et al. 2011, Torres et al. 2002), o la presencia de pericarpo carnoso que protege la semilla de la desecación (Chacón & Bustamante 2001), son rasgos que podrían aumentar la germinación y sobrevivencia de plántulas y adultos. Junto con esto, el ambiente también aporta significativamente al establecimiento de nuevos individuos. Bajo parches de vegetación se generan condiciones microclimáticas con menor temperatura y mayor humedad, que facilitan el asentamiento de especies en contraste con espacios sin cobertura (Castro et al. 2004, Lloret et al. 2005, Callaway 2007, Cavieres & Peñaloza 2012, Cuevas et al. 2013). Este fenómeno de facilitación entre plantas es denominado efecto nodriza, y sería muy importante en ecosistemas áridos, semiáridos y mediterráneos (Squeo et al. 2001, Callaway 2007, Cavieres & Peñaloza 2012).

A su vez, la presencia de hojarasca acumulada bajo los parches de vegetación interactúa con las semillas pudiendo afectar el proceso de germinación y establecimiento de plántulas (Sayer 2006). En algunos casos, actuaría como barrera mecánica sobre el crecimiento de la radícula (Bosy & Reader 1995, Cleavitt et al. 2011) o podría alterar el ambiente químico (Vellend et al. 2000, Bonanomi et al. 2005). Sin embargo, en ecosistemas como los mediterráneos podría contribuir al efecto nodriza, favoreciendo el proceso de regeneración al reducir la temperatura y pérdida de agua del suelo (Callaway & Pugnaire 1999, Becerra et al. 2004, Sayer 2006).

En el matorral de Chile central la regeneración de especies leñosas es muy dependiente de la presencia de dosel, ya que bajo parches de vegetación la humedad del suelo es mayor en relación a espacios abiertos, lo que favorece la germinación y el establecimiento de plántulas (Fuentes et al. 1986; del Pozo et al. 1989, Squeo et al. 2001, Cuevas et al. 2013). Entre las especies arbóreas que constituyen los parches de vegetación en Chile central se encuentra la especie endémica

Pouteria splendens (A. DC.) Kuntze (palo colorado o lúculo chileno). Esta posee un follaje denso de hoja dura (Muñoz & Serra 2006) que se acumula bajo el dosel formando hojarasca (Sotes observación personal).

Es la única representante nativa de la familia Sapotaceae en Chile (Muñoz & Serra 2006), y está catalogada en un estado de conservación Vulnerable (Benoit 1989). Recientemente ha sido propuesta en categoría de “en Peligro Crítico”, debido a la intensa destrucción de su hábitat, a su distribución restringida, y a su regeneración natural limitada o prácticamente ausente (Squeo et al. 2001, Hechenleitner et al. 2005). Actualmente se reportan solo cinco poblaciones remanentes de la especie, ubicadas desde el sur de la provincia de Choapa, en la IV Región, 31°05' S, hasta la provincia de San Antonio en la V Región, 33°22' S (Muñoz & Serra 2006). Ninguna de estas poblaciones se encuentra protegida en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Squeo et al. 2001). A pesar de ser una especie muy vulnerable en términos de conservación, no hay estudios que documenten cuantitativamente el patrón de regeneración de la especie, o que describan los factores que la afectan.

Al igual que otros miembros congenéricos, la semilla es de vida corta y recalcitrante (Farnsworth 2000, Nuñez Prado 2005), cubierta por un pericarpo carnoso que en ocasiones es parcialmente removido por zorzales (*Turdus falklandii* King) y diucas (*Diuca diuca* Molina) (Johow 1948). Se ha sugerido que esta especie carece actualmente de dispersores legítimos, ya que el fruto es más ancho que la distancia entre las comisuras del pico de las aves reportadas en este ecosistema (Armesto et al. 1987). Las semillas dispersadas con y sin pericarpo caen bajo el dosel de los árboles parentales y se entremezclan en la hojarasca (Sotes observación personal).

Considerando que *P. splendens* se encuentra bajo el régimen climático mediterráneo, la disponibilidad hídrica, el dosel de árbol parental, la hojarasca y el pericarpo podrían afectar la germinación y establecimiento de sus plántulas. Dado esto, se espera que las plántulas se encuentren concentradas bajo el dosel del árbol parental y que alta irrigación junto con la presencia de pericarpo y hojarasca afecten positivamente la germinación de semillas de lúculo.

