

8

**Bosques de
la región del
Monte**





Resumen

Los bosques del Monte son parte de un mosaico de distintas comunidades vegetales definidas por variabilidad climática, edáfica y geomorfológica a lo largo del oeste árido de Argentina. Este mosaico comprende principalmente estepas dominadas por especies de los géneros *Larrea* y *Bulnesia* (Zigophyllaceae) y bosques abiertos de especies del género *Prosopis* (algarrobales) que se ubican en zonas con mayor disponibilidad hídrica y que, por lo tanto, poseen una productividad superior a lo esperado por las precipitaciones. Los algarrobales han sido fuente de recursos forestales madereros y no madereros desde tiempos prehispánicos. Además, en el fondo de valles y bolsones del norte, las ciudades y sus oasis productivos ocupan antiguos bosques. En toda la región, el uso ganadero desde tiempos históricos ha producido un gran impacto sobre pasturas nativas. En general, el algarrobal ha sido utilizado sin ajustar la tasa de extracción a la tasa de regeneración de sus recursos, por lo que muchas regiones presentan distintos estados de degradación. Se observa un gradiente latitudinal en la estructura, dinámica y productividad del bosque que determina el potencial productivo del bosque y el tipo de manejo que se puede realizar. La productividad forestal varía entre 1,3 m³.ha⁻¹.año⁻¹ en Catamarca y 0,2-0,1 m³.ha⁻¹.año⁻¹ en Mendoza. En consecuencia, el uso forestal más común en la zona norte es la extracción de postes, rollizos y producción de carbón, mientras que en el sur el uso es básicamente para

Autores

Pablo E. Villagra^{1,*}, Juan A. Alvarez², Marcos Karlin³, Pablo A. Meglioli³, Cecilia Vega Riveros⁴, Ricardo Zapata⁵, Elena M. Abraham⁶, Leandro Alvarez⁷, Valeria Aschero⁸, Erica Cesca⁹, Rubén Coirini⁹, Mariano Cony⁹, Gabriel Gatica⁹, Ulf O. Karlin⁹, Edgardo Melián⁹, Sebastián Mora⁹, Mariano S. Morales⁹, María R. Prieto⁹, Eduardo Pucheta⁹, Yanina Ribas⁹, Sergio A. Roig⁹, Facundo Rojas⁹, Andrés G. Rolhauser⁹, Cecilia Rubio⁹, Clara Rubio⁹, Carmen Sartor⁹ y Alejandro Tonolli⁹.

¹Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET Mendoza). ²Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. ³Departamento de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. ⁴Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IAIZA-CONICET Mendoza). ⁵Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Cuyo. ⁶Grupo de Ecología del Desierto (GEDes), Departamento de Biología, FCEF, UNSJ. ⁷IAMRA. Universidad Nacional de Chilecito. ⁸EEA Rama Caida INTA, San Rafael Mendoza. ⁹Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información – IFEVA. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires – CONICET.

*Autor de correspondencia: Avda. Ruiz Leal S/N. Parque San Martín (5500) Mendoza. villagra@mendoza-conicet.gob.ar

leña, y extracción de postes y ramas de forma recta para soporte de puestos y corrales. La actividad ganadera extensiva se desarrolla en toda la región, variando el tipo de ganado y la cantidad de animales según las diferentes regiones. Las prácticas silvícolas aplicadas en Prosopis son incipientes, pero componen un banco de pruebas de manejo adaptivo que contempla diferentes objetivos: producción de postes, mejoras en la forma de los árboles, estimación de turnos de cortabilidad, producción y uso de la leña seca, ajuste de técnicas de implantación y producción de frutos. El manejo de la regeneración natural y el mantenimiento de los árboles vivos es un desafío clave ya que la etapa de establecimiento es crítica en zonas áridas. Un aspecto clave en busca de la sostenibilidad ambiental y económica es el desarrollo de nuevos enfoques para el ordenamiento territorial basados en la potencialidad de cada zona y en factores históricos y culturales. Entre las estrategias a considerar se propone el uso múltiple del bosque y la integración de la ganadería con prácticas compatibles con la conservación del bosque y las pasturas nativas. Además, se discuten técnicas de restauración de bosques degradados.

8.1. Grandes unidades de paisaje y principales tipos forestales

8.1.1 Caracterización ambiental y biogeográfica del Monte

La región del Monte ocupa el oeste árido de la Argentina (ver fig. XX, mapa con las regiones forestales en capítulo 2) con precipitaciones medias anuales entre los 30 y 400 mm, y temperaturas medias que varían entre 13° y 19 °C (Labraga y Villalba, 2009). Entre los 24 ° y los 27 °S, el Monte ocupa los valles longitudinales y las laderas de las montañas circundantes. Al sur de los 27 °S, ocupa principalmente bolsones o cuencas y los valles intermontanos de la precordillera y sierras pampeanas. Al sur de los 32 °S, ocupa las llanuras sedimentarias que se desarrollan entre la precordillera y las sierras pampeanas; y al sur de los 38 °S ocupa las mesetas características de la zona. Algunos autores proponen incluir la Quebrada de Humahuaca, tradicionalmente considerada prepuna, como parte del Monte, lo que extendería esta región hasta los 23 °S (Karlin et. al., 2017b). A pesar de que la forma y el tamaño de los bolsones y valles son variables, el arreglo general es coincidente: un área central deprimida, flanqueada por conos aluviales y laderas erosionadas de las montañas. En el sur del Monte, las llanuras sedimentarias presentan pendientes suaves hacia el este. A lo largo de todo el Monte, los piedemontes forman cadenas transicionales de entre 10 y 50 km de ancho entre la montaña y el fondo de las cuencas (Garleff, 1987).

En función de la variabilidad climática, edáfica y geomorfológica, la vegetación se caracteriza por ser un mosaico de distintos tipos de comunidades. La estepa de arbustos dominada por especies de la familia Zygophyllaceae (Larrea spp. y Bulnesia retama) es la comunidad característica del Monte asociada a las condiciones

climáticas de la región. El retamo (*B. retama*) alcanza en algunos sitios porte arbóreo pudiendo formar bosques abiertos, llamados retamales. Se encuentran también comunidades asociadas a suelos particulares como las comunidades halófitas, psamófilas, de suelos arcillosos o riparias. En las zonas con mayor disponibilidad hídrica aparecen bosques dominados por especies del género *Prosopis*, conocidos como algarrobales, que forman unidades boscosas de distinta magnitud en el fondo de valles y bolsones. Los algarrobales presentan por lo general un estrato arbóreo abierto dominado por *P. flexuosa* o *P. chilensis*, acompañados por *Geoffroea decorticans*; mientras que el estrato arbustivo es dominado por *Atamisquea emarginata*, *Larrea divaricata*, *Suaeda divaricata*, *Atriplex lampa*. El estrato herbáceo está dominado por *Leptochloa crinita* y *Pappophorum caespitosum*, especies de importancia forrajera. Como las precipitaciones menores a 350 mm año⁻¹ no son suficientes para el desarrollo de los algarrobos, este bosque aparece exclusivamente en lugares con agua subterránea accesible (nivel freático entre 5-30 m) o que presenten cauces de agua permanentes o temporarios (Morello, 1958; Alvarez y Villagra, 2009; Jobbágy et. al., 2011). La disponibilidad de esta agua extra hace que estos sitios presenten una productividad superior a la esperada por las precipitaciones (Contreras et. al., 2011), lo que los convierte en áreas con mayor potencial para el manejo forestal y ganadero. También se encuentran otros bosques de menor extensión como los bosques de chica (*Ramorinoa girolae*), bosque endémico del Monte, los bosques de churqui (*Prosopis ferox*), y bosques pedemontanos asociados a cauces

de agua dominados por el chacay (*Ochetophila trinervis*), el maitén (*Maytenus boaria*) y la luma (*Escallonia myrtoidea*).

Con el objeto de profundizar el análisis de aspectos biogeográficos y ecológicos de la región, se puede consultar una variedad de trabajos realizados a distintas escalas espaciales y temporales. Morello (1958), en un trabajo fundacional, describió las principales asociaciones vegetales del Monte y analizó su ecología a una escala regional. Posteriormente, otros trabajos sintetizaron las principales asociaciones y unidades de vegetación (Morello, 1958; Cabrera, 1976; Mares et. al., 1985; Rundel et. al., 2007; Oyarzabal et. al., 2018). Además, numerosos estudios a escala local detallaron las comunidades vegetales para distintas zonas del Monte (Hunziker, 1952; Vervoorst, 1954; Roig, 1972, 1976; Simpson y Solbrig, 1977; Solbrig et. al., 1977; Roig et. al., 1980; Roig, 1981, 1982; González Loyarte et. al., 1990; Méndez, 1992; Cabido et. al., 1993; Morláns, 1995; Martínez Carretero y Dalmasso, 1996; Roig, 1998; Villagra y Roig, 1999; Martínez Carretero, 1999, 2000; Roig y Rossi, 2001; Rossi, 2004; Bisigato et. al., 2009; Dalmasso et. al., 2011; Biurrun et. al., 2012; Gil, 2013). Además, varios artículos revisaron el estado del conocimiento sobre diversos aspectos de la caracterización y funcionamiento del Monte. Entre ellos, Abraham et. al. (2009) propusieron una interpretación general de la geografía del Monte; Labraga y Villalba (2009) analizaron los patrones climáticos y

analizan posibles modificaciones en el contexto de los distintos escenarios de cambio climático global; Roig et. al. (2009) propusieron una nueva y completa interpretación biogeográfica de la región, proponiendo zonas de endemismos y distritos de la región; Ojeda y Tabeni (2009) analizaron la diversidad y adaptaciones de las asociaciones de mamíferos; Bisigato et. al. (2009) interpretaron a distintas escalas de los factores que determinan la heterogeneidad de la vegetación, entre ellos los que permiten la presencia de bosques; Carrera et. al. (2009) analizaron como las plantas y sus características funcionales son determinantes del ciclo de nitrógeno y carbono en el Monte; Villagra et. al. (2009) evaluaron el efecto de la historia de disturbios y el uso del suelo en el funcionamiento de los ecosistemas naturales, incluyendo una evaluación del efecto del fuego, la ganadería y la tala sobre la distribución y estructura de los bosques; Bertiller et. al. (2009) destacaron la importancia de las interacciones biológicas como determinantes de la dinámica de las comunidades del Monte; Ladio y Lozada (2009) recopilaron información sobre las prácticas tradicionales de las poblaciones rurales y Guevara et. al. (2009) sintetizaron los conocimientos sobre el uso ganadero de la región; Vilela et. al. (2009) discutieron el potencial uso de las especies nativas en la producción y recuperación de la región.

8.1.2 Bosques del Monte

Bosques de *Prosopis flexuosa* y *P. chilensis* (algarrobos)

Características generales

En el Monte, los bosques más extendidos son los algarrobales de *Prosopis flexuosa*, llamado comúnmente "algarrobo dulce". Este árbol es altamente heliófilo y, por tal razón, las ramas interiores se secan formando la leña campana. Las raíces de estos árboles se disponen de forma horizontal y vertical; las primeras captan la humedad subsuperficial, mientras que las verticales buscan el agua existente en profundidad (Guevara et. al., 2010). De esta forma, los bosques ocupan áreas donde pueden encontrar una provisión de agua extra en el fondo de los valles y bolsones, y en los valles inter-médanos a lo largo de todo el Monte (fig.1). La distribución de *P. flexuosa* abarca desde el nivel del mar (sur de Buenos Aires) hasta los 2700 m s.n.m. en los Valles Calchaquíes (Salta) (Roig, 1993; Alvarez y

Distribución y estructura de los algarrobales

La gran extensión latitudinal del Monte (fig. 1) hace que este presente una serie de gradientes ambientales que son determinantes de la estructura y dinámica de las poblaciones arbóreas y, por lo tanto, de su potencial productivo. Se observa una correlación entre la latitud, y la estructura y dinámica del bosque, con una disminución del tamaño de los árboles, de la biomasa total de bosque y de la productividad desde el norte hacia el sur. Los bosques del norte presentan mayor área basal total y mayor proporción de árboles adultos, aunque la densidad total no sigue este patrón. En los algarrobales del norte del Monte es posible encontrar mayor densidad de individuos en las clases diamétricas mayores, como las de árboles considerados maderables por tener más de 35 cm de diámetro de fuste y más

Villagra, 2009). Sin embargo, solamente alcanza a formar unidades boscosas en el Monte central y septentrional (fig. 1). En el Monte austral, esta especie se da principalmente en forma arbustiva. Si bien la extensión de los bosques varía en función de las metodologías de relevamiento usadas y las definiciones de los distintos autores, en total, se estima que estos bosques ocupan superficie aproximada de 2,8 millones de hectáreas.

Podemos encontrar también algarrobales de *P. chilensis* (algarrobo blanco) en las márgenes de ríos y cauces secos, la extensión de estos bosques es menor y dependen de una disponibilidad de agua mayor. Los estudios sobre esta especie son menos abundantes.

altura, alcanzando alturas medias superiores a 7 m. Por el contrario, en el sur, la mayor proporción de árboles se encuentran en clases diamétricas de regeneración <7,5 cm de diámetro basal equivalente (Deq) (Alvarez et. al., 2006) y los adultos la mayoría tiene menos de 35 cm Deq y las medias de altura no superan los 4,5 m. El crecimiento diamétrico anual, en árboles de hasta 60 años, varía entre 8,2 mm en las poblaciones norteñas y 2 mm en las poblaciones más australes (tabla 1).

Por otro lado, dentro de cada unidad boscosa se observó variación en la estructura poblacional como respuesta a gradientes ambientales locales en la geomorfología o tipo de suelo y a la variabilidad espacial del uso de los bosques.

La interacción de los factores ambientales y genéticos con disturbios como el fuego (p. ej. General Alvear) (Cesca *et. al.*, 2014), extracción de postes para actividades agrícolas (p. ej.

Fiambalá) y eventos puntuales de tala rasa (p. ej. Ñancuñán) han definido cambios poblacionales y en la bioforma de los árboles que permanecen en la estructura actual.

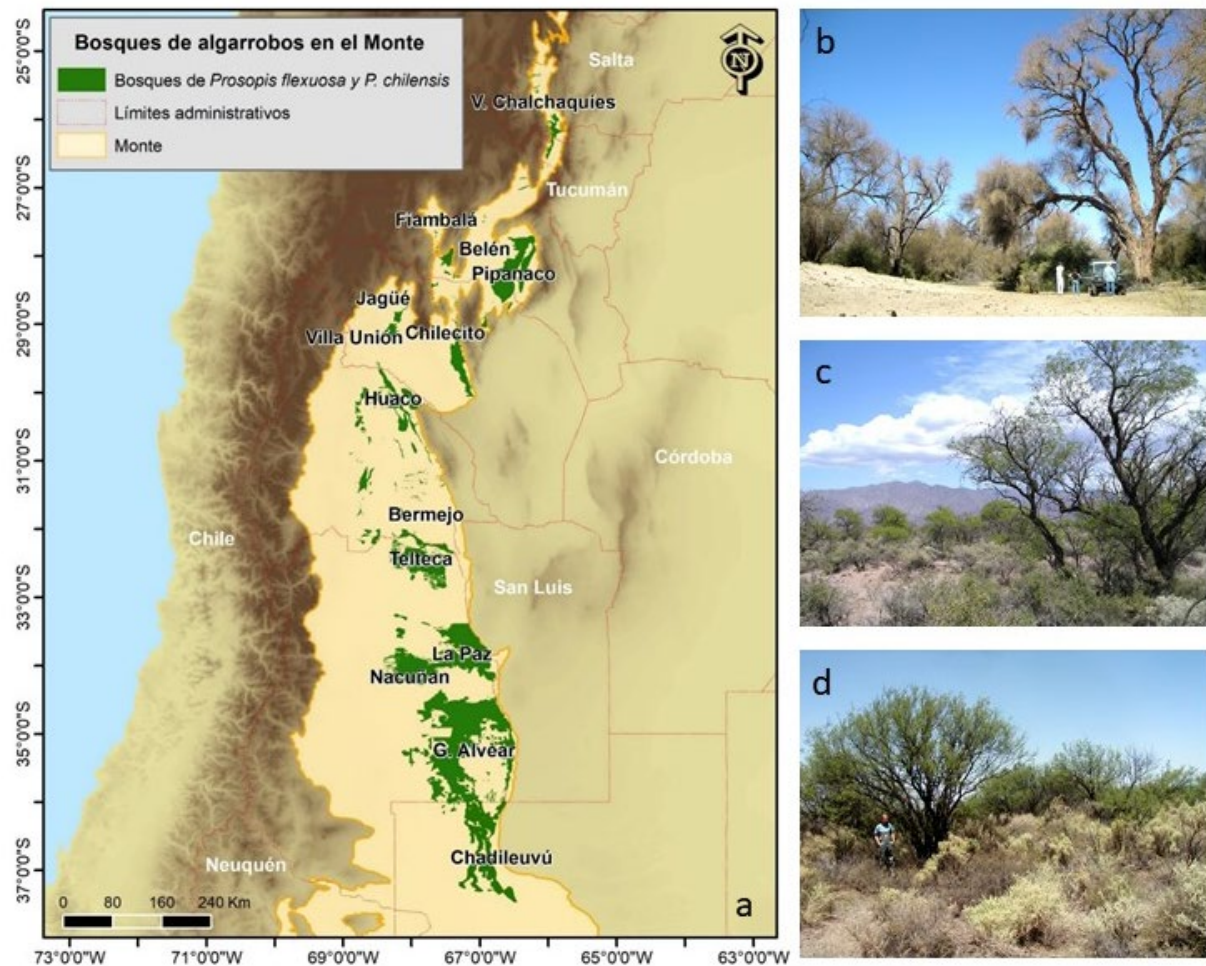


Fig.8. 1: a) Distribución de los bosques de *Prosopis* en los diferentes valles, bolsones y planicies del Monte. El mapa fue elaborado a partir de datos de distintas fuentes generados con distintas metodologías (Alvarez *et. al.*, 2006; Villagra *et. al.*, 2010a; Salomón *et. al.*, 2013; Cesca *et. al.*, 2014; Rojas *et. al.*, 2014b). b) Bosque de Fiambalá. c) Bosque de Villa Unión. d) Bosque de General Alvear (Fotos P. Villagra).

Tabla 1. Descripción estructural de las unidades boscosas analizadas. Se incluye la superficie estimada en cada unidad, la densidad de adultos (individuos >7,5 cm Deq), el área basal, la altura promedio de adultos, la cobertura total y el crecimiento diamétrico anual. Se presenta la media y los valores mínimos y máximos por parcela entre

	Superficie estimada (hectáreas)	Densidad adultos (ind.ha ⁻¹)	Área Basal (m ² .ha ⁻¹)	Altura promedio (m)	Cobertura arbórea (%)	Crecimiento diamétrico anual (mm)
Valles Calchaquíes	48.497	180	-	-	-	8,2
Fiambalá	12.680	86,8 (12,5-350)	15,2 (2,3-37,5)	6,7 (3,8-9,5)	51,4 (10,5-100)	4,9
Pipanao	254.915	80,4 (7-300)	9,8 (0,8-18,4)	8,2 (6-13)	37,8 (5,2-89)	6,2
Villa Unión	60.037	134,1 (40-400)	15,1 (4,4-40)	5,8 (3,3-8)	51,7 (13,2-100)	-
Huaco	9.200	160,3 (83-217)	10,5 (9,1-13,7)	4,9 (4-6,7)	49,1 (45,9-55,8)	-
Telteca	302.200	112,8 (45-173)	6,5 (1,2-20,5)	4,4 (3,2-6,3)	23,6 (8,8-42)	4
La Paz	272.388	279,1 (116-800)	9,6 (3,1-33)	3,4 (-)	49,4 (25,7-100)	-
Ñancuñán	258.900	73,5 (23,3-143)	5,1 (1,2-8,6)	3,9 (2,9-5,7)	23,4 (10,8-42)	2
General Alvear	1.070.200	126,7 (0-356)	3,3 (0,3-16,1)	2,4 (0,9-4,9)	32,6 (7,1-83)	-

paréntesis.

A continuación, se describen las principales características estructurales de las distintas unidades boscosas del Monte (fig. 1).

Valles Calchaquíes (Tucumán-Salta): estos bosques corresponden principalmente a la zona de Cafayate en el valle del río Santa María y representan la distribución más norteña de las poblaciones de algarrobo referenciadas. Su cercanía con el Chaco seco determina la existencia de varias especies del género *Prosopis*: *P. flexuosa*, *P. chilensis*, *P. alba* y *P. nigra*. La presencia de niveles freáticos a 13 m de profundidad, junto con una temporada de crecimiento

larga y mayor cantidad de días libres de heladas, permite un mayor crecimiento diamétrico anual, que alcanza los 8,2 mm. La densidad de árboles adultos es de 180 ind.ha⁻¹, con una mayor proporción de individuos entre 15 y 40 cm de diámetro (Tabla 1). La densidad de las clases de regeneración es baja (Calzon Adorno, 1995).

Fiambalá (Catamarca): la especie arbórea dominante es *P. flexuosa* que se agrupa en bosquetes densos en el fondo del valle (fig. 1b), mientras que alrededor se observan algarrobales más abiertos. *Atamisquea emarginata* y *Bulnesia retama* complementan las principales

especies leñosas acompañantes. Estos bosques se encuentran entre los de mayor área basal, cobertura y biomasa forestal del Monte, presentando mayor proporción de individuos maderables (>35 cm Deq) y 6,7 m de altura media de los árboles (tabla 1). El incremento diamétrico anual promedio alcanza los 6,2 mm. La gran variabilidad observada (tabla 1), permite diferenciar dos tipos de bosques en función de sus características estructurales: el bosque denso y el bosque ralo (Alvarez *et. al.*, 2006). El denso presenta mayor densidad de árboles adultos (media: 114 ind.ha⁻¹), área basal (21 m².ha⁻¹) y cobertura total (69 %) de *P. flexuosa* que el bosque ralo. Además, presenta un promedio mayor de altura de los árboles adultos y del fuste principal.

Salar de Pipanaco (Catamarca): este núcleo boscoso comprende diferentes tipos de algarrobales con distintos atributos relacionados a las especies que componen la comunidad de plantas leñosas, la estructura del bosque y la cantidad de biomasa leñosa presente. En el borde del salar se ubica una franja (1 a 4 km de ancho) de bosque denso de algarrobo dulce (*P. flexuosa*), acompañado de *A. emarginata* y *S. divaricata*. En él, la cobertura del dosel puede alcanzar entre el 40-80 % y algunos algarrobos los 15 m de altura. Presenta una gran variabilidad entre los sitios, encontrándose densidades de adultos que varían entre 50 ind.ha⁻¹ de gran tamaño y otras zonas con densidades de hasta 300 ind.ha⁻¹ pero de menor tamaño y numerosos renovales. A continuación de este bosque hacia zonas más altas, se encuentra un bosque semidenso, acompañado por una comunidad arbustiva de más diversidad que el anterior, con árboles de hasta 8 m de altura total y una cobertura de dosel menor al 30 %. Por último, también interesante a los fines silvícolas, se encuentra un bosque ralo de retamo (*B. retama*) y algarrobo dulce (*P. flexuosa*), con individuos no mayores a los 5 m de alto y densidades bajas. En cauces temporarios, se

observan bosques en galería de *P. flexuosa* y *P. chilensis* (algarrobo blanco) de hasta 10 de alto y alta cobertura (60 %). Los bosques de Pipanaco se encuentran entre los de mayor potencialidad forestal en el Monte, con crecimientos diamétricos anuales que alcanzan los 6,2 mm.

Bosques de Villa Unión-Vinchina (La Rioja): sobre los valles y playas adyacentes al río Bermejo-Vinchina, se concentran algarrobales. Esta región incluye varias poblaciones humanas que coinciden con antiguos bosques de *Prosopis* donde el agua subterránea es cercana a la superficie. En el bosque denso, *P. flexuosa* está acompañado por *A. emarginata* y *S. divaricata* como arbustos principales. En el semidenso, los arbustos dominantes son *Allenrolfea vaginata*, *Atriplex lampa* y *Lycium tenuispinosum*. En los bosques más abiertos, los algarrobos están acompañados por *A. lampa* y *B. retama* (fig. 1c). En zonas de médanos, los bosques disminuyen su cobertura y los árboles son de menor tamaño. En todos los algarrobales la presencia de gramíneas es escasa o nula. La densidad total arbórea es de más de 160 ind.ha⁻¹, de los cuales 134 son árboles adultos (>7,5 cm Deq), con una variabilidad muy grande (entre 40 y 400 ind.ha⁻¹). La media de la cobertura arbórea es del 51,7 % y la altura promedio es de 5,8 m (tabla 1).

Algarrobales de Jáchal - Huaco (San Juan): se pueden diferenciar en estos algarrobales los bosques de planicie dominados por *P. flexuosa* y los de galería dominados por *P. chilensis*. Los algarrobales de planicie se ubican cerca del pueblo de Huaco y el antiguo paraje Monte Grande. Las galerías de *P. chilensis* corresponden a la zona de La Ciénaga y a los numerosos cauces temporarios. Cerca de Huaco, *P. flexuosa* junto *A. lampa* domina la comunidad leñosa. Debido a su cercanía al pueblo, este algarrobal presenta signos de uso y de degradación. En Monte Grande, *P. flexuosa* es acompañado por

B. retama y *S. divaricata*. La densidad de estos bosques varía entre 83 y 217 ind.ha⁻¹, con una media de 4,9 m de altura. Los bosques de *P. chilensis* están acompañados principalmente por *Senegalia gilliesii* y *Larrea* spp. (Gil, 2013). Las densidades para esta especie son 53,8 ind.ha⁻¹ en La Ciénaga y 28,9 ind.ha⁻¹ en los Cauces. La regeneración de *P. flexuosa* es muy variable 232,6 (6,7 – 797,3) en Huaco y 7,5 (0,0 – 15,0) en Monte Grande. Para *P. chilensis* los valores de plantas menores a los 7,5 cm de diámetro a la altura de la base (DAB) (renovales) son escasos en ambos sitios (Gil, 2013). El área basal en los algarrobales de *P. flexuosa* es de 10,5 m².ha⁻¹. En cuanto a las poblaciones de *P. chilensis*, a pesar de tener una baja densidad poblacional alcanzan mayores áreas basales, 12,7 m².ha⁻¹ en La Ciénaga y 19,7 m².ha⁻¹ en los Cauces.

Algarrobales de Telteca (Mendoza): están

compuestos por *P. flexuosa* como especie arbórea en las siguientes formaciones: bosque semicerrado de *P. flexuosa* con *Atriplex lampa* y *Lycium tenuispinosum* en valles intermedios (fig. 2), bosque abierto de *P. flexuosa* con *Tricomaria usillo* y *Suaeda divaricata* en ondulaciones (alrededor del bosque semidenso), bosque abierto de *P. flexuosa* con *T. usillo* (zona de médanos bajos que forman ondulaciones) y bosque abierto de *P. flexuosa* con *Atriplex lampa* en ondulaciones suaves. Estos bosques se diferencian desde el punto de vista de la estructura poblacional de *P. flexuosa*, lo que se relaciona con la gran variabilidad observada en la densidad (entre 45 y 173 ind.ha⁻¹), área basal (1,2-20,5 m².ha⁻¹) y cobertura arbórea (8,8-42 %) (tabla 1). El crecimiento diamétrico anual es de 4 mm. La densidad de renovales varía entre 10 y 143,3 ind.ha⁻¹ entre los sitios, lo que indicaría que la renovación no es homogénea sino que podría estar



dependiendo de micrositios adecuados para el establecimiento (Villagra *et. al.*, 2005b).

Fig.8..2. Bosque semicerrado de *P. flexuosa* en un valle intermédano de la Reserva Telteca (Foto P. Villagra).

Algarrobales de Ñacuñán (Mendoza): estos bosques tienen a *P. flexuosa* como principal especie arbórea acompañada en zonas más arenosas por *B. retama* y, en zonas con acumulación de agua, por *G. decorticans*. Los jarillales de *Larrea cuneifolia* ocupan grandes extensiones donde la densidad de *Prosopis* es menor. En general, es un bosque abierto con una densidad media de 73 árboles adultos. La altura de los individuos es de 3,9 m y la cobertura media de *P. flexuosa* es del 23,4 % (tabla 1), a lo que debe sumarse la presencia de *G. decorticans* y *B. retama* que pueden alcanzar portes arbóreos. La estructura poblacional refleja los efectos de la tala rasa realizada en la primera mitad del siglo XX, con la mayor parte de los individuos multifustales (2,8 fustes por árbol) y la mayor proporción de individuos adultos entre los 15 y los 30 cm Deq.

Galería del Tunuyán (Mendoza): la distribución de los algarrobales está asociada a la galería de los cursos de agua (permanentes y temporales) donde se concentra el bosque denso. Este es una franja continua de cobertura boscosa de más del 60 % en cada uno de los cursos de agua, y tiene un ancho menor al inicio de la galería y se ensancha al este, llegando al río Desaguadero. Como al norte y sur de la galería los algarrobales tienen menor cobertura, se observan bosques abiertos y muy abiertos, mientras que al este del oasis de La Paz encontramos árboles en una matriz de *Larrea divaricata* (jarillal con árboles emergentes) (del Olmo, 2010). La diferencia

entre las distintas unidades es muy marcada con coberturas que varían entre 25 y 100 %, y altura promedio de 3,9 m, aunque se registraron árboles que superan los 13 m (tabla 1). El bosque denso es posiblemente el de mayor potencial forestal de los bosques más australes del Monte, aunque representa una superficie de solo el 5 % de los bosques del área (13500 ha).

Algarrobales de la Pampa de la Varita (San Rafael y General Alvear): el estrato superior está representado por *P. flexuosa* y *G. decorticans*, en el estrato arbustivo encontramos *Larrea divaricata*, *Atriplex lampa* y *Condalia microphylla* (fig.1d). A diferencia de los otros bosques que se encuentran en las distintas regiones del Monte, en esta zona se observa que el funcionamiento ecosistémico y la estructura y composición de los bosques están altamente regulados por el régimen de fuegos. El fuego ha provocado un cambio estructural en una gran proporción de la superficie, transformando el bosque de *Prosopis* en un arbustal cerrado dominado por esta misma especie, en el que se observa muchos individuos que tienen numerosos rebrotes basales. El bosque no quemado presentó la estructura con el menor número de fustes en las clases menores a 5 cm de diámetro basal (327,2 fustes.ha-1) y fue el que tuvo mayor número de fustes en las clases diamétricas mayores a 10 cm de diámetro, encontrándose individuos de hasta 60 cm de diámetro. Todos los bosques quemados solo una vez tuvieron un comportamiento parecido, con una alta concentración

de fustes en las primeras clases y registrándose muy pocos fustes en las clases diamétricas >5 cm de diámetro basal. Los sitios con

alta frecuencia de fuego han perdido el estrato arbóreo (Cesca *et. al.*, 2014).

Ecología de los algarrobales

En el Monte, el agua controla todos los procesos ecológicos. En este contexto, la germinación, establecimiento y crecimiento inicial son los procesos críticos en el ciclo de vida de las especies y, en particular, de los algarrobos. La producción de flores, frutos y semillas de *P. flexuosa* es muy variable entre años (entre 80.000 y 800.000 semillas.ha-1) (Ffolliot y Thames, 1983; Dalmasso y Anconetani, 1993). Una proporción importante de las semillas son consumidas por predadores predisersivos y posdispersivos en los primeros días luego de producidas (Villagra *et. al.*, 2002), lo que explicaría la ausencia de un banco persistente para *P. flexuosa*. Sin embargo, la cantidad de semillas no parece ser limitante para la reproducción de la especie, ya que se estima que solo una proporción muy pequeña de las semillas se transforma en planta adulta (Villagra, 2000).

Las semillas son dispersadas frecuentemente por animales domésticos y silvestres y sus frutos presentan una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas que permiten la dispersión endozoica (Peinetti *et. al.*, 1993; Campos y Ojeda, 1997). La ruptura de la dormición física y el aumento de la longevidad de la semilla son aspectos beneficiosos producidos por el pasaje por el tracto digestivo de los animales. Por otro lado, las semillas de *P. flexuosa* y *P. chilensis* tienen un alto poder germinativo y amplios rangos de temperaturas (20-35 °C) y otras condiciones ambientales en las que pueden germinar (Cony y Trione, 1998; Villagra *et. al.*, 2010b), y un

crecimiento radical muy rápido que le permite explorar el perfil del suelo. Sin embargo, la supervivencia de plántulas es muy baja debido a la extrema aridez, a otras condiciones estresantes como la salinidad, a la competencia con otras especies y a la herbivoría. Se postula que el establecimiento de esta especie es un evento poco frecuente en zonas áridas, concentrado en años o períodos de años particularmente húmedos que permitan el crecimiento radical hasta encontrar un perfil subterráneo húmedo.

La capacidad de sobrevivir y desarrollarse en ambientes áridos de *P. flexuosa* se debe principalmente al desarrollo de un sistema radical dimórfico, con un sistema de raíces superficiales y uno pivotante que le permite utilizar el agua subterránea independizándose de las condiciones de estrés hídrico existentes en el perfil superficial del suelo (Guevara *et. al.*, 2010). Estudios recientes confirman, por comparación de las características del agua presente en los tejidos de los árboles (características isotópicas del agua xilemática) con las de distintas fuentes de agua (freática, lluvias, ríos), que *P. flexuosa* es freatófita facultativa ya que utiliza el agua subterránea proveniente de fuentes lejanas (cordillera de los Andes) (Jobbágy *et. al.*, 2011). El uso de agua subterránea por ésta y otras especies transforma a estos bosques en focos de productividad subsidiados por el agua de origen cordillerano. En ellos, la productividad es superior a la esperada por las precipitaciones locales con fuertes implicancias ecológicas y

socioeconómicas (Contreras *et. al.*, 2011). En el Cuadro 1 se presenta la dinámica hidrológica de la cuenca del río Mendoza explicando los

vínculos hidrológicos a larga distancia entre la cordillera, zonas urbanas, rurales y bosques nativos.

Ubicación del cuadro 1 “SERVICIOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO MENDOZA”

Las especies del género *Prosopis* generan heterogeneidad espacial por la modificación de las condiciones microclimáticas bajo su dosel a través de la moderación de temperaturas extremas, disminución de evaporación, redistribución de las precipitaciones y de la intensidad lumínica, el incremento de la fertilidad por la acumulación de nutrientes. Esta heterogeneidad modifica la distribución espacial de especies

entre los mecanismos facilitadores y de interferencia para cada forma de vida. Los mecanismos facilitadores prevalecen sobre los de interferencia cuando el estrés ambiental (p. ej. estrés hídrico, sobrepastoreo) es mayor (Dohn *et. al.*, 2013). Así, en zonas muy áridas del NE de Mendoza, los pastos perennes solo se encuentran bajo el dosel de algarrobos mientras que en Ñacuñán, con mayores precipitaciones, la



arbustivas y herbáceas, y depende del balance distribución es más homogénea extendiéndose

hacia áreas expuestas (fig. 3). En todos los casos, la presencia de especies del género *Prosopis* provoca un reemplazo de especies

bajo su cobertura que aumenta la diversidad de las comunidades (Karlin y Díaz, 1984; Rossi y Villagra, 2003).

Fig.8.3. *Prosopis flexuosa* facilitando la presencia de pastos bajo su dosel en la Reserva Telteca, noreste de Mendoza (Foto P. Villagra).

Biodiversidad de fauna asociada a los algarrobos

La existencia de los bosques de *Prosopis* constituye un ambiente muy importante para gran cantidad de especies animales, incluyendo especies exclusivas de este bosque. Tres aspectos comentaremos acerca de *Prosopis* y su relación con la diversidad que alberga dentro del Monte: como recurso alimenticio, como componente diferencial de nicho y como parte de procesos coevolutivos.

Como recurso alimenticio *Prosopis* provee recursos de diversa índole como hojas, flores, frutos, madera y raíces. Algunos de ellos están disponibles todo el año, como la madera, raíces y hojas, otros solo en algunos momentos del año como flores y frutos. Si bien se ha postulado que existe un alto grado de monofagia (especies que comen una sola planta) para *Prosopis* (Fowler, 1982), esta es muy relativa en el caso de los artrópodos, ya que de las 33 citadas para *P. flexuosa* y las 24 para *P. chilensis* (Cordo *et. al.*, 2004) sólo una es conocida como monófaga. El resto de las especies son oligófagas, ya sea por alimentarse de otras especies de *Prosopis* fuera del Monte o por consumir dentro del Monte otras especies vegetales, en especial lo que han denominado el complejo *Prosopis-Acacia-Parkinsonia* (Kingsolver *et. al.*, 1977). Las especies oligófagas que se alimentan solo de distintas especies de *Prosopis* como caso de los Bruchidae (géneros *Rhipibruchus*, *Scutibruchus* y *Pectinibruchus*) o Curculionidae (género *Sibinia*) deberían ser consideradas como biodiversidad exclusiva

de *Prosopis* dentro del Monte. Las especies de Bruchidae tienen un fuerte impacto como predadores pre y posdispersivos de semillas. Los taladros, que se alimentan de madera, son principalmente de la familia Cerambycidae, aunque también se encuentran Anobiidae, Bostrichidae y Buprestidae, casi todas polífagas. Algunas especies son de importancia por la magnitud del consumo de madera, por ejemplo, especies del género *Oncideres*, con ataques que pueden llegar al 60 % de las ramas. En la floración hay altísima diversidad de organismos vinculados a *Prosopis*. En el estudio de Simpson *et. al.* (1977), más de 80 especies visitaron las flores de *Prosopis*. Uno de los géneros de abejas más importantes es *Colletes*, un especialista en algarrobos. Consideramos que las cantidades de especies de fauna asociada a *P. flexuosa* en el Monte están subestimadas ya que estudios parciales llevados a cabo en Mendoza pudieron determinar 210 especies de artrópodos en un solo año de muestreo (Roig y Debandi, datos no publicados). En cuanto a los vertebrados, el recurso más utilizado como alimento son los frutos, aunque algunas especies han sido citadas comiendo hojas y corteza, como *Microcavia* spp. que pueden subirse a las ramas. La rata amarilla (*Phyllotis griseoflavus*) ha sido observada comiendo hojas jóvenes y frutos de algarrobo, y la mara (*Dolichotis patagonum*) que también consume vainas y hojas que se encuentran a baja altura.

El segundo aspecto de importancia de los algarrobos para la fauna es la utilización como recurso de sombra, protección o lugar para buscar alimento. En el Monte, la presencia de *Prosopis* y vegetación asociada, influencia en forma positiva el número de especies de pequeños mamíferos en comparación con las áreas ocupadas por *Larrea* (Mares *et. al.*, 1977). Como refugio, por ejemplo, *Microcavia* spp durante la mañana y el atardecer se alimenta bajo la sombra o las cercanías de los árboles y construyen sus madrigueras bajo ellos. Asimismo, la herpetofauna aprovecha los beneficios de los algarrobos, como refugio y alimento. Algunas especies de reptiles endémicas, como el matuasto del palo (*Leiosaurus paronae*) presentan hábitos arborícolas. También *Prosopis* constituye un elemento de importancia para la construcción de nidos de las aves, por ejemplo, el águila coronada (*Buteogallus coronatus*) utiliza los algarrobos de gran altura para nidificar. Entre los artrópodos, las arañas presentan una gran abundancia en el período de floración. Aquellas que son tejedoras están casi todo el año, aunque estas especies también se las puede encontrar en otras leñosas (*Senegalia gilliesii* y *Larrea* spp.).

En cuanto a procesos coevolutivos, aquellos en que al menos dos especies van evolucionando

a la par, existen numerosos ejemplos. Los más sencillos, de dos especies son, por ejemplo, las comedoras de hojas, madera o frutos, en la cual existe coevolución de una adaptación por parte de los herbívoros a los compuestos químicos que va generando la planta como medio de defensa. Hay casos más complejos que involucran tres o más especies. Uno de estos procesos coevolutivos es el conocido *Prosopanche-Hydnorobius-Prosopis* en donde una planta parásita de la raíz de *Prosopis*, *Prosopanche americana*, posee como polinizadores exclusivos a *Oxycorinidae*, un grupo de *Curculionidae* de origen gondwánico. Otro proceso coevolutivo, en donde intervienen cuatro especies, lo constituye un grupo de comedores de hojas de *Prosopis*, las especies de *Megalostomis* (*Chrysomelidae*) que recubren sus huevos con excrementos y los dejan caer al suelo y estos huevos son confundidos por hormigas del género *Acromyrmex* como restos vegetales y llevados al hormiguero, para colocarlos como materia para el crecimiento del hongo de la familia *Agaricaceae*. Dentro del hormiguero, se desarrolla la larva de *Megalostomis*, secretando sustancias químicas que evitan que las hormigas los ataquen. No se sabe si la larva ataca a estados larvales de hormiga, o se alimenta del hongo o los detritos vegetales llevados por las hormigas.

Bosques de *Bulnesia retama* (retamo)

Distribución e importancia ecológica

La especie *Bulnesia retama* (*Zygophyllaceae*) tiene una distribución disyunta en América del Sur, con una amplia distribución en el Monte y una distribución local en la región de los valles secos del norte del Perú, en la región de Ica. Puede encontrarse dominando estepas arbustivas con un 25 a 45 % de cobertura formando retamales o bien acompañando a otras especies leñosas, generando una estructura espacial en

parches de vegetación leñosa sobre una matriz de especies herbáceas. Esta matriz puede ser estacional, principalmente anual o efímera (*Euploca mendocina*, *Sclerophylax arnotii*, *Portulaca oleraceae*, *Gomphrena martiana*, *G. mendocina*), aunque en sitios con mayor disponibilidad de agua pueden encontrarse especies de pastos perennes (*Leptochloa crinita*, *Setaria* spp., *Pappophorum* spp., *Aristida mendocina*).

El retamo se encuentra en las áreas más secas del Monte, en valles secos, faldeos, piedemontes y valles aluviales desde la provincia de Salta y Catamarca por el norte, hasta las provincias de Mendoza y La Pampa por el sur. Crece

sobre suelos de pH neutro a alcalinos, cubriendo un área aproximada de 6.400.000 ha en un rango altitudinal de más de 2000 m (Tinto y Pardo, 1957). La especie forma retamales más o menos puros de más de 35 % de cobertura



sobre sustratos de variada granulometría y en las provincias de San Juan y Mendoza. Esta

especie tiene en gran parte de su distribución porte arbustivo; sin embargo, en estas provincias alcanza porte arbóreo con fustes de hasta 50 cm de diámetro basal y hasta 6 m de altura (fig. 4). Esos bosques han tenido

tradicionalmente uso forestal. La densidad de estas poblaciones varía en función de la disponibilidad de agua y de la historia de uso. En tres sitios de San Juan y Mendoza se encontraron densidades entre 250 y 400 ind.ha⁻¹.

Fig.8.4. Individuo de retamo de porte arbóreo en San Juan (Foto E. Pucheta).

Por lo general, *B. retama* se encuentra en áreas de baja productividad, consideradas marginales para la producción pecuaria y utilizadas para la ganadería extensiva de cabras (Villagra *et. al.*, 2009; Gatica, 2015). Es una de las especies que más tolera al estrés hídrico (Ribas-Fernández, 2016), además de presentar plasticidad en rasgos del xilema relacionados a la aridez (Melián Navarro, 2016). Estas características les permiten a estos bosques responder y tolerar el clima de la región, pudiendo desarrollarse a partir del agua de las precipitaciones locales, independizándose del agua freática (Jobbágy *et. al.*, 2011).

El retamo es una especie clave en los desiertos arenosos, donde su presencia permite la formación de suelos de mayor fertilidad y capacidad de descomposición de la materia orgánica (Pucheta *et. al.*, 2006). Además, promueve la diversidad de especies del banco de semillas germinable, principalmente de especies nativas, influye sobre la presencia de especies en forma diferencial según sus rasgos funcionales (Rolhauser *et. al.*, 2013; Rolhauser y Pucheta, 2016).

Consideraciones sobre el potencial de recuperación de retamales

En base a las observaciones realizadas sobre el uso forestal de la especie en retamales de San Juan y Mendoza, se considera que las poblaciones estudiadas se recuperan muy lentamente luego de la tala. La mayor parte de los individuos

Esta especie posee una madera de apreciado valor debido a su dureza y baja descomposición aún enterrada, lo que la hace buena candidata para ser usada como estacones y postes para viñedos. Está considerada como una especie de madera dura, con una densidad de 0,7 a 0,8 g.cm⁻³, pudiendo mostrar valores de hasta 0,93 en sitios muy áridos (Martínez-Cabrera *et. al.*, 2009; Iglesias *et. al.*, 2012; Melián Navarro, 2016).

De sus tallos más jóvenes se obtiene cera que es usada en cosmetología. El contenido de cera responde a una reacción fisiológica de la planta al estrés hídrico, siendo muy escasa bajo condiciones de riego. La máxima producción de cera se da en ramas entre 2 y 3,5 mm de diámetro, reduciéndose a menos del 1% en ramas mayores a 10 mm. Este uso en la zona hiperárida de Calingasta e Iglesia produjo un fuerte impacto en sus poblaciones. Por otro lado, esta especie se usa con éxito para revegetar zonas áridas degradadas por actividades agrícolas o industriales en los piedemontes precordilleranos (Tinto y Pardo, 1957; Dalmaso y Llera, 1996; Márquez *et. al.*, 2014).

actualmente no alcanza a superar los 20 cm de diámetro y rara vez se observan individuos con diámetros mayores a los 30 cm, lo que impacta sobre la capacidad de producción de semillas, la única fuente para la regeneración de la especie.

En lo que respecta a su capacidad de regeneración desde el banco de semillas, el control más importante de la germinación y el establecimiento de nuevas plantas lo representan las precipitaciones. Cuando el agua disponible en el suelo supera cierto umbral (lluvias por encima de la media histórica), se observan eventos de germinación y establecimiento más importantes. Además, el pastoreo plantea una limitación importante para el establecimiento de las plantas, aun en condiciones de disponibilidad de agua en el sistema. La presencia de arbustos

y la exclusión de los herbívoros favorecen el establecimiento de plantas. Dadas las condiciones especiales para la regeneración natural de la especie, su gran sensibilidad al pastoreo en estado de renoval y su baja resiliencia luego de este disturbio, se debe extremar los medios para su conservación y la de los servicios ecosistémicos que presta.

En el cuadro 2 se analizan detalladamente los factores que controlan las distintas etapas del ciclo de dispersión de esta especie.

Ubicación del cuadro 2 CICLO DE DISPERSIÓN DE *Bulnesia retama*

Los Bosques de *Ramorinoa girolae* (chica)

Características generales y distribución

La chica es una especie leñosa endémica de la ecorregión del Monte que se encuentra exclusivamente sobre ambientes montañosos y algunos sectores aluvionales asociados a las sierras. Está presente en las provincias de La Rioja, San Juan y San Luis en el cuadrante geográfico delimitado por los paralelos 29°40'; 32°32' S y meridianos 68°12'; 67°15' W. Las poblaciones de chica se encuentran entre los 1000 y 2400 m s.n.m. en su distribución norte, disminuyendo la altura del piso de ocupación inferior a medida que se desciende en latitud: a partir de los 900 m s.n.m. en las poblaciones al sur de la sierra de Pie de Palo (San Juan) (31 °41'S) y hasta los 700 m s.n.m. en el caso de su extremo de dispersión sur en el Parque Nacional Sierra de las Quijadas (San Luis) (32 °30'S) (Zapata, 2017).

Es una especie de porte arbustivo o arbóreo de hasta 10 metros de altura, de copa globosa,

áfila, con tallos fotosintetizantes cubiertos de cera que le otorgan las características xerófilas. La brotación ocurre al inicio de la primavera y la floración en forma simultánea o inmediatamente después, entre los meses de octubre y noviembre. Las flores, reunidas en racimos axilares, son de color amarillo. Cada inflorescencia da origen a 1-5 frutos en forma de legumbre leñosa, indehiscente, extremadamente dura y resistente (Gómez Sosa, 1994; Demaio *et. al.*, 2002). Cada legumbre mide hasta 7 cm de longitud, por 4 cm de ancho y 2,5 cm de espesor. Por su particular estructura, las semillas permanecen en el interior de la legumbre por largo tiempo (Gómez Sosa, 1994). Los frutos maduran hacia el otoño a partir de marzo y permanecen en la planta por largo tiempo, desprendiéndose paulatinamente a lo largo del año. Pueden observarse, incluso en los árboles, frutos del año y la temporada anterior aun en la misma rama (Zapata, 2017).

Estructura forestal y ecología

Desde el punto de vista ecosistémico, se mencionan para estos bosques funciones de protección de cuencas, control de la erosión (Meglioli *et. al.*, 2012), provisión de alimento y generación de hábitat para la fauna silvestre (Femenía y López, 2004). Estos autores también indican que posee un alto valor como especie melífera. Las semillas son consumidas naturalmente en grandes cantidades por dos depredadores naturales: *Anypsyphya univitella*, un pirálido de la subfamilia Phycitinae (Zapata, 2017) y un roedor *Octomix mimax* (Rodentia, Octodontidae) (Campos *et. al.*, 2013; Papú *et. al.*, 2015).

Las poblaciones de chica difieren en sus características poblacionales conforme las características del sitio forestal, así se encuentran individuos dispersos sobre las laderas montañosas hasta rodales con densidades mayores de entre

50 a 120 ind.ha⁻¹ en quebradas o bolsones inter-serranos (Hadad *et. al.*, 2014; Zapata, 2017). Es de notar la gran heterogeneidad espacial que posee la distribución de la especie, con poblaciones aisladas y fraccionadas internamente, por lo que distintos sitios de muestreos, aún en un área cercana, pueden ofrecer valores disímiles de densidad arbórea. Se ha observado una baja densidad de ejemplares de etapas juveniles y la ausencia de renovales y plántulas en la estructura de muchas poblaciones (Hadad *et. al.*, 2014; Zapata, 2017). El crecimiento diamétrico anual promedio de la especie es de 2 mm.año⁻¹, identificándose ejemplares de gran longevidad (estimados en más de 600 años) que presentan las clases diamétricas superiores de todas las poblaciones naturales (fig. 5) (Zapata, 2017).



Fig.8.5. Ejemplar de *Ramorinoa girolae* varias veces centenario en Talampaya (La Rioja).

Detalle de flores y frutos de la especie (Fotos: R. Zapata).

Ubicación cuadro 3: bosques pedemontanos

Ubicación cuadro 4: bosques de *P. ferox*

La especie se multiplica naturalmente a través de sus semillas y, en forma agámica, a partir del enraizamiento de ramas de los individuos que se postran sobre el suelo (Hadad *et. al.*, 2014). Los factores que distribuyen los frutos y semillas y su disposición sobre el terreno son la gravedad, los escurrimientos pluviales y los roedores al trasladar los frutos (Zapata, 2017).

La restringida distribución geográfica y gran fragmentación espacial, el lento crecimiento, la poca resistencia a los incendios, la escasa regeneración natural en muchas poblaciones y los daños registrados del ganado doméstico sobre las plantas hacen que, para muchos autores, *R. girolae* califique como una especie en riesgo o para ser considerada como vulnerable (Demaio *et. al.*, 2015; Zapata, 2017).

8.2 Manejo tradicional e historia de uso del bosque del Monte

8.2.1 La generación de conocimiento sobre el bosque nativo en el Monte

Como es lógico en la construcción del conocimiento, los primeros estudios que han abordado el bosque nativo lo han hecho buscando conocer su estructura, funcionamiento y relaciones ecológicas, sin ahondar en la relación sociedad-naturaleza. Actualmente, no es posible concebir el bosque como una entidad biológica aislada, sino en su contexto de uso con los grupos sociales que lo consideran un recurso y que han coevolucionado con el mismo. Esto se ve reflejado en la producción académica que aborda el uso del bosque nativo en el Monte.

El análisis de la producción científica permite identificar tres grandes etapas, todas ellas muy recientes, en el abordaje de la relación sociedad-naturaleza con foco en el uso del bosque nativo. La primera etapa surgió a finales del siglo XX, en la década de los 70 hasta mediados de los 80. En ella se reflejan los esfuerzos iniciales para comprender la relación entre el ambiente y la sociedad, analizando las dimensiones humanas y culturales, y describiendo

las formas de vida de los habitantes de las tierras secas del norte y del centro del Monte (Abraham, 1979; Triviño, 1980; Abraham *et. al.*, 2009). En la segunda etapa, que abarca desde los años ochenta hasta finales del siglo XX, los trabajos se dirigieron a destacar la degradación de mediano y largo plazo, a partir del abordaje de la historia ambiental. Permiten el reconocimiento de diferentes períodos en el proceso de ocupación del espacio y uso de los recursos naturales desde la época indígena hasta nuestros días (Abraham y Prieto, 1981; Prieto y Abraham, 1998, 2000). La tercera etapa, desde finales del siglo XX hasta la fecha, muestra el predominio de los análisis sistémicos, con contribuciones que estudian la desertificación, teniendo en cuenta las dimensiones socioeconómicas y desarrollando sistemas integrales de evaluación (Abraham, 2003; Abraham *et. al.*, 2006). Además, se incluyen análisis de variables sociales complejas y de las estrategias de desarrollo local (Pastor *et. al.*, 2005; Rubio, 2015; Rubio *et. al.*, 2017).

8.2.2 Etapas del uso de los recursos del bosque nativo

La comunidad vegetal más importante en el norte y el centro de la región del Monte ha sido el bosque abierto de *Prosopis flexuosa* (algarrobal), constituyendo la fuente de subsistencia de numerosas comunidades humanas durante siglos, aún utilizada en la actualidad por la población local (Abraham y Prieto, 1981, 1999; Alvarez y Villagra, 2009). La presencia humana ha sido constante en los últimos milenios y ha generado una importante interacción con el bosque. Sin embargo, la forma en que se ha usado ha cambiado a lo largo del tiempo, lo que permite distinguir grandes etapas de uso del bosque nativo. Durante el extenso período prehispánico, el bosque fue la fuente de recursos por excelencia de los pobladores originarios. Se utilizaba fundamentalmente como proveedor de alimento, de sombra, y leña

para uso doméstico, con un fuerte valor cultural y espiritual. Con la llegada de los españoles a mediados del siglo XVI comienza una serie de cambios en el uso del suelo y de los regímenes de disturbios con impacto sobre la estructura y distribución del Monte (ver capítulo 4). El uso de productos no maderables ha sido constante desde los primeros tiempos descritos (aunque con pulsos e intensidades diferentes). En la fig. 6, se pueden observar los patrones espaciales y temporales de los principales procesos de uso y disturbios en el Monte (Villagra *et. al.*, 2009). Como puede verse, además de etapas temporales en la utilización de los recursos, se registra variabilidad espacial en su uso, siguiendo un patrón latitudinal vinculado a las diferentes potencialidades de cada sector del Monte.

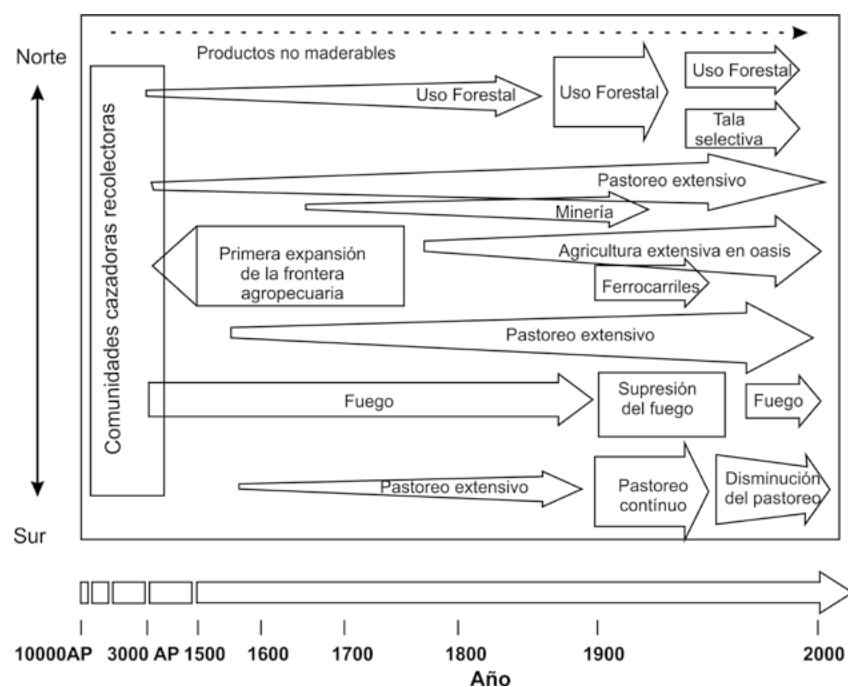


Fig.8.6. Esquema de los principales procesos de uso y disturbios en el Monte (adaptado de Villagra *et. al.*, 2009). Se destacan los diferentes cambios y persistencias en las perturbaciones a lo largo del tiempo (en el eje horizontal), mientras en el eje vertical se indica la distribución latitudinal donde cada proceso ha sido más pronunciado.

A pesar de que la madera del Monte fue utilizada en la región desde que las primeras comunidades prehispánicas se asentaron en la zona, la incidencia de este uso en los bosques fue baja hasta mediados del siglo XIX. La agricultura bajo riego adquirió mayor dimensión y comenzó a competir espacialmente con el bosque recién hacia fines del siglo XVIII. La demanda de productos forestales por parte del modelo agroindustrial vitivinícola y la llegada del ferrocarril, especialmente en San Juan y Mendoza, produjeron intensos cambios después de 1850. Durante este período, se tienen registros de la aplicación de tala rasa en grandes extensiones de bosques a lo largo de la traza del ferrocarril para la obtención carbón y leña, y postes para la conducción de los viñedos (Abraham y Prieto, 1999; Abraham, 2001).

Para la misma época, los recursos forestales nativos del Monte de La Rioja y Catamarca fueron aprovechados intensamente para uso minero en yacimientos como Famatina y Capillitas (Rojas, 2013a). El siglo XX comenzó con la instalación de los ferrocarriles en el oeste de La Rioja y Catamarca, y su consecuente impacto en el bosque, aunque fue menor al producido en Cuyo (Rojas, 2013a). A mediados del siglo XX, en el sector norte del Monte, empiezan a difundirse normas y métodos de manejo que regulan la tala, comenzando con el corte selectivo de algarrobos con el objeto de abastecer la demanda de madera para muebles, parquet, viviendas y construcciones (fig. 6). Sin embargo, esto no significó necesariamente una disminución del disturbio en números absolutos, sino que ha persistido un uso forestal no regulado y no planificado que convive con diferentes métodos de tala selectiva. En general, podemos afirmar que, con o sin regulación, el algarrobal ha sido utilizado sin ajustar la tasa de extracción a su tasa de productividad.

Otra diferencia entre el norte y el sur es la forma en que se ha desarrollado el pastoreo extensivo. Mientras en el norte se registró un crecimiento en los últimos siglos casi siempre con criterios de manejo tradicionales, recién a fines del siglo XVIII se produce la llegada del ganado caprino y ovino al sur de Mendoza. En estos territorios, desde principios del siglo XX, se produjo un gran impacto por el pastoreo continuo (sin rotación) en ciertas áreas del centro este y sureste mendocino. La erupción del Quizapú, en 1932, produjo una decadencia de dicho modelo ganadero (Abraham y Prieto, 1993), que se recuperó con grandes cambios durante los últimos años del siglo XX. Esto implicó la expansión de la modalidad ganadera de tierras secas, incluyendo la ganadería vacuna, con mayor tecnología, y apuntando a una economía de mercado. Esto es muy evidente en el departamento mendocino de General Alvear, producto del desplazamiento de la ganadería desde zonas más productivas.

Un aspecto a destacar son las modificaciones en el régimen de fuegos y sus efectos sobre las comunidades. Mientras que, en los sectores más secos del Monte, con precipitaciones inferiores a 200 mm de media anual, los incendios no son comunes por falta de combustible fino; en el sector con precipitaciones superiores a ese valor, este disturbio es un modelador de la estructura del bosque, y la modificación de su régimen trajo como consecuencia cambios estructurales en las comunidades vegetales. En la región de General Alvear (Mendoza), la frecuencia de incendios ha aumentado en los últimos 50 años, generando una simplificación de la estructura forestal (Cesca *et. al.*, 2014). Por el contrario, en la región austral del Monte, la introducción del ganado ovino redujo la carga de combustible fino, disminuyendo la frecuencia de fuegos y permitiendo la arbustización del sistema (fig. 6) (Villagra *et. al.*, 2009).

Actualmente, en la región del Monte coexisten dos grandes formas de organización socioeconómica. Una está orientada exclusivamente al mercado, basada en la agricultura intensiva, desarrollada principalmente en oasis irrigados altamente productivos, y una ganadería vacuna en constante expansión, en las tierras no irrigadas en los sectores con mayores precipitaciones. La otra se basa de manera predominante en actividades de subsistencia, como la ganadería extensiva, principalmente ovina y caprina, y el aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables. Los bosques nativos del Monte se encuentran actualmente en territorios que han sido considerados marginales (Abraham y Prieto, 1981), invisibilizados (Montaña *et. al.*, 2005) o integrados a los territorios de regadío, pero en condiciones de subordinación al uso del suelo para el desarrollo agrícola (Torres *et. al.*, 2005). Estos bosques presentan densidades de población menores a 0,7 hab.km-2, con un tipo de poblamiento aislado, disperso, en puestos o establecimientos ganaderos de subsistencia o a veces agrupados en pequeños poblados (ver cuadro 5). En las tierras secas no irrigadas, el uso ganadero integrado al bosque nativo es el más difundido, complementado con el uso de leña para cocción de alimentos, calefacción, y su comercialización en otras ciudades de la región. Otro uso importante de las tierras secas no irrigadas es el relacionado con la exploración y explotación petrolera, y los usos de conservación, recreación y turismo.

La forma de ocupación del territorio es diferente hacia el norte de San Juan en relación con las grandes llanuras secas de Mendoza. Hacia el norte, los bosques suelen estar concentrados en los mismos valles o bolsones donde se realizan las actividades agrícolas. En ellos, la disponibilidad y calidad de agua, tipo de suelos y pendientes poco pronunciadas hacen que

los poblados o ciudades y la actividad agrícola irrigada compitan con el bosque nativo y este sea eliminado. Como ejemplo, los poblados de Fiambalá, Medanitos, Saujil, Anillaco y El Puesto, y sus áreas irrigadas, se encuentran instalados sobre antiguos algarrobales, pudiendo observarse relictos de esta especie dentro de los pueblos. Respecto al Bolsón de Pipanaco, en las grandes extensiones ocupadas por bosques, primero se registró un uso minero, luego forestal de tipo extractivo, y años después un uso agrícola (Morlans, 1998). Otro caso particular, es el valle del Bermejo en San Juan, donde la extracción de cera, leña y postes de retamo, han sido las actividades predominantes, las cuales se vieron favorecidas por la llegada del ferrocarril (Karlin *et. al.*, 2017a; Agüero *et. al.*, 2018). En las últimas décadas se han establecido emprendimientos agropecuarios a partir del aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos e incentivos fiscales (diferimientos impositivos), especialmente relevantes en las provincias de San Juan, La Rioja y Catamarca.

En las llanuras de la zona central del Monte, los oasis irrigados han remplazado algunos algarrobales; sin embargo, la mayor extensión de los mismos y las limitaciones en la disponibilidad de agua para riego, que constituyó un freno para el desarrollo de los cultivos agrícolas, han permitido la permanencia de bosques y su convivencia con las actividades ganaderas. Por su parte, las llanuras del sureste de Mendoza presentan mayores precipitaciones que el resto del Monte y exhiben una ganadería vacuna en constante expansión en el área, por el desplazamiento de la actividad ganadera la región chaco-pampeana.

En síntesis, para lograr comprender la historia del uso del bosque en el monte, es necesario tener en cuenta que, en los procesos de competencia por el uso del suelo, el bosque ha sido el recurso que ha perdido. Esto queda de manifiesto al analizar

los usos agrícolas en las tierras irrigadas, en donde el recurso bosque ha desaparecido por los procesos de transformación territorial. Estos procesos han sido lo suficientemente fuertes y sostenidos en el tiempo como para ejercer influencia fuera del área cultivada, generando

fenómenos de degradación del bosque primitivo, por el abastecimiento de productos forestales o maderables tanto a la actividad urbana, agrícola y de servicios como el ferrocarril, en forma de leña, carbón, postes y madera.

8.2.3 La degradación del bosque nativo del Monte

Los primeros estudios sobre el estado de desertificación en el Monte concluyen que una alta proporción del territorio presenta entre un moderado y alto estado de degradación como consecuencia de la presión antrópica y la fragilidad del sistema (Roig *et. al.*, 1991; del Valle *et. al.*, 1998). En el Monte, la aridez, la susceptibilidad a los procesos erosión hídrica y eólica, y de salinización, son las principales características que contribuyen a la fragilidad del sistema; mientras que, la presión del ganado, la tala y la modificación del régimen ocurrencia de incendios son las principales presiones antrópicas en las áreas no irrigadas (Abraham *et. al.*, 2017). Los bosques del Monte presentan diferentes estados de degradación, pero todos se caracterizan por un marcado retroceso en su extensión y modificación de la estructura. Estas pérdidas de superficies boscosas han sido el resultado de los sistemas de reemplazo (agricultura y urbanización) y del fuerte impacto que tuvieron actividades extractivas indiscriminadas y ganaderas no controladas. Estos degradaron

las condiciones funcionales propias de estos ecosistemas lábiles e impidieron procesos de recomposición natural, dando como resultado la simplificación del ecosistema boscoso y, en caso extremos, territorios desprovistos casi de vegetación y con fuertes procesos erosivos. Esto produce costos sociales importantes ya que, si bien el valor económico de los recursos madereros en estos sectores boscosos es bajo en relación con el valor que presentan en otras regiones forestales del país, su valor es sumamente elevado por los bienes y servicios que brindan a la sociedad, destacándose aquellos vinculados a las poblaciones locales. El sistema extractivo inadecuado, sumado a la actividad ganadera extensiva sin adecuación a la dinámica de los recursos naturales, condujo a la degradación de los rodales boscosos. La falta de control necesario de los organismos competentes sumado a la problemática de la tenencia de la tierra también ha contribuido a estos procesos de deterioro.

8.2.4 Estrategias de conservación y manejo sostenible del bosque nativo

Ante la visible pérdida del bosque como recurso, la República Argentina respondió con instrumentos legales para detener estos procesos. Un instrumento básico y esencial, que marcó un hito en la historia del manejo forestal de nuestro país, lo constituye la Ley n.º 13273 de

Defensa de la Riqueza Forestal, sancionada en 1948. En ella se establece la distribución de las competencias en materia forestal entre Nación y provincias, teniendo como principal objetivo la conservación de los recursos forestales del país (Fermani y Rubio, 2011). Dado que este

instrumento no estaba orientado específicamente al manejo sustentable del bosque nativo, y ante la expansión de la frontera agropecuaria, la ley no fue suficiente para detener la pérdida y degradación del bosque nativo. El reclamo social por esta pérdida hace que, en el año 2007, fuera sancionada la Ley Nacional n.º 26331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de Bosques Nativos de la República Argentina. En ella se establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental que las provincias deben procurar para el enriquecimiento, la restauración, la conservación, el aprovechamiento y el manejo sostenible de los bosques nativos y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad (ver capítulo 2). De la aplicación de esta norma en la provincia biogeográfica del Monte, surgen 3.807.188,62 ha bajo alguna de las categorías de protección establecidas (ver fig. XX capítulo 2).

Por su particular valor como ejemplo de manejo de bosque en tierras secas, su posibilidad de extrapolación a otras áreas, y por haber sido generada de manera participativa entre el sector científico-tecnológico, gubernamental y con los actores sociales vinculados al bosque nativo, se describe a continuación la situación de las políticas tendientes a la conservación del bosque nativo en la provincia de Mendoza. Ante el deterioro del bosque nativo de Mendoza, se destacan dos tipos de iniciativas desde el sector gubernamental y el sector científico-tecnológico, tendientes a frenar este proceso de degradación y a lograr la recuperación del bosque. En primer lugar, aparece la creación de áreas protegidas en territorios de vocación forestal, como la Reserva de Ñacuñán, nacida en la década del 60 como reserva forestal para la protección del bosque de algarrobos, y que bajo la administración del IADIZA, evolucionó a Reserva de Biosfera. Esta pequeña porción

de territorio mendocino se convirtió en un área testigo de generación de conocimientos sobre el bosque, de implementación y manejo de áreas protegidas y de la necesidad de fortalecer las relaciones con las comunidades locales. Posteriormente, en la década del 80, se creó la Reserva Natural y Cultural Bosques Telteca, en el departamento de Lavalle. Esta estrategia de conservación estuvo acompañada con la formulación de normativa, tanto provincial como nacional, que hizo más efectiva la protección y el manejo sostenible del bosque nativo. Desde mediados del siglo pasado ya se advertía la necesidad de terminar con el uso de leña para fines comerciales, lo que dio origen en una primera instancia a la regulación de la extracción a través de planes dasocráticos y guías de extracción hechos por profesionales y aplicados al territorio forestal, y posteriormente, a la prohibición completa de extracción de leña, salvo para consumo doméstico de los pobladores locales (recolección de leña campana o muerta).

En el año 2010, con el objeto de proteger los bosques nativos situados en la provincia, y de acuerdo a lo dispuesto por la Ley Nacional n.º 26331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, la provincia de Mendoza sanciona la Ley Provincial n.º 8.195. Esta norma aprobó el ordenamiento territorial de los bosques nativos, procedimiento basado en un sistema de evaluación multicriterio (Villagra *et. al.*, 2010a). Los criterios de sostenibilidad en los que se fundamenta abordan de un modo integral aspectos sociales, técnicos, económicos y jurídicos, ligados a la utilización y conservación del bosque (Fermani y Rubio, 2011). Como resultado de la implementación de esta modalidad de conservación se alcanza una superficie protegida de 2.000.000 ha de bosque nativo (Ley n.º 8195/10). Estas estrategias de

conservación y sus perspectivas de crecimiento y consolidación deben ser evaluadas en el contexto de los incipientes procesos de ordenamiento territorial de Mendoza (Ley n.º 8051/09).

De acuerdo a lo dispuesto en el art. 16º de la Ley n.º 26331, para realizar todo tipo de intervención en un área poseedora de bosques nativos, es necesario contar con el instrumento de planificación específico (Decreto Reglamentario n.º 91/09). En este sentido, es importante destacar la figura del Plan de Manejo Sostenible (PMS) y Plan de Conservación que prevé dicha normativa. Según lo establecido en su art. 4º, el PMS es un documento técnico que "sintetiza la organización, medios y recursos, en el tiempo y el espacio, del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, maderables y no maderables, en un bosque nativo o grupo de bosques nativos, para lo cual debe incluir una descripción pormenorizada del terreno forestal en sus aspectos ecológicos, legales, sociales y económicos y, en particular, un inventario forestal con un primer nivel de detalle tal que permita la toma de decisiones en cuanto a la silvicultura a aplicar en cada una de las unidades de bosque nativo y a la estimación de su rentabilidad".

En el Monte se localizan 223 planes de bosques nativos (PBN) al año 2017, de los cuales 157 planes corresponden a la categoría de manejo sostenible, 42 de conservación y 24 a proyectos de formulación, representando un 70,4 %, 18,84 % y 10,76 % del total, respectivamente.

La modalidad de PBN más extendida es la silvopastoril con 132 planes. Los PBN declarados en el Monte –tanto concluidos como en ejecución–, presentan una superficie predial total de 2.985.777,38 ha, de las cuales 2.029.466,13 ha, corresponden a la superficie afectada al plan.

Efecto de la aplicación de la ley sobre los retamales de la provincia de San Juan

Debido a su importancia ecológica y a su vulnerabilidad frente a la tala, *Bulnesia retama* ha sido incluida en los planes de conservación y manejo del Programa de Bosques Nativos de la Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SEAyDS) del gobierno de San Juan, donde se encuentra su principal área de distribución. Para la evaluación de efecto de la aplicación de la Ley n.º 26331, se evaluaron las actas de infracción realizadas por la SEAyDS en un período de 5 años, registrándose, a partir del año 2011, una disminución en el número de postes de retamo incautados. A partir del año 2015, donde se incautaron un poco más de 200 estacones, la cantidad de postes transportados disminuyó hasta menos de 50 en el último año. En este sentido, se considera que la aplicación de la ley ha tenido un efecto muy favorable sobre la conservación de la especie debido al apoyo económico a los diferentes proyectos de manejo y conservación y a la intensificación de los controles por parte de la autoridad de aplicación, sumado a una disminución de la demanda (Fuente: SEAyDS, provincia de San Juan).

8.3. La silvicultura en el Monte

8.3.1 Potencial forestal y uso actual de los bosques del Monte

Las prácticas productivas posibles en bosques secos comprenden desafíos de obtener productos del bosque y, a la vez, mantener los procesos necesarios para asegurar la conservación de servicios ecosistémicos. Esto no es sencillo en sitios con reducida tasa de regeneración y baja productividad. Sin embargo, ya mencionamos que estos bosques constituyen la principal fuente de recursos madereros y no madereros para los habitantes locales. Como premisa inicial, para hablar de los bosques y la silvicultura en la región forestal del Monte podemos afirmar que son escasos los casos donde se han aplicado prácticas, técnicas o métodos que sugieran un manejo o gestión forestal formal. La principal crítica es el escaso control y monitoreo, que resulta en falta de información valorada de los impactos de la aplicación de las prácticas tradicionales sobre el bosque (F.A.O., 2007).

Las prácticas desarrolladas en el bosque deberían responder, por un lado, al estado de conservación a nivel poblacional e individual, las tasas de crecimiento y la bioforma de la especie en cada población intervenida y, por el otro, a las demandas, necesidades y objetivos de manejo que tengan los pobladores locales. En las zonas áridas argentinas, la presión de uso sobre los recursos del bosque ha sido excesiva y aplicada sin un ordenamiento forestal (Karlin y Díaz, 1984).

La descripción estructural del bosque y el estado de conservación conforman la base de cualquier proyecto de manejo. En el Monte, los cambios estructurales a lo largo del gradiente latitudinal descriptos en el apartado 8.1.2, sumado a la condición particular de cada rodal, determinan límites para el aprovechamiento productivo del bosque. Estos cambios incluyen no solo diferencias en la forma, densidad y tamaño, sino también en crecimiento y productividad forestal, variando entre 1,3 m³ ha⁻¹año⁻¹ en Pipanaco, 0,2 m³ ha⁻¹año⁻¹ en Telteca y 0,1 m³ ha⁻¹año⁻¹ en Ñacuñán. Estos datos indican que el bajo crecimiento leñoso, sumado al hábito de crecimiento decumbente y la multifustalidad, restringen el uso forestal de los bosques del sur, mientras los del norte tienen posibilidad de manejo forestal maderero (Villagra *et. al.*, 2005a). Por otro lado, en el apartado 8.2, se analizó que la utilización histórica de madera, en muchos sitios, se hizo a tasas de extracción más altas que las tasas de recuperación, generando situaciones de degradación que limitan aún más las posibilidades de aprovechamiento.

En la tabla 2 se sintetizan las prácticas silvícolas identificadas, las principales especies forestales existentes en cada bosque, los productos forestales madereros y no madereros que se obtienen actualmente de los algarrobales del Monte. Se observa que la variedad de productos y formas de utilización del bosque responde tanto a las diferencias estructurales de los bosques como a decisiones socioculturales de cada región.

Tabla 2. Tipos de uso actual, especies forestales y prácticas silvícolas aplicadas y en evaluación en las distintas unidades boscosas del Monte.

Unidades boscosas	Prácticas silvícolas ¹	Especies forestales ²	Productos forestales ³	Uso pastoril ⁴	Otros usos ⁵	Referencias
Valles Calchaquíes	S?	P. flexuosa, P. chilensis P. alba P. nigra P.ferox	P, R, L, M	V, C	T	(Calzon <i>et. al.</i> , 2008)
Belén	-----	P. flexuosa	P, R, L, M	C, V, M		(Rojas, 2013b)
Pipanaco	S, OTBN	P. flexuosa B. retama	P, R, L, M, C	V, M		(Villagra <i>et. al.</i> , 2005a)
Fiambalá	S, OTBN	P. flexuosa	P, R, L, M	C, M	T	(Alvarez <i>et. al.</i> , 2016)
Tinogasta	-----	P. chilensis	s/d			(Rojas, 2013b)
Vinchina	r	P. flexuosa	P, R, L	C, V, M		(Alvarez <i>et. al.</i> , 2016)
Villa Unión	r*, S, sm	P. flexuosa	P, R, L, M	C, V, M	T	(Alvarez <i>et. al.</i> , 2016)
Chilecito	-----	P. flexuosa, P. chilensis	P, R, L, M	C, V,		(Rojas, 2013b)
Jáchal-Huaco (La Ciénaga)	AP	P. flexuosa P. chilensis	s/d	V, M, C	T	(Gil., 2013)
Jáchal-Huaco (Monte Grande)	OTBN	P. chilensis P. flexuosa	L	C, M		(Gil., 2013)
Bermejo	S, sm	B. retama P. flexuosa P. chilensis	P, R, L	C	T, H	(Agüero <i>et. al.</i> , 2018)
Telteca	S, sm, r*, OTBN	P. flexuosa B. retama	P, L	C, V, M	T, J, H	(Alvarez, 2008; Alvarez <i>et. al.</i> , 2011b)
La Paz	S, pd, OTBN	P. flexuosa P. caldenia	P, R, L	V		(del Olmo, 2010)
Ñacuñán	S, OTBN, LP, r*	P. flexuosa B. retama	P, L	V	H	(Villagra y Villalba, 2001); (Villagra <i>et. al.</i> , 2005a)
San Rafael, General Alvear	S, OTBN, LP, r	P. flexuosa	L	V	A	(Cesca <i>et. al.</i> , 2014)

¹ S: prácticas silvícolas (poda de formación, raleo), OTBN: existencia de planes de manejo o conservación en el marco del ordenamiento territorial de bosques nativos de la provincia, LP: limpieza de picadas corta fuego, pd: planes dasocráticos, sm: sin manejo, r: manejo del rebrote, r*: estudios de manejo de rebrote en áreas experimentales, AP: área protegida.

² Especies forestales en orden de importancia por abundancia.

³ Productos forestales: P: postes, R: rodrigones/esquineros, L: leña, M: madera de aserrío, C: carbón, s/d: sin datos.

⁴ Tipo de ganado: vacuno (V), caprino (C) y mular (M).

⁵ Otros usos: T: turismo, H: producción harina de algarroba, J: cosecha de junquillo, A: uso apícola del bosque

Algarrobales del norte del Monte (al norte de 30 °S)

Los atributos estructurales y funcionales de los algarrobales de Catamarca, La Rioja y Valles Calchaquíes hacen que sea posible planