

Respuesta en la producción de cera de *Bulnesia retama* (Zygophyllaceae) a diferentes intensidades de poda en el desierto del Monte, Argentina

Graciela DIAZ BISUTTI¹, Antonio D. DALMASSO^{2,3}, Mario A. HERRERA MORATTA^{2,4*}
& Ana L. NAVAS ROMERO^{2,5}

¹Programa de Servicios Agrícolas Provinciales, Área de Conservación de Recursos Fitogenéticos, Instituto de Investigación y Desarrollo Agroindustrial Hortícola Semillero, Sargento Cabral 3671 Oeste, Rivadavia, C.P. 5400, San Juan, Argentina. ²Grupo de Geobotánica y Fitogeografía. Instituto de Investigación en las Zonas Áridas (IADIZA)- CCT CONICET, Avenida Ruiz Leal s/n. Parque General San Martín, Ciudad de Mendoza, C.P. 5570. Mendoza, Argentina. ³Cátedra de Botánica Sistemática. Licenciatura de Biología. Universidad Nacional de San Juan, Av. José Ignacio de la Roza Oeste 590, Rivadavia, C.P. 5400, San Juan, Argentina. ⁴Instituto de Biotecnología- Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan, CONICET. Av. Libertador Gral. San Martín 1109, C.P. 5400, San Juan, Argentina. ⁵Instituto de Ingeniería Química- Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan, CONICET - Grupo vinculado al PROBIEN, Av. Libertador Gral. San Martín 1109, C.P. 5400, San Juan, Argentina. * maherrera@mendoza-conicet.gob.ar

Abstract: Response in the production wax of *Bulnesia retama* (Zygophyllaceae) to different pruning intensities in the desert del Monte, Argentina. The *Bulnesia retama* shrub is an important wax-producing, non-timber natural resource, economically relevant for local communities. Here we evaluate the effects of different pruning intensities on the recovery, survival and wax production in its natural environment. We worked in a community of *B. retama* at Bermejo, San Juan. Fifteen plots were selected. In each plot, 10 individuals of *B. retama* were marked, they were measured biometrically and a pruning treatment was applied. Four levels were applied with different pruning intensities and a control. After that, the wax production was determined. After five years, the treatment was repeated evaluating wax production, recovery and survival. The gross wax content, as well as the wax yield per kg of total branches harvested, the volume and the survival showed significant differences according to the level of pruning carried out. Maintaining wax production over time allows for the management and conservation of the species to be established. The broom is an ecoculture that tolerates low intensity of pruning and used by locals could represent a sustainable resource generating work and ensuring the roots of the peasant in marginal areas.

Key words: arbustales, ecocultivo, manejo, poda, producción de cera

Resumen: El arbusto *Bulnesia retama* es un importante recurso natural de uso no maderable productor de cera. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto de diferentes intensidades de poda en el crecimiento, supervivencia y producción de cera de *Bulnesia retama* en su ambiente natural. Se trabajó en una comunidad de *B. retama*, en Bermejo, San Juan. Se seleccionaron 15 parcelas. En cada parcela se marcaron diez individuos de *B. retama*, se midieron variables morfométricas y se aplicaron 4 niveles de poda y un control. Con lo obtenido se determinó producción de cera. Transcurridos cinco años se repitieron las podas evaluándose producción de cera, tamaño y supervivencia. El contenido bruto de cera, al igual que el rendimiento de cera por kg ramas totales cosechadas, el volumen y la supervivencia mostró diferencias significativas de acuerdo al nivel de poda efectuado. El mantenimiento en el tiempo de la producción de cera permite establecer el manejo y conservación de la especie. El retamo tolera podas de baja intensidad y es utilizado por lugareños, lo que podría representar un recurso sustentable generando trabajo y asegurando el arraigo del campesino en zonas marginales.

Palabras clave: arbustales, ecocultivo, manejo, poda, producción de cera

INTRODUCCIÓN

La deforestación, con su consecuente degradación de tierras y los efectos derivados sobre la biodiversidad y el ambiente en general, son un grave problema para los ecosistemas (Videla *et al.*, 2013). A principios del siglo XX, se necesitaban grandes cantidades de madera y leña para la construcción de ferrocarriles, la industria minera y la agricultura, iniciándose un uso no sostenible de sobreexplotación de los bosques de *Prosopis* y *Bulnesia* (Rojas *et al.*, 2009; Rojas, 2013). Durante las primeras décadas del siglo XX se habrían perdido más del 60% de todos los bosques nativos de la Argentina, y para la provincia de San Juan la disminución habría sido cercana al 75% (Agüero *et al.*, 2018). Los antecedentes legales de protección de los bosques nativos de la Provincia de San Juan se remontan al año 1948 con la Ley Nacional N° 13273, y con la adhesión provincial de la Ley N° 1393 en el año 1949. La falta de reglamentación y aplicación de esta ley llevó al deterioro de los bosques nativos. El Decreto 1193/1991 prohíbe la tala en verde del bosque y se promueve un censo forestal. En el año 2007, la Nación sanciona la Ley N° 26331 de Presupuestos Mínimos de Conservación de los Bosques Nativos, o Ley de Bosque Nativo, sancionándose la Ley provincial N° 8.174 (Márquez *et al.*, 2014).

Como un elemento típico de los arbustales del Monte se destaca *Bulnesia retama* (Gillies ex Hook. & Arn.) Griseb., perteneciente a la familia Zygophyllaceae, conocida vulgarmente como “retamo”. Se han realizado estudios taxonómicos y evolutivos del género (Palacios & Huzinker, 1984; Debandi *et al.*, 2002; Melián *et al.*, 2021). Existen ocho especies de *Bulnesia* a nivel mundial, todas de origen sudamericano, de las cuales dos están presentes en la provincia de San Juan: *B. retama* y *B. foliosa* Griseb. (Hunziker, 1980; Palacios & Hunziker, 1984). *Bulnesia retama* posee una amplia distribución encontrándose en Argentina y Perú. En la Argentina se distribuye en las Provincias de Catamarca, Santiago del Estero, La Rioja, San Luis, Mendoza, Córdoba, La Pampa y San Juan, totalizando una superficie de 6.4 millones de ha (Tinto & Pardo, 1957).

Los primeros trabajos sobre *B. retama* en San Juan fueron realizados por Tinto & Pardo (1957), con participación de Sattler (1978), los cuales elevaron informes técnicos sobre su uso sustentable a la Dirección de Recursos Naturales de San Juan. A la fecha se han realizado numerosos trabajos focalizados en la ecología de *B. retama*,

encontrándose que esta especie propicia la formación de parches de vegetación e islas de fertilidad creándose bajo su canopia un microambiente con mayor concentración de nutrientes, tasa de descomposición e infiltración hídrica (Pucheta *et al.*, 2006; Navas *et al.*, 2018; Tapia & Martinelli, 2019). Actúa como sumideros de semillas pues bajo sus copas el establecimiento de plántulas es relativamente mayor (Ribas-Fernández *et al.*, 2009; Quevedo-Robledo *et al.*, 2010) y la incidencia de herbivoría es baja en comparación a suelos desnudos, aunque de valor en la actividad de la fauna (Ontiveros, 2015). Otros estudios han evaluado los microorganismos asociados al retamo (Toro *et al.*, 2005; Vega Ávila *et al.*, 2010) y el efecto del estrés hídrico a distintas temperaturas sobre la germinación de sus semillas (Rodríguez Rivera *et al.*, 2007). Se han analizado también sus patrones fenológicos, de floración y los sistemas de reproducción de la especie en la Reserva Ñacuñán, Mendoza (Debandi *et al.*, 2002). Se conoce, además, su baja a nula palatabilidad para el ganado, lo que convierte a la especie en ideal para la restauración de áreas degradadas (Dalmasso *et al.*, 2013). Asimismo, se estudió su reclutamiento, encontrándose que es por semillas y que su germinación se manifiesta en un rango de 18 a 32°C, con un poder germinativo de 70%, tolerando potenciales osmóticos de -0.75 Mpa. Una vez germinados, los individuos muestran un sistema radical pivotante al comienzo y luego se ramifican de manera profusa (Dalmasso *et al.*, 1994; Rodríguez Rivera *et al.*, 2007).

Entre los atributos más importantes y que han generado mayor interés económico se encuentra su gran variedad de usos y productos derivados (Vilela *et al.*, 2009; Ladio & Losada, 2009). Si bien su uso es ilegal, es considerada uno de los principales recursos naturales del árido sanjuanino por su amplia distribución, su valor como productor de cera y la calidad de su madera empleada para diversos fines (Roig, 1971, 2001). La recolección de productos forestales no maderables, como la cera del retamo, promovería el empleo de recursos en el marco de la ley de bosques, impactando positivamente en los lugareños en zonas marginales durante períodos de bajos ingresos. Al mismo tiempo, los campesinos contribuyen con su arraigo a la protección del medio ambiente, el control de la desertificación y la protección de cuencas hidrográficas (Mogaka, 2001).

La cera de retamo ha mostrado una muy buena calidad para la industria, siendo un producto importante a nivel nacional e internacional (Rovira, 1962; Riqué, 1977; Ravetta *et al.*, 2013).

La exportación e importación han mostrados incrementos y fluctuaciones en los últimos años. Para el año 2016 se exportaban 0.2 toneladas equivalentes a U\$S 9000, y se importaban 142 toneladas equivalentes a U\$S 922000 (INDEC, 2016). Para el 2017 las exportaciones llegaron a las 0.1 toneladas equivalentes a U\$S 5000, y las importaciones a las 89 toneladas equivalentes a U\$S 592000 (INDEC, 2017). Para el año 2019 las importaciones de ceras vegetales alcanzaron 497919 kg, equivalentes a U\$S 1267503 (INDEC, 2020).

Como consecuencia de la poda intensa (no sostenible) para la extracción de cera, hacia fines de la década de los 80, las poblaciones nativas de retamo en la Provincia fitogeográfica del Monte se degradaron en gran parte (Dalmasso & Llera, 1996; Karlin, 2017). La poda empleada en esa época consistía en un corte a ras del ejemplar, afectando gravemente su recuperación, debido a que se utilizaba como leña para la extracción de cera por el método de “cerote” (Dalmasso & Llera, 1996). Los bosques del Monte se ubican entre los más extensos y frágiles debido a su sensibilidad a cambios ambientales y presiones externas (Whitfield & Reed, 2012; Díaz Bisutti et al., 2015). En estas comunidades arbustivas de retamo en ambientes desfavorables sería adecuado aplicar una producción sustentable, con una productividad de cera sostenida en el tiempo.

La cera del retamo se obtiene de sus ramas, las cuales están cubiertas con una capa superficial producida como una respuesta al estrés hídrico. Cuando la planta recibe riego, el contenido de cera es prácticamente nulo, por lo que el aprovechamiento comercial se limita a lugares áridos como San Juan y La Rioja (Tinto & Pardo, 1957). La concentración de cera es mayor en las ramas de 1 a 3 años (Tinto & Pardo, 1957; Tinto, 1965; 1977; Riqué, 1977). Las propiedades fisicoquímicas de esta cera, la hacen adecuada como complemento para la fabricación de calzado, cuero, pulido de pisos y metales, papel carbónico, tintas, pinturas, velas, cosméticos y adhesivos (Tinto, 1957).

El contenido de cera (porcentaje de peso seco) disminuye con el incremento en diámetro de las ramas, siendo mínima la producción en ramas con diámetros que superan los 12 mm por lo que la extracción de diámetros mayores no se justifica para la producción (Dalmasso & Llera, 1996). Los máximos porcentajes de peso seco de cera se han registrado en ramas con 3.6 mm de diámetro (7.5%). A partir de 20 mm diámetro el contenido de cera es inferior al 1% (peso seco) (Dalmasso & Llera, 1996). Se desconocen trabajos que regis-

tren el efecto de diferentes intensidades de poda en *B. retama*, una perturbación antrópica común en los retamales. En este trabajo se implementó un gradiente de poda para determinar el nivel de tratamiento que combine una producción económicamente rentable sin afectar al individuo. La hipótesis de la cual parte este estudio es que el incremento en el nivel de intensidad de poda disminuye el crecimiento, la producción de cera y la supervivencia de *B. retama*. De esta manera, el objetivo de este estudio es evaluar el efecto de diferentes intensidades de poda en la recuperación, supervivencia y producción de cera de *B. retama* en su ambiente natural en la provincia de San Juan transcurridos 5 años. A partir de este estudio se espera contar con información que pueda ser útil en planes de manejo y conservación de la especie, teniendo en consideración su dominancia en gran parte de la provincia de San Juan.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de trabajo

La zona de estudio se encuentra en la localidad de Bermejo, a 110 km del oasis de San Juan, en la zona de secano del Dpto. Caucete, San Juan (31°35' S y 67°38' O) a 570 m s.n.m (Fig. 1). Esta zona forma parte de la Reserva de Uso Múltiple de Valle Fértil (Ley provincial N° 3666/71) lo que obliga a un uso sustentable de los recursos naturales. La depresión del Bermejo presenta características áridas con valores de precipitación medios anuales de 149.1 ± 4.5 mm para 5 años de medición (2013–2018) (Fig. 2). Las precipitaciones tienen una distribución marcadamente estival, concentrándose el 80% desde fines de noviembre a febrero. La temperatura media anual es de 17.3°C, con máximas absolutas de 45°C (enero) y mínimas absolutas de -6°C (julio) (Poblete & Minetti, 1999). El suelo es profundo y de textura arenosa, con la presencia de lentes de carbonato de calcio en el subsuelo. El área corresponde a la Provincia Fitogeográfica del Monte, con marcados signos de aridez y con predominio de la comunidad del retamal, acompañado por *Prosopis flexuosa* DC. En condiciones de acceso a capa freática (Morello, 1958; Roig, 1993; Villagra et al., 2004). La cobertura de gramíneas perennes es escasa, abundando sólo en años lluviosos (Navas Romero et al., 2018).

Con respecto a los tipos de suelos del área de estudio, predominan Torrifluventes típicos con inclusiones de Torriortentes típicos en lugares relativamente elevados, Salortides típicos en sectores deprimidos, Fluvacuente en sectores

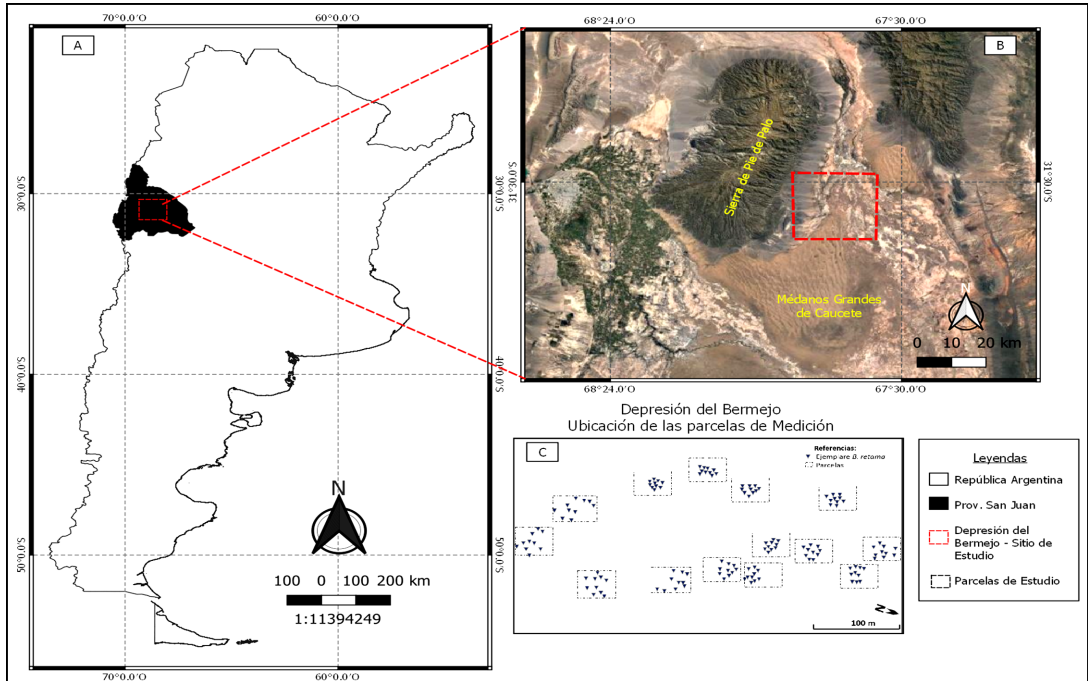


Fig. 1. Mapa del sitio de estudio y diseño experimental de las parcelas muestreadas con los individuos de *Bulnesia retama* en la Depresión del Bermejo, San Juan. A, Ubicación de la provincia de San Juan; B, Imagen satelital de la depresión del Gran Bermejo; C, Ubicación de las parcelas de medición.

inundables del cauce actual del río San Juan y Torripsamientos típicos en sectores invadidos por médanos (Rocca, 1969). En general son salinos con elevados valores de conductividad (Dalmasso & Anconetani, 1993), el pH tiende a ser alcalino y la textura Franco-limosa (Tapia *et al.*, 2020) (Tab. 1).

Para caracterizar la comunidad vegetal en el área de estudio, durante el mes de febrero del 2013 (estación húmeda) se realizaron al azar diez transectas de 30 m con intercepciones cada 0.3 m por el método Point Quadrat Modificado (Passera *et al.*, 1983). Las transectas estaban separadas 10 m entre sí (Daget & Poissonet, 1975; Levy & Madden, 1933; Passera *et al.*, 1983). La caracterización fue completada con censos cualitativos. Adicionalmente se evaluó la población del retamal. Para ello, se construyeron 10 parcelas de 100 m² (10 m x 10 m), distribuidas al azar y separadas por una distancia aproximada de 10 m entre sí. Dentro de cada parcela se midió la altura de cada individuo de *Bulnesia retama* y se clasificaron en las siguientes categorías: adultos (> 0,5 m de altura), juveniles (< 0.5 m de altura) e individuos secos.

La comunidad de *B. retama* en la depresión del Bermejo estuvo representada por 12 espe-

cies perennes. *B. retama* representó el 54.4 ± 14.3% de la cobertura seguida de especies como *Plectrocarpa tetracantha* Gillies ex Hook. y Arn. 17.5 ± 17.2%, *Atriplex argentina* Speg. 12.3 ± 11.2%, *Prosopis flexuosa* DC. 6.5 ± 5.4%, *Lycium tenuispinosum* S.B. Jones y W.Z. Faust 2.6 ± 2.1%, *Larrea cuneifolia* Cav. 1.3 ± 1.2%, *Grahamia bracteata* Gillies ex. Hook. 1.33 ± 1.2%, *Atriplex lampa* (Moq.) D. Dietr. 0.66 ± 0.56%, *A. spegazzinii* A. Soriano ex Múlgura 0.66 ± 0.56%, *Cyclolepis genistoides* D. Don 0.66 ± 0.56%, *Tricomaria usillo* Hook. y Arn. 0.66 ± 0.56%, *Cucurbitella asperata* (Gillies ex Hook. y Arn.) Walp. 0.2 ± 0.1%. Se detectó una marcada escasez de gramíneas perennes y especies anuales en la comunidad. La manifestación de estas últimas sólo ocurre en ciclos lluviosos (Navas *et al.* 2018). La comunidad de retamo mostró una media de 9 ± 4 individuos adultos, 3.8 ± 2.4 individuos juveniles y 0.7 ± 1.05 individuos secos por parcela de 100 m². El individuo promedio de *B. retama* presentó una altura de 1.92 ± 0.3 m, un diámetro mayor de copa de 2.0 ± 0.4 m y un diámetro menor de copa de 1.80 ± 0.6 m.

Para evaluar el efecto de diferentes intensidades de poda en *B. retama*, el muestreo se realizó en una antigua zona de poda para extracción

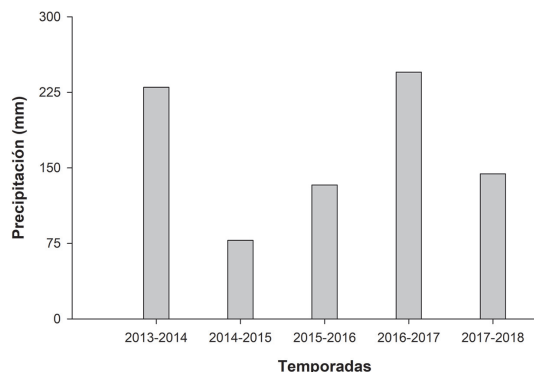


Fig. 2. Precipitación media interanual registrada en Bermejo durante 5 años (2013–2018) 149.1 ± 4.5 mm (Karlin, 2018).

de cera según registros locales. Esto fue corroborado en terreno mediante la comparación con individuos que habían sido intervenidos para la extracción. Durante el año 2013 (enero-marzo) se seleccionaron al azar 15 parcelas en el área de estudio de 20 m de diámetro, distanciadas 50 m entre sí. En cada parcela (unidad experimental) se seleccionaron y marcaron al azar 10 individuos adultos arbustivos de *B. retama*, sin evidencia de intervención de poda previa, de una edad promedio de 35 años (Informante Ávila, com. pers.). A cada individuo se le midió la altura y el diámetro de copa. Posteriormente entre marzo y julio de 2013 los individuos medidos fueron sujetos a 4 niveles de intensidad de poda. Los niveles de intensidad de poda seleccionados se corresponden con los empleados en la zona de explotación del recurso. Corte de ramas de hasta 30 mm de diámetro (T1); corte de ramas de hasta 40 mm (T2); corte de ramas de hasta 50 mm (T3); corte del fuste a ras (T4). Los diferentes niveles de poda aplicados involucraron el corte de la totalidad de las ramas de cada clase diamétrica por individuo. Los cortes en cada tratamiento fueron realizados con la herramienta de uso tradicional en la zona (hacha de mano). Cada uno de estos cuatro niveles de poda fue aplicado a tres parcelas para un total de 30 individuos por nivel (10 individuos x 3 parcelas). A su vez se seleccionaron 3 parcelas control (C) donde no se realizó ninguna poda. Los individuos en estas parcelas control fueron necesarios para conocer la relación volumétrica en comparación con el resto de los niveles del tratamiento (Fig. 3).

La biomasa total extraída de cada ejemplar fue pesada (peso fresco) en campo y luego se realizó una corrección por humedad. Para ello se seleccionaron al azar 10 ramas cortadas por ejem-

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del suelo para el área de estudio. Valores obtenidos de los trabajos de Tapia & Martinelli (2019) (a), Dalmasso & Anconetani (1993) (b), Tapia et al. (2020) (c).

Propiedades Fisicoquímicas	Valores
pH	8.7 (a)
CE (microsiemens/cm)	13150 (b)
VS(ml%g)	92 (a)
Textura (VS)	Franco-limoso (a)
Diámetro de partícula de suelo (mm)	0.1 (a)
Materia Orgánica (%)	2,2-2,95 (c)

plar, se llevaron a estufa a 60^o C durante 48 horas y se les determinó el peso seco. Las ramas finas < 20 mm extraídas por ejemplar y las ramas de todas las clases diamétricas se depositaron sobre bolsas abiertas con exposición solar. Transcurrido dos meses y medio, se efectuó el golpeteo de ramas para desprender la cera. Posteriormente la cera desprendida fue recolectada y pesada en balanza de precisión (Dalmasso & Llera, 1996). Finalmente se estimó el rendimiento de cera producida por kg de ramas cosechadas (cociente entre kg peso seco de cera / kg de ramas cosechadas) para cada nivel de intensidad de poda.

En mayo de 2018, luego de 5 años, se volvió a medir la altura y el diámetro de copa en cada individuo de *B. retama* en las mismas unidades experimentales. Se repitieron los niveles de poda y se efectuaron los mismos procedimientos para el secado del material y recolección de cera. Se debe aclarar, que los individuos sujetos a nivel de poda 4 no volvieron a ser podados por ausencia de rebrotes.

Con los valores de altura y diámetro de copa de cada año se estimó el volumen de cada ejemplar en función de la fórmula de un cuerpo cónico invertido

$$Volumen = \frac{\pi \times h \times (r_1^2 + r_2^2 + (r_1 + r_2))}{3}$$

Donde h es igual a la altura mayor de la copa, r_1 es igual al radio menor, y r_2 es igual al radio mayor.

Finalmente, se midió la supervivencia de los individuos para cada nivel de tratamiento de poda cuantificando la proporción de individuos que continuaban vivos en 2018 luego de la primera poda en 2013.

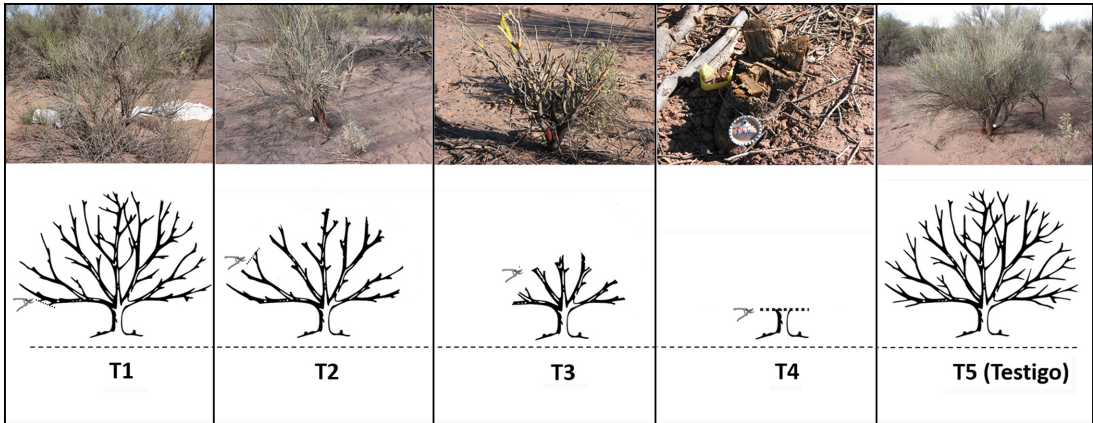


Fig. 3. Esquemización de los diferentes niveles de poda aplicados en los individuos de *Bulnesia retama* en la Depresión del Bermejo, San Juan. Abreviaturas: T1, Corte de ramas de hasta 30 mm de diámetro; T2, corte de ramas de hasta 40 mm; T3 corte de ramas de hasta 50 mm; T4, corte del fuste a ras; T5, testigo.

Análisis de Datos

En todos los casos se aseguró la independencia estadística de los datos, la normalidad se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homocedasticidad mediante la prueba de Levenne. Para todos los análisis el nivel de significancia fue de $p = 0.05$. Para evaluar los efectos de la intensidad de poda (4 niveles) sobre el volumen de los individuos luego de 5 años se realizó un ANOVA a una vía. Para evaluar los efectos de la intensidad de poda (4 niveles) y años (2 niveles: una poda versus dos podas) en la producción de cera y en la relación kg de cera / kg de ramas cosechadas, se realizó una ANOVA a dos vías. Para comparar diferencias entre tratamientos se utilizó una prueba de Tukey de separación de medias cuando los datos mostraron una distribución normal. Cuando los datos no mostraron ese tipo de distribución, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis y una comparación *a posteriori* de a pares. Para evaluar el efecto del nivel de poda en la supervivencia de *B. retama* entre años se realizó una prueba de Cox. El seguimiento de los contrastes se realizó mediante análisis de contrastes univariados. Para rastrear estos contrastes, realizamos un análisis post-hoc con un ajuste de Bonferroni. Los análisis se efectuaron con el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018) y con el software SPSS versión 20 (SPSS Inc, Chicago IL, EE. UU).

RESULTADOS

Para el año 2018, el volumen de los individuos de *Bulnesia retama* no mostró diferencias estadísticas significativas entre los niveles del

tratamiento. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas en el volumen de los individuos debido a la interacción del año con el nivel del tratamiento en los niveles de poda T2 y T3 ($F = 70.98$; $p < 0.0001$) (Fig. 4). Los individuos de *B. retama* del año 2018 mostraron un volumen 1.3 veces menor para el T1, 4.2 veces para el T2, y 1.9 veces para el T3 con respecto al control sin poda.

La producción de cera (kg de peso seco) obtenido de arbustos de *B. retama* para el año 2013 fue significativamente mayor en el nivel más intenso de poda (T4) y fue disminuyendo a medida que la poda fue menos intensa ($T4 > T3 > T2 > T1$). Todos los niveles de poda tuvieron producciones de cera significativamente diferente entre ellos, con la excepción de los niveles T2 y T3 que produjeron similares cantidades de cera (Tab. 2, Fig. 5). Por el contrario, en el año 2018 la producción de cera fue similar para los tres niveles de poda efectuados ese año (T1, T2 y T3; Fig. 4). En línea con este resultado, se observó para la producción de cera una interacción significativa entre los niveles de poda y el año encontrándose diferencias significativas debido a la interacción del año con el nivel de poda en los valores de cera obtenidos para los niveles T2 y T3 ($F = 92.35$; $p < 0.0001$) (Tab. 2, Fig. 5).

Con respecto al rendimiento en la producción de cera medido como la relación de kilogramos de cera por kilogramos total de ramas cosechadas para el 2013 se encontraron diferencias significativas entre los niveles de poda T3 con T4 ($F = 2.54$; $p < 0.0497$) (Fig. 6). Para el 2018, por el contrario, se observó un mayor rendimiento para el nivel de poda de menor intensidad (T1),

siendo similares para los niveles T2 y T3 (Fig. 6). Adicionalmente, se observó una interacción significativa en el rendimiento entre los niveles de poda y el año, así en el 2018 el rendimiento fue 1.75 veces menor en T2, y 1.64 veces menor en T3 con respecto a los valores obtenidos en 2013 (Tab. 2, Fig. 6).

El porcentaje de supervivencia de los individuos de *B. retama* para el año 2018 después de la primera aplicación de los tratamientos en el año 2013 fue máximo en el nivel de poda menos intensivo (T1= 100%) y fue disminuyendo a medida que se intensificó el nivel de poda (80% para T2; 76% para T3 y sólo el 3.33% para T4). Se encontraron diferencias significativas en la supervivencia de los individuos entre todos los niveles del tratamiento (Prueba de log-Rank; $X^2 = 90.23$; $gl = 4$; $p < 0.0001$). El T1 obtuvo mayor supervivencia que el control, donde se registró la muerte de un ejemplar de manera natural.

DISCUSIÓN

El volumen final de los arbustos de *B. retama*, la producción bruta de cera y el rendimiento por masa de tallos mostraron algunos patrones de variación en función de la intensidad del tratamiento poda y de la repetición del tratamiento entre años.

Transcurridos 5 años desde la primera intervención todos los individuos sometidos a los diferentes niveles de poda a excepción del control mostraron una disminución en su volumen. Si bien los niveles T2 y T3 mostraron una buena recuperación de rebrote, emitiendo abundante ramazón fina que favorece la recuperación de la planta y nuevas extracciones, disminuyeron significativamente su volumen. Esto indica que, pese a una poda leve, el tiempo transcurrido no es suficiente para la recuperación total de los individuos y por ende no permite establecer la fecha exacta de una futura intervención. A medida que aumenta la intensidad de poda hay una disminución del crecimiento; esto hace suponer que inicialmente la planta tiende a recuperar el área foliar lo que se aduce a un estado mejorado del agua en la planta o a un crecimiento compensatorio con el aumento de la tasa fotosintética (Elfadl & Luukkanen, 2003). Estudios recientes indican que a corto plazo el crecimiento no mejora con las intensidades de poda (Álvarez et al., 2013). Comportamientos similares de menor crecimiento por una mayor intensidad de poda han sido también reportados para una especie del género *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*

Tabla 2. Volumen de los individuos de *Bulnesia retama* y producción de cera para cada tratamiento durante los años 2013 y 2018.

Tratamiento	2013					2018				
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Control	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Control
Volumen (m ³)	2.03 ± 0.94	2.53 ± 0.99	2.09 ± 1.01	2.13 ± 0.95	2.52 ± 1.00	1.53 ± 1.01	0.60 ± 0.51	1.05 ± 1.37	-	2.35 ± 1.30
Contenido de cera por planta (kg)	0.075 ± 0.040	0.201 ± 0.064	0.197 ± 0.026	0.250 ± 0.040	-	0.069 ± 0.035	0.046 ± 0.032	0.063 ± 0.048	-	-
Ramas cortadas Pt (kg)	0.468 ± 2.38	13.22 ± 6.02	14.93 ± 6.25	15.19 ± 7.03	-	0.496 ± 3.23	0.426 ± 2.08	0.703 ± 5.28	-	-
Peso seco Rf (kg)	0.334 ± 1.92	0.698 ± 3.55	0.711 ± 3.38	0.595 ± 3.39	-	0.355 ± 2.87	0.151 ± 1.11	0.272 ± 2.75	-	-
Rendimiento (kg Cera/kg Pt)	0.0168 ± 0.005	0.0170 ± 0.005	0.0150 ± 0.005	0.0191 ± 0.007	-	0.0148 ± 0.001	0.0097 ± 0.002	0.0091 ± 0.001	-	-

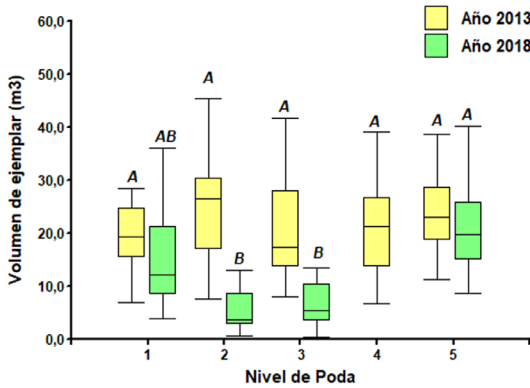


Fig. 4. Valores medios del volumen de los individuos (m^3) para los cinco tratamientos evaluados en 2013 y 2018. Las líneas medias de las cajas representan los valores medios y las barras el desvío estándar. Las letras indican el resultado del análisis estadístico así letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) y letras iguales no indican diferencias significativas.

(Lam.) de Wit), y una especie del género *Sesbania* (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) (Pinkard *et al.*, 1999). Se ha planteado que la poda no debe reducir el índice de área foliar por debajo del valor que pueda compensar las respuestas fisiológicas para mantener o aumentar las tasas de crecimiento (Kappel & Bauthiller, 1994). Es pues importante, conocer cuál es el valor mínimo del índice de área foliar para cada especie.

Con respecto a la producción de cera bruta para el año 2013, la mayor intensidad de poda (T4) presentó los valores más altos. Sin embargo, este nivel de poda incidió negativamente en la recuperación de los individuos siendo la supervivencia prácticamente nula (3.3%), llevando casi a la pérdida total de los individuos para el año 2018. Transcurrido 5 años el mayor contenido bruto de cera lo presentó el T1 sin mostrar diferencias con respecto a la producción en el 2013, mientras que los niveles más intensos de poda (T2 y T3) mostraron una disminución importante y significativa en la producción. Estos resultados demuestran que a pesar de que los tratamientos T2 y T3 obtienen mejores niveles de producción de cera después de una primera poda, luego de 5 años, en una segunda poda, su producción disminuye considerablemente llegando a los mismos niveles que el tratamiento de menor intensidad de poda (T1). En consecuencia, el tratamiento T1 es el único que permite valores sostenibles de cosecha de cera, sin disminuir en cantidad, incluso después de sucesivas podas.

En cuanto al rendimiento, durante la primera poda en 2013, el tratamiento de máxima intensi-

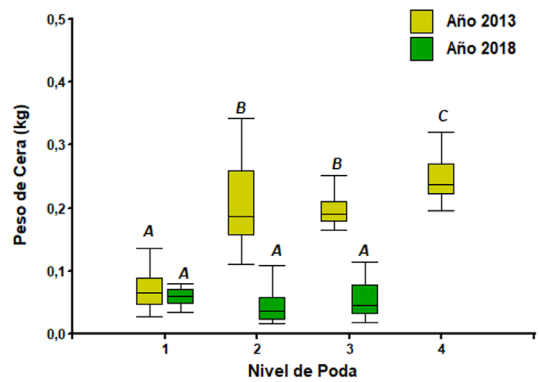


Fig. 5. Valores medios de producción de cera (kg) para los cuatro tratamientos evaluados. Las líneas medias de las cajas representan los valores medios y las barras el desvío estándar. Las letras indican el resultado del análisis estadístico así letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) y letras iguales no indican diferencias significativas.

dad (T4) generó la mayor relación kg de cera por kg de ramas cosechadas y el de menor intensidad (T1) la menor. Dos aspectos clave permiten explicar estos resultados: a) ramas finas que no superan 12 mm de diámetro concentran la mayor cantidad de cera (Dalmasso & Llera, 1996) y b) una poda intensa como la de T4, contiene ramas de mayor diámetro con una ramazón que incluye gran cantidad de ramas finas. Así, mientras que T1 sólo involucró la cosecha de ramas finas (< 30 mm), el T3 y T4 involucraron ramas en orden creciente de mayor diámetro y con mayor cantidad de ramas finas. Sin embargo, el mayor rendimiento del tratamiento T4 es insostenible en el tiempo pues implica la muerte de los individuos en el 97% de los casos. Los niveles T2 y T3 mostraron una disminución significativa en el rendimiento en el segundo evento de poda en 2018 a los niveles del tratamiento T1. Por lo tanto, así como se observa en la producción neta de cera, el T1 es el único nivel de poda que mantuvo un rendimiento similar en los dos eventos de poda. Esta sustentabilidad en el tiempo que provee el nivel de poda T1 les otorga ventajas frente a los otros niveles, convirtiéndolo en el más apropiado.

La supervivencia de los individuos sujetos a una poda fue inversamente proporcional a la intensidad de la poda. Todos los individuos sometidos a la menor intensidad de poda (T1) sobrevivieron exitosamente y fueron disminuyendo en supervivencia a medida que aumenta la intensidad de poda, llegando a casi la nula supervivencia en el tratamiento de poda al ras (T4). La disminución en la supervivencia de los individuos

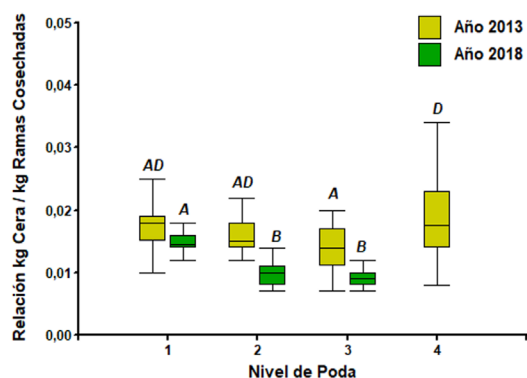


Fig. 6. Valores medios de relación materia seca /cera para los cuatro tratamientos evaluados durante 2013 y 2018. Las líneas medias de las cajas representan los valores medios y las barras el desvío estándar. Las letras indican el resultado del análisis estadístico así letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$) y letras iguales no indican diferencias significativas.

y las escaldaduras solares por incremento en las intensidades de poda de *B. retama* han sido observadas en numerosas oportunidades bajo condiciones extremas (Observaciones de campo). En diversas especies se ha observado que las podas intensas han provocado una disminución en la supervivencia en los primeros años (Hoppe & Freddo, 2003; Pérez *et al.*, 2004). En un estudio previo de Tinto & Pardo (1957) sobre la especie *B. retama*, los autores mencionan que el corte de tallar bajo, a nivel de tronco y el tallar alto producen el mismo efecto sobre el rebrote, obteniéndose en ambos casos la formación de un nuevo follaje susceptible de nuevo aprovechamiento. Sin embargo, nuestros resultados indican claramente otro patrón de respuesta: la mayor intensidad de poda produce una mayor pérdida de biomasa y capacidad de rebrote, afectando significativamente la supervivencia de los individuos.

La sustentabilidad en el tiempo de la producción de cera y la escasa transformación en volumen de los ejemplares para el tratamiento de poda menos intenso T1 donde sólo se involucran ramas finas, es un indicativo de la efectividad de este tratamiento para el manejo de *B. retama* en el desierto del Monte, sin afectar su supervivencia y volumen. Este nivel de poda es el que presentó el mejor compromiso entre producción y supervivencia. Se considera importante el aprovechamiento de la especie con poda leve (T1), el que deberá ser monitoreado previamente antes de una nueva cosecha, un tiempo de descanso de 5 años podrá producir igual que en la poda previa. Si bien, el T2 muestra una producción de

cera elevada y supervivencia alta, se recomienda el T1, ya que el objetivo es una producción de cera estable en el tiempo y la conservación de los individuos en condiciones climáticas extremas propias del ambiente. Los resultados obtenidos nos permiten aceptar en parte la hipótesis planteada dado que el incremento en el nivel de intensidad de poda si bien generó una mayor producción de cera en el primer año, esta no fue sostenida en el tiempo y transcurridos 5 años, los individuos de *B. retama* sometidos a los niveles más intenso de poda vieron afectado drásticamente su crecimiento, supervivencia y producción de cera, siendo el de el mejor compromiso producción de cera vs supervivencia el T1.

Es recomendable que el aprovechamiento de *B. retama* sea realizado por lugareños. De esta manera se busca asegurar el arraigo de la población rural y puestos de trabajo durante períodos de bajos ingresos, complementando así el ingreso familiar (Zapata, 2017; Andreoni, 2018). Finalmente brindar la posibilidad de transformar la cera en productos de valor agregado *in situ*. De no ser posible la producción debido a la escasez de infraestructura, será necesario bregar para que la generación de productos industrializados se realice en San Juan. Esto último es de suma importancia si se tiene en cuenta la gran demanda de cera en el país, y el escaso valor de la materia prima para quienes realizan el mayor esfuerzo. Es necesario absorber mano de obra local y evitar la venta de cera bruta sin elaboración, la cual es una práctica común en la zona. Esto contribuirá al control clandestino existente en la explotación de medios postes y estacones para su uso en viñedos.

Los resultados sugieren que las cantidades de cera obtenida por los ejemplares de *B. retama* están relacionadas con el volumen de ramas cortadas. Así una mayor cantidad de ramas cortadas, implicó mayor producción de cera. Producto de este resultado en el año 2013 el nivel de poda T4 tenía mayor producción de cera que T1. Sin embargo, la intensidad de poda afectó el nivel de rebrote de los ejemplares. Así rebrotaron menos a medida que la poda inicial fue más intensa. Por esta razón el nivel T4 no rebrotó y por ende no generó cera en el año 2018, mientras T1, al ser una poda de baja intensidad, rebrotó bastante y mantuvo el nivel de producción de cera en el tiempo. Los niveles de poda T2 y T3 recibieron una poda relativamente intensa en el año 2013, y rebrotaron escasamente para el 2018, generando una baja en su rendimiento.

El manejo del retamo para la producción de

cera es sustentable si se realiza una poda de ramas que no superen los 30 mm de diámetro (T1) y que las sucesivas podas ocurran luego de transcurridos 5 años. Este nivel y frecuencia de poda mantiene constante la producción de cera y su rendimiento, asegura la supervivencia de los individuos y favorece el rebrote de los individuos podados, generando numerosas ramas finas propendiendo a un aprovechamiento sustentable. Esta estrategia de poda de los individuos de *B. retama*, en condiciones de tierras secas, produce valores aceptables de cera, y permite la conservación de los individuos dentro de la comunidad vegetal. El “retamo” al requerir para la cosecha numerosa mano de obra local y técnicas conocidas de poda, podría complementar el ingreso de los campesinos en épocas con baja actividad en el campo.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. E. Satler por la dedicación y contribución al estudio del retamo en la Provincia de San Juan, en momentos en que los temas de conservación no estaban explícitos en la agenda ambiental, al Sr. Carlos Ávila, conocedor del aprovechamiento local del retamo, quien participó activamente en el trabajo y contribuyó en la concreción del mismo. Asimismo, agradecemos a la Universidad Nacional de San Juan (proyecto del CICITCA) y a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de San Juan (PIO CONICET-SECITI), (“Proyecto Situación actual y potencial del retamo (*Bulnesia retama* Gillies ex Hook and Arn.) en diversas ecoregiones de San Juan para el aprovechamiento de recursos no madereros Resolución 1736/16, a cargo del Dr. Fidel Roig y la participación de los Drs. Daniel Flores y Martin Hadad por los subsidios otorgados para financiar este trabajo. Finalmente agradecemos al editor y a los revisores anónimos que nos ayudaron a mejorar sustancialmente el manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, M., F. Rojas & J. Álvarez. 2018. Aportes desde la cartografía participativa y la historia ambiental al ordenamiento territorial del bosque nativo. *Proyección* 23: 83–102.
- Álvarez, J., P. Villagra, R. Villalba & G. Debandi. 2013. Effects of the pruning intensity and tree size on multi-stemmed *Prosopis flexuosa* trees in the Central Monte, Argentina. *Forest Ecology and Management* 310: 857–864. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.033>
- Andreoni, D. 2018. Recolección y manejo de recursos forestales nativos, en especial del algarrobo (*Prosopis*) en la región de Fiambalá, Catamarca (Argentina). *Estudios atacameños* 57: 7–24.
- Daget, P. & J. Poissonet. 1975. Une méthode d'analyse phytologique des praires. Critres d'application. *Annales Agronomiques* 22: 5–41.
- Dalmasso, A. & J. Anconetani. 1993. Productividad de frutos de *Prosopis flexuosa* (Leguminosae), algarrobo dulce, en Bermejo, San Juan. *Multequina* 2: 173–181.
- Dalmasso, A. & J. Llera. 1996. Contenido de cera en relación al diámetro de ramas de *Bulnesia retama* en, Ampacama, Caucete, San Juan. *Multequina* 5: 43–48.
- Dalmasso, A., J. Marquez, J. Carnino, J. Scaglia, M. Hadad, J. Cáceres, R. Brizuela & A. Gómez. 2013. Rehabilitación del predio disturbado de la cementera Loma Negra, sierras de Zonda, San Juan. *II Taller Regional sobre rehabilitación y restauración en la Diagonal árida de la Argentina* 2: 401–411.
- Dalmasso, A., R. Masuelli & O. Salgado. 1994. Relación vástago raíz durante el crecimiento en vivero de tres especies nativas del monte. *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* y *Bulnesia retama*. *Multequina* 3: 113–124.
- Debandi, G., B. Rossi, J. Aranibar, J. Ambrosetti & I. Peralta. 2002. Breeding system of *Bulnesia retama* (Gillies ex Hook and Arn.) Gris. (Zygophyllaceae) in the Central Monte Desert (Mendoza, Argentina). *Journal of Arid Environments* 51: 141–152. <https://doi.org/10.1006/jare.2001.0924>
- Di Rienzo, J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada & C. Robledo. 2018. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Díaz Bisutti, G. & A. Dalmasso. En prensa. Registro de herbáceas perennes y anuales en la comunidad de *Bulnesia retama* (Gill. Ex. Hook.) Griseb., en un año lluvioso en el valle de Bermejo, Caucete, San Juan. *Multequina*.
- Díaz Bisutti, G., C. Ordoñez, Y. Ribas & A. Dalmasso. 2015. *Manejo sustentable y participativo de los bosques nativos en el valle del Bermejo, San Juan. Retamo, testigo del desierto.* 28 pp. Editorial de Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- Elfadl, M. & O. Luukkanen. 2003. Effect of pruning on *Prosopis juliflora*: considerations for tropical dryland agroforestry. *Journal of Arid Environments* 53(4): 441–455. <https://doi.org/10.1006/jare.2002.1069>
- Hoppe, J. & Á. Freddo. 2003. Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliottii* Engelm., no município de Piratini, RS. *Ciência Florestal* 13(2): 47–56. <https://doi.org/10.5902/198050981741>
- Hunziker, J. 1980. Evolución en *Bulnesia*: un enfoque multidisciplinario. *Actas IV Congreso Latinoamericano de Genética* 2: 313–324.
- INDEC- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2016.
- INDEC- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017.
- INDEC- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

- 2020.
- Kappel, F. & M. Bouthillier. 1994. Rootstock, severity of dormant pruning, and summer pruning influences on peach tree, yield, and fruit quality. *Canadian Journal Plant Science* 75: 491–496. <https://doi.org/10.4141/cjps95-086>
- Karlin, U. 2017. Aprovechamiento del retamo. En: Martinelli M. & M. Inojosa (eds.), *Los bosques del Monte: conservación y manejo de los bienes comunes naturales*, 56–75 pp, Editorial de Universidad Nacional de San Juan, San Juan
- Radio, A. H. & Lozada, M. 2009. Human ecology, ethnobotany and traditional practices in rural populations inhabiting the Monte region: resilience and ecological knowledge. *Journal of Arid Environments* 73(2): 222–227.
- Levy, B. & E. Madden. 1933. The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agriculture* 46: 267–279.
- Márquez, J., Y. Ripoll, A. Dalmasso, M. Ariza & M. Jordán. 2014. Árboles nativos de la provincia de San Juan. 77 pp. Editorial de Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- Melián, E. A., G. Gatica & E. Pucheta. 2021. Variación de rasgos del xilema secundario de *Bulnesia retama* (Zygophyllaceae) a lo largo de un gradiente de aridez en el centro-oeste de Argentina. *Darwiniana, nueva serie* 9(1): 147–161.
- Mogaka, H., G. Simmons, J. Turpie, L. Emerton & F. Karanja. 2001. *Economic aspects of community involvement in sustainable forest management in Eastern & Southern Africa*, Forest and social perspectives in conservation N° 8. 151 pp. IUCN Eastern Africa Programme. Kenya.
- Morello, J. 1958. La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana* 2: 5–115.
- Navas Romero, A., M. Herrera Moratta & M. Zuliani. 2018. Efecto de los nidos de *Acromyrmex lobicornis* (Formicidae: Myrmicinae) sobre la descomposición de hojarasca, en el desierto del Monte. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 53(4): 633–640. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n4.21985>
- Ontiveros, M. 2015. Uso espacial y temporal de la estructura de parches de vegetación por *Liolaemus darwini* (Squamata: Liolaemidae) y *Cnemidophorus longicaudus* (Squamata: Teiidae) en los Médanos Grandes, San Juan, Argentina. Tesis de Licenciatura, 112 pp. Universidad Nacional de San Juan.
- Palacios, R. & J. Hunziker. 1984. Revisión taxonómica del género *Bulnesia* (Zygophyllaceae). *Darwiniana* 25(1–4): 299–320.
- Passera, C., A. Dalmasso & O. Borsetto. 1983. Método de “Point Quadrat Modificado”. *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. 2ª Edición. 78 pp. Mendoza.
- Pérez, V., P. Delvalle, M. Cañete, G. Rhiner, H. Hampel & C. Maletti. 2004. Efectos de diferentes intensidades de poda en el comportamiento y crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn. *Revista de ciencia y tecnología* 1(1): 50–63.
- Pinkard, E., M. Bataglia, C. Beadle & P. Sands. 1999. Modelling the effect of physiological responses to green pruning on net biomass production of *Eucalyptus nitens*. *Tree physiology* 19: 1–12. <https://doi.org/10.1093/treephys/19.1.1>
- Poblete, A. & J. Minetti. 1999. Configuración espacial del clima de San Juan. *Síntesis del Cuaternario de la Provincia de San Juan INGENIO*, 148 pp. UNSJ, San Juan,
- Pucheta, E., M. Llanos, C. Meglioli, M. Gaviorno, M. Ruiz & C. Parera. 2006. Litter decomposition in a sandy Monte desert of western Argentina: influences of vegetation patches and summer rainfall. *Austral Ecology* 31: 808–816. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2006.01635.x>
- Quevedo-Robledo, L., E. Pucheta & Y. Ribas-Fernández. 2010. Influences of interyear rainfall variability and microhabitat on the germinable seed bank of annual plants in a sandy Monte Desert. *Journal of Arid Environments* 74: 167–172. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.08.002>
- Ravetta, D., G. Cerdeiras & F. Wassner. 2013. Cultivos productores de ceras. Cultivos industriales. Capítulo 6.1, 705–723 pp. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires.
- Ribas-Fernández, Y., L. Quevedo-Robledo & E. Pucheta. 2009. Pre- and post-dispersal seed loss and soil seed dynamics of the dominant *Bulnesia retama* (Zygophyllaceae) shrub in a sandy Monte desert of western Argentina. *Journal of Arid Environments* 73: 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.12.001>
- Riqué, T. 1977. Aplicaciones industriales de extractivos de especies vegetales indígenas de las regiones áridas y semiáridas del País. *IDIA* 34: 222–226.
- Rocca, J. 1969. Geología de los valles de Tulum, Ullum y Zonda. En plan de Agua subterránea, 1–180 pp. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Consejo Federal de Inversiones, San Juan.
- Rodríguez Rivera, M., L. Sosa, E. Fernández, M. Reale & V. Villarreal. 2007. Efecto del estrés hídrico a distintas temperaturas sobre la germinación de semillas de *Bulnesia retama* (Gill. ex. Hook.) Griseb. -Zigofiláceas - en San Luis, Argentina. *Phyton* 76: 5–17
- Roig, F. 1971. La Reserva Forestal de Ñacuñán. *Deserta* 1: 21–239.
- Roig, F. 1993. Informe nacional para la selección de germoplasma en especies de *Prosopis* de la república Argentina. Contribuciones mendocinas a la quinta reunión regional para América Latina y el Caribe de la red de forestación del CIID. 1–36 pp. IADIZA-CRICYT- CIID. Mendoza.
- Roig, F. 2001. Flora medicinal mendocina. Las plantas medicinales y aromáticas de la Provincia de Mendoza (Argentina). 390 pp. EDIUNC, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Rojas, F. 2013. Rol de la minería y el ferrocarril en el desmonte, del oeste riojano y catamarqueño (Argentina), en el período 1850-1940. *Población y Sociedad* 20(1): 5–39.
- Rojas, F., M. Prieto, J. Álvarez & E. Cesca. 2009.

- Procesos socioeconómicos y territoriales en el uso de los recursos forestales en Mendoza desde fines de siglo XIX hasta mediados del XX. *Proyección* 7: 1–33.
- Rovira, C. 1962. La cera de retamo. I reunión Nacional. Estudio de las regiones áridas y semiáridas. *Resúmenes* 2–3.
- Sattler, E. 1978. Resultados obtenidos sobre el retamo en la provincia de San Juan. 35 pp. Dirección de Recursos Naturales. San Juan.
- Tapia, R. & M. Martinelli. 2019. Impacto de *Bulnesia retama* (Zigofilácea) sobre la tasa de infiltración en un sitio piloto ubicado en la zona sur de la cuenca del Bermejo, San Juan (Argentina). *Multequina* 28: 47–57.
- Tapia, R., Carmona Crocco, J., Martinelli, M. 2020. Velocidad de infiltración e infiltración base en dos comunidades arbustivas del desierto hiper árido de San Juan (Argentina). *Ecosistemas* 29(3): 2036. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2036>
- Tinto, J. 1965. Ceras vegetales. En Primera Reunión de Programación de Recursos Vegetales. Castelar. 6 pp.
- Tinto, J. 1977. Recursos forrajeros leñosos de zonas áridas y semiáridas. *IDIA, Suplemento* 34: 182–186.
- Tinto, J. & L. Pardo. 1957. Ceras vegetales argentinas. Cera de retamo (*Bulnesia retama*). *Revista de Investigaciones Forestales* 1(1–2): 122.
- Toro, M., N. Oro, A. Vega, Y. Maturano, M. Nally, Y. Fernández, E. Pucheta & F. Vázquez. 2005. Diversidad de levaduras en canopias y suelos asociados con *Bulnesia retama* y *Larrea divaricata*. *Revista Argentina de Microbiología* 37: 209–213
- Vega Ávila, Á., M. Toro, M. Baigori, L. Fernández & F. Vázquez. 2010. Influencia de la vegetación en la variación espacial de la abundancia de microorganismos en el desierto del Monte, San Juan, Argentina. *Ecología Austral* 20: 247–256.
- Videla, F., F. Barnaba, F. Angelini, P. Cremades & G. Gobbi. 2013. The relative role of Amazonian and non-Amazonian fires in building up the aerosol optical depth in South America: A five-year study (2005–2009). *Atmospheric research* 122: 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.10.026>
- Vilela, A., M. Bolkovic, P. Carmanchahi, M. Cony, D. De Lamo & D. Wassner. 2009. Past, present and potential uses of native flora and wildlife of the Monte Desert. *Journal of Arid Environments* 73(2): 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.10.013>
- Villagra, P., M. Cony, N. Mantován, B. Rossi, M. González Loyarte, R. Villalba & L. Marone. 2004. Ecología y manejo de los algarrobales de la Provincia Fitogeográfica del Monte. En: Goya, J., L. Frangi & M. Arturi (eds.), *Ecología y Manejo de Bosques Nativos de Argentina*, Editorial Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 32 pp.
- Whitfield, S. & M. Reed. 2012. Participatory environmental assessment in drylands: introducing a new approach. *Journal of Arid Environments* 77: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.09.015>
- Zapata, R.M. .2017. Distribución y caracterización de poblaciones naturales de “Chica” (*Ramorinoa girolae* Speg., Fabaceae), especie endémica de Argentina, y valoración alimenticia de sus semillas. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 210 pp.

Doi: 10.22179/REVMACN.25.744

Recibido: 14-IX-2022
Aceptado: 9-III-2023