MÉTODOS

Especie y sitio de estudio

P. splendens es un árbol de ramificación intrincada que puede alcanzar los cinco metros de altura (Muñoz & Serra 2006). La floración y producción de frutos transcurre entre septiembre y abril, alcanzando la máxima producción de frutos durante el mes de febrero (Henríquez et al. 2012). El fruto es una drupa carnosa, amarillo y rojo en la base, con una a dos semillas, de uno a tres cm de diámetro (Nuñez Prado 2005). El estudio se llevó a cabo en marzo del 2008 en la población remanente más extensa de *P. splendens* que se extiende frente al balneario Los Molles (32°15' S, 71°30' O) (Fig. 1). Mooney & Schlegel (1967) describen la vegetación de Los Molles como matorral achaparrado denominado por la asociación de *Lithrea caustica* (Molina) Hook.

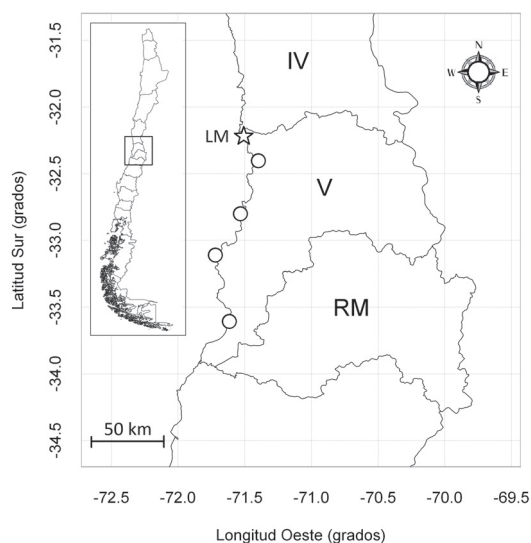


Fig. 1: Poblaciones reportadas de *P. splendens* (círculos) y sitio de estudio (estrella).

LM = Los Molles, IV y V: IV y V Región, RM = Región Metropolitana.

P. splendens populations reported (circles) and study site (star).

LM = Los Molles, IV y V = IV and V Region, RM = Metropolitan Region.

& Arn. y *P. splendens* (*Lithreo-Lucumetum*) y entre las especies acompañantes más frecuentes y abundantes se encuentra *Bahia ambrosioides* Lag., *Baccharis macraei* Hook. & Arn., *Cryptocarya alba* (Molina) Looser, *Eupatorium salivum* Colla, *Fuchsia lycioides* Andrews, *Haplophappus foliosus* DC., *Peumus boldus* Molina, *Puya chilensis* Molina y *Sphacele salviae* (Lindl.) Briq. La geomorfología de la zona se caracteriza por terrazas marinas dispuestas paralelas a la costa, como escalones ascendentes desde el litoral hacia el interior,

generando pendientes en dirección oceánica. Junto con que los suelos son poco profundos, con poca capacidad de retención de agua debido a una rápida saturación del horizonte superficial, las precipitaciones escurren superficialmente provocando erosión y reducida disponibilidad de agua para las plantas. La zona tiene una larga historia de ocupación humana, por lo que su paisaje se encuentra intensamente alterado producto de la corta de individuos, incendios, ganadería y urbanización (Squeo et al. 2001).

Distribución de plántulas

Se contabilizó el número de plántulas dentro de cuadrantes de un metro cuadrado dispuestos al azar, bajo y fuera del dosel de 30 individuos adultos seleccionaron aleatoriamente. Bajo cada dosel se trazaron cuatro cuadrantes, haciendo un total de 120. El espacio fuera del dosel correspondió al área comprendida entre el límite del dosel hasta una distancia de 15 m del mismo en todas las direcciones. Considerando que en espacios abiertos hay reducida regeneración de especies arbóreas, se aumentó el esfuerzo de muestreo y se trazaron 8 cuadrantes, haciendo un total de 240. Se consideraron preferentemente plántulas con cotiledones adheridos, en caso contrario se excavaron 20 cm para descartar posibles rametos emergidos de la raíz del árbol parental.

Humedad del suelo y profundidad de la hojarasca

Para determinar la relación entre la cantidad de hojarasca y la humedad del suelo sobre el número de plántulas halladas bajo los doseles, se recolectaron dentro de cada cuadrante cien gramos de suelo y en cinco puntos dispuestos al azar se midió la profundidad de la hojarasca. El porcentaje de humedad del suelo se obtuvo mediante el método gravimétrico. Las muestras de suelo fueron pesadas y luego secadas en estufa a 70 °C durante 48 h. Transcurrido el periodo de tiempo, fueron retiradas de la estufa e inmediatamente pesadas.

Germinación de semillas

Considerando que la máxima producción de frutos transcurre en febrero (Henríquez et al. 2012), durante marzo del 2008 se recolectaron al azar bajo el dosel de *P. splendens* frutos recién dispersados con pericarpo completo. Dada la naturaleza recalcitrante de las semillas, para evitar pérdida de viabilidad, fueron inmediatamente empleadas en el ensayo. Junto con esto, se recolectó una mezcla de hojarasca, superficial y profunda, proveniente del suelo bajo el dosel de *P. splendens*. Se emplearon un total de 200 frutos, de los cuales, a 100 se les removió manualmente el pericarpo. El diseño experimental consistió en ocho tratamientos con 25 semillas por cada uno: baja irrigación, sin pericarpo, sin hojarasca (I- P- H-); baja irrigación, sin pericarpo, con hojarasca (I- P- H+); baja irrigación, con pericarpo, sin hojarasca (I+ P- H-); baja irrigación, con pericarpo, con hojarasca (I+ P+ H-); alta irrigación, sin pericarpo, sin hojarasca (I- P- H+); alta irrigación, sin pericarpo, con hojarasca (I- P+ H+); alta irrigación, con pericarpo, sin hojarasca (I+ P- H+); alta irrigación, con pericarpo, con hojarasca (I+ P+ H+).

Se colocó una semilla por pote de 500 cm³ que contenían 200 cm³ de una mezcla (50 : 50) de tierra proveniente de bajo el dosel de *P. splendens* y arena estéril. Las semillas que recibieron tratamientos con hojarasca fueron cubiertas con las mismas hasta

completar los 500 cm³ del pote. Los potes se incubaron durante los cinco meses en una cámara simulando los datos meteorológicos corresponden a la estación climática de Zapallar, cercana a Los Molles (32°33' S, 71°30' O) (di Castri & Hajek 1976). Se utilizó un fotoperíodo y termoperíodo de 12 h luz a 20°C y 12 h oscuridad a 10°C, de acuerdo a la media anual de temperaturas máximas y mínimas registradas para la zona. La irrigación baja y alta simula el período anual de bajas y altas precipitaciones respectivamente. A los potes de baja irrigación se les suministró el equivalente a 100 mm de precipitaciones mientras que a los potes de alta irrigación lo correspondiente a 300 mm. Para ello, 1 mm de lluvia corresponde a un litro de agua por m², para una superficie de 5³ m² (el pote a la altura de la tierra) 1 mm de lluvia equivale a 5 mL. Dado esto, los potes de baja irrigación recibieron 500 mL y los de alta 1500 mL repartidos en los 150 días (5 meses). Las semillas fueron consideradas como germinadas cuando la radícula emergió al menos dos milímetros desde la cubierta.

Análisis estadísticos

Para determinar el efecto del dosel sobre el establecimiento de las plántulas se realizó una prueba de Mann-Whitney. Se realizaron regresiones lineales entre el número de plántulas (variable dependiente) y la humedad del suelo y la profundidad de la hojarasca (variables independientes). Además, mediante un análisis de regresión múltiple el efecto combinado de la humedad del suelo y la profundidad de la hojarasca (variables independientes: LN (PH + 1), LN (HS + 1)) sobre el número de plántulas (variable dependiente: LN (NP + 1)). En el ensayo de germinación de laboratorio se consideró cada semilla como réplica independiente. Se utilizó un modelo de regresión logística donde la variable respuesta es uno si la semilla germinó, y es cero si no germinó. Para todos los análisis estadísticos se utilizó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando los programas STATISTICA 6.0 (Stat Soft Inc. Tulsa, OK, USA, 2001) y MINITAB 15 (Minitab Inc., State College, PA, USA, 2007).

RESULTADOS

Distribución de plántulas

La densidad de plántulas por metro cuadrado fue significativamente mayor bajo el dosel de *P. splendens* que fuera de este (Mann-Whitney; $U = 40$; $P < 0.005$), con un valor promedio (\pm DE) de 2.45 ± 1.50 m² bajo el dosel y 0.06 ± 0.05 m² fuera del dosel de las plantas madres (Fig. 2).

Relación entre humedad del suelo y profundidad de la hojarasca con la densidad de plántulas

Se encontró una relación positiva entre la humedad del suelo (HS) y la densidad de plántulas, observándose un valor umbral de ocho por ciento de humedad, bajo el cual no se establecen plántulas (Fig. 3). Del mismo

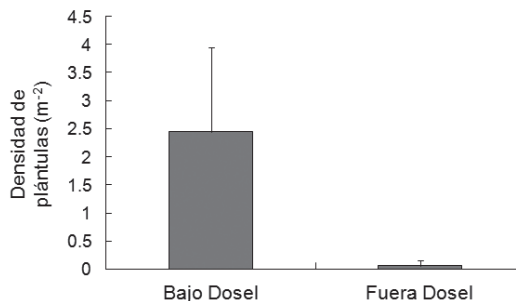


Fig. 2: Densidad de plántulas (media \pm DE) bajo y fuera el dosel de *P. splendens* en la población Los Molles.

Seedling density (mean \pm SD) under and outside of the canopy of *P. splendens* in Los Molles population.

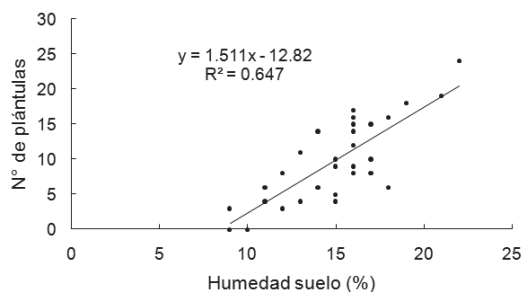


Fig. 3: Relación humedad del suelo y número de plántulas de *P. splendens*.

Relationship between soil moisture and number of seedlings of *P. splendens*.

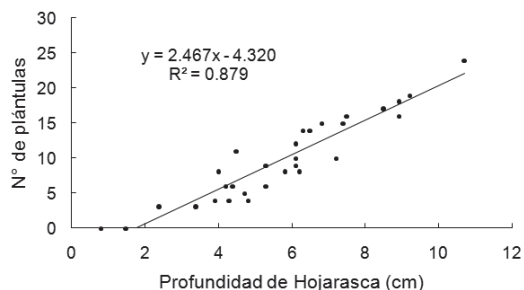


Fig. 4: Relación profundidad de hojarasca y número de plántulas de *P. splendens*.

Relationship between depth of leaf litter and number of seedlings of *P. splendens*.

modo se encontró una correlación positiva entre la densidad de plántulas y la profundidad de hojarasca (PH), destacándose que cuando la profundidad de hojarasca es menor a dos

TABLA 1

Análisis de regresión múltiple para número de plántulas de *P. splendens* (NP), en función de la humedad del suelo (HS) y profundidad de la hojarasca (PH), bajo el dosel de árboles adultos de *P. splendens*.

Multiple regression analysis for number of seedlings (NP), against soil humidity (HS) and leaf litter depth (PH), under the canopy of adult plants of *P. splendens*.

Variable	Coefficiente de regresión parcial	Error estándar	T	P
Constante	-0.8055	0.6234	-1.29	0.199
LN (PH+1)	1.0707	0.1685	6.35	0.0001
LN (HS+1)	-0.0374	0.3038	-0.12	0.902

centímetros no se establecen plántulas (Fig. 4). Al analizar la acción de los dos factores simultáneamente, PH y HS, el análisis de regresión múltiple indica que la variable que mayormente explica el número de plántulas de lúculo, es la profundidad de la hojarasca ($R^2 = 0.477$); $LN (PL+1) = -0.806 + 1.07 (PH+1) - 0.037 LN (HS+1)$ (Tabla 1).

Germinación

El porcentaje de germinación de las semillas fue bajo, de las 200 semillas empleadas en el ensayo, germinaron 75 semillas, es decir un 37.5 %. La menor proporción (20 %) de semillas germinadas se registró en el tratamiento I- P- H-; mientras que la mayor (56 %) en el tratamiento I+ P- H+ (Fig. 5). Ni la hojarasca ($\chi^2 = 1.08$; $P = 0.29$), ni el pericarpo ($\chi^2 = 0.02$; $P = 0.88$) por sí solos afectaron significativamente la germinación; sin embargo el incremento en la disponibilidad de agua aumentó significativamente la proporción de semillas

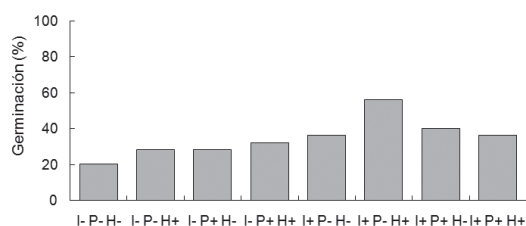


Fig. 5: Porcentaje de semillas germinadas de *P. splendens* bajo ocho tratamientos. I- I+: baja y alta irrigación, P- P+: sin y con pericarpo, H- H+: sin y con hojarasca.

Germination percentage of *P. splendens* seeds under eight treatments: I- I+: low and high irrigation, P- P+: without and with pericarp, H- H+: without and with leaf litter.

germinadas ($\chi^2 = 5.03$; $P = 0.02$). Por otro lado, el efecto combinado entre agua, hojarasca y pericarpo no fue significativo (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Estos resultados muestran que bajo determinadas condiciones *P. splendens* tiene potencial para regenerar en la población estudiada. Bajo el dosel de las plantas madres estarían las condiciones necesarias para el establecimiento de plántulas, por lo que existiría un efecto nodriza en esta planta. La densidad de plántulas es baja comparada con otras especies que presentan semillas recalcitrantes, y que por lo tanto formarían bancos de plántulas (Kranmer et al. 2010). Por ejemplo, se ha encontrado que en Chile central la especie *Cryptocarya alba* presenta densidades de plántulas de más de 100 individuos por metro cuadrado (Parada & Lusk 2011), dos órdenes de magnitud superior a lo registrado en este estudio para *P. splendens*.

Es posible que la baja capacidad germinativa de las semillas, cercana al 37 %, y/o la posible existencia de altas tasas de mortalidad de plántulas, estén relacionadas con el patrón registrado. La germinación de semillas mostró ser dependiente de la disponibilidad hídrica. La presencia de dosel sumado a la profundidad de hojarasca bajo el mismo, contribuirían reduciendo la pérdida de humedad del suelo y por tanto a la sobrevivencia de semillas y plántulas. Existe una relación positiva entre la profundidad de hojarasca y la humedad del suelo (Fig. 6). Siendo la profundidad de hojarasca la que da cuenta del 48% de la variación en el número de plántulas encontradas en terreno (regresión múltiple).

TABLA 2
Análisis de regresión logística para los diferentes tratamientos utilizados en el ensayo de germinación.

Logistic regression analysis for the different treatments used in the germination test.

	Gl	χ^2	P
Pericarpo	1	0.0221	0.8817
Hojarasca	1	1.0857	0.2974
Agua	1	5.0367	0.0248
Pericarpo*Hojarasca	1	1.1072	0.2926
Pericarpo*Agua	1	1.1600	0.2814
Hojarasca*Agua	1	0.0002	0.9881
Pericarpo*Hojarasca*Agua	1	0.3585	0.5493

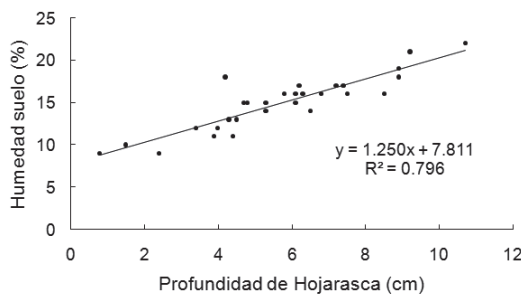


Fig. 6: Relación profundidad de hojarasca y humedad del suelo bajo el dosel de *P. splendens*

Relationship between depth of leaf litter and soil moisture under the canopy of *P. splendens*.

Tal como se ha descrito para otras especies de ecosistemas áridos o semiáridos, la presencia de hojarasca sería importante en determinar la germinación de semillas (Callaway & Pugnaire 1999, Becerra et al. 2004, Pugnaire et al. 1996, Sayer 2006). Simultáneamente, también se podría esperar que la hojarasca ejerza un efecto protector frente al ataque de herbívoros, al ocultar las semillas y plántulas de los depredadores como el conejo europeo (Cuevas et al. 2013).

Por su parte, el pericarpo en principio no inhibe la germinación de *P. splendens* como se ha reportado para otras especies (Thapliyal & Naithani 1996), sin embargo su aporte germinativo no ha sido estadísticamente significativo en el ensayo realizado. La actual ausencia de un dispersor legítimo que remueva completamente la pulpa del fruto afectaría el proceso de regeneración.

Finalmente, la presencia de individuos adultos que aportan cobertura y hojarasca son amenazados usualmente por acciones antrópicas (incendios, ganadería, corta de individuos, urbanización) (Sotes et al. 2006). La extracción de hojarasca para horticultura y jardinería, práctica habitual por las comunidades humanas locales en el matorral de Chile central (Lienlaf 1996), también representa una amenaza para esta especie y probablemente para otras presentes en esta zona. Esta práctica por tanto debería prohibirse o al menos estar fuertemente regulada.

Junto con proveer información ecología de la regeneración de *P. splendens*, este trabajo muestra que en futuros planes de conservación y restauración de la especie *in situ*, como se ha sugerido para otras especies de ambientes mediterráneos (Gómez-Aparicio et al. 2004), hay que aprovechar el efecto nodriza que estarían ejerciendo el dosel y la hojarasca de individuos adultos.

AGRADECIMIENTOS: Agradecemos el aporte de dos revisores anónimos, del editor asociado Javier Figueroa y de Lohengrin Cavieres. Este trabajo es parte de las actividades de investigación del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) proyecto FICM P05-002. También se agradece a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT).

LITERATURA CITADA

- ARMESTO JJ, R ROZZI, P MIRANDA & C SABAG (1987) Plant/frugivore interactions in South American temperate forest. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 321-336.
- BECERRA PI, JL CELIS-DIEZ & RO BUSTAMANTE (2004) Effects of leaf litter and precipitation

- on germination and seedling survival of the endangered tree *Beilschmiedia miersii*. Applied Vegetation Science 7: 253-257.
- BENOIT I (1989) Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Impresora Creces Ltda., Santiago, Chile.
- BONANOMI G, C LEGG & S MAZZOLENI (2005) Autoinhibition of germination and seedling establishment by leachate of *Calluna vulgaris* leaves and litter. Community Ecology 6: 203-208.
- BOSY JL & RJ READER (1995) Mechanisms underlying the suppression of forb seedling emergence by grass (*Poa pratensis*) litter. Functional Ecology 9: 635-639.
- CABRERA HM (2002) Ecophysiological responses of plants in ecosystems with Mediterranean-like climate and high mountain environments. Revista Chilena de Historia Natural 75: 625-637.
- CALLAWAY RM (2007) Positive interactions and interdependence in plant communities. Springer, The Netherlands.
- CALLAWAY RM & FI PUGNAIRE (1999) Facilitation in plant communities. En: Pugnaire FI & F Valladares (eds) Handbook of functional plant ecology: 623-648. Marcel Dekker Press, New York, USA.
- CASTRO J, R ZAMORA, JA HÓDAR, JM GÓMEZ & L GÓMEZ-APARICIO (2004) Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study. Restoration Ecology 12: 352-358.
- CAVIERES LA & A PENALOZA (2012) Facilitation and interference at the intraspecific level: Recruitment of *Kageneckia angustifolia* D. Don (Rosaceae) in the montane sclerophyllous woodland of central Chile. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 14: 13-19.
- CHACÓN P & RO BUSTAMANTE (2001) The effects of seed size and pericarp on seedling recruitment and biomass in *Cryptocarya alba* (Lauraceae) under two contrasting moisture regimes. Plant Ecology 152: 137-144.
- CLEAVITT NL, TJ FAHEY & JJ BATTLES (2011) Regeneration ecology of sugar maple (*Acer saccharum*): seedling survival in relation to nutrition, site factors, and damage by insects and pathogens. Canadian Journal of Forest Research 41: 235-244.
- CUEVAS JG, SI SILVA, P LEÓN-LOBOS & R GINOCCHIO (2013) Nurse effect and herbivory exclusion facilitate plant colonization in abandoned mine tailings storage facilities in north-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86: 63-74.
- DEL POZO AH, ER FUENTES, ER HAJEK & JD MOLINA (1989) Zonación microclimática por efecto de los manchones de arbustos en el matorral de Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 62: 85-94.
- DI CASTRI F & ER HAJEK (1976) Bioclimatografía de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ESCUADERO A, JM IRIONDO, A OLANORUBIO & R SOMOLINOS (2000) Factors affecting the establishment of a Gypsophyte: the case of *Lepidium subulatum*. American Journal of Botany 87: 861-871.
- FARNSWORTH E (2000) The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds. Annual Review of Ecology and Systematics 31: 107-138.
- FUENTES ER, AJ HOFFMAN, A POIANI & C ALLIENDE (1986) Vegetation change in large clearings: patterns in the Chilean matorral. Oecologia 68: 358-366.
- GÓMEZ-APARICIO L, R ZAMORA, JM GÓMEZ, JA HÓDAR, J CASTRO & E BARAZA (2004) Applying plant facilitation to forest restoration: A meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. Ecological Applications 14: 1128-1138.
- HARPER JL (1977) Population biology of plants. Academic Press, London, UK.
- HECHENLEITNER P, MF GARDNER, PI THOMAS, C ECHEVERRÍA, B ESCOBAR, P BROWNLESS & C MARTINEZ (2005) Plantas amenazadas del centro-sur de Chile. Distribución, conservación y propagación. Primera Edición, Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo, Trama Impresores S.A. Chile.
- HENRÍQUEZ CA, GJ SOTES & RO BUSTAMANTE (2012) Fenología reproductiva de *Pouteria splendens* (Sapotaceae). Gayana Botanica 69: 251-255.
- JOHOW E (1948) Flora de Zapallar. Revista Chilena de Historia Natural 49: 232-234.
- KRANNER I, FV MINIBAYEVA, RP BECKETT & CE SEAL (2010) What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. New Phytologist 188: 655-673.
- LEÓN MF, FA SQUEO, JR GUTIÉRREZ & M HOLMGREN (2011) Rapid root extension during water pulses enhances establishment of shrub seedlings in the Atacama Desert. Journal of Vegetation Science 22: 120-129.
- LIENLAF EF (1996) Estimación de la producción de hojarasca y su pérdida mediante la extracción de 'tierra de hojas' en formaciones esclerófilas de la Reserva Nacional Río Clarillo. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- LLORET F, J PEÑUELAS & M ESTIARTE (2005) Effects of vegetation canopy and climate on seedling establishment in Mediterranean shrubland. Journal of Vegetation Science 16: 67-76.
- MOONEY HA & F SCHLEGEL (1967) La vegetación costera del cabo Los Molles en la provincia de Aconcagua. Boletín Universidad de Chile (Chile) 75: 27-32.
- MUÑOZ M & MT SERRA (2006) Documento de Trabajo. Estado de Conservación de las Plantas de Chile. Museo Nacional de Historia Natural y Comisión Nacional del Medio Ambiente (MNHN-CONAMA), Ficha de antecedentes de especies (Chile) N° 133.
- NÚÑEZ PRADO PB (2005) Manipulación de semillas y producción de plantas de lúcumo silvestre (*Pouteria splendens*). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- OLIVARES SP & FA SQUEO (1999) Patrones fenológicos en especies arbustivas del desierto costero del norte - centro de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 72: 353-370.
- PARADA T & CH LUSK (2011) Patterns of tree seedling mortality in a temperate-mediterranean transition zone forest in Chile. Gayana Botanica 68: 236-243.
- PUGNAIRE FI, P HAASE & J PUIGDEFABREGAS (1996) Facilitation between higher plant species in a semiarid environment. Ecology 77: 1420-1426.
- SAYER EJ (2006) Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. Biological Reviews: 81: 1-31.

- SOTES GJ, A URZÚA & B SEBASTIÁN (2006) Chemistry of *Pouteria splendens* and its ecological situation. *Biochemical Systematics and Ecology* 34: 338-340.
- SQUEO FA, G ARANCIO & JR GUTIÉRREZ (2001) Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, Chile.
- THAPLIYAL RC & KC NAITHANI (1996) Inhibition of germination in *Nyctanthes arbortristis* (Olacaceae) by pericarp. *Seed Science Technology* 24: 67-73.
- TORRES R, FA SQUEO, C JORQUERA, E AGUIRRE & JR EHLERINGER (2002) Evaluación de la capacidad estacional de utilizar eventos de precipitación en tres especies de arbustos nativos de Chile con distintos sistemas radiculares. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 737-749.
- VELLEND M, MJ LECHOWICZ & MJ WATERWAY (2000) Germination and establishment of forest sedges (*Carex*, Cyperaceae): test for home-site advantage and effects of leaf litter. *American Journal of Botany* 87: 1517-1525.

Responsabilidad editorial: Javier Figueroa

Recibido noviembre 9, 2012; aceptado junio 28, 2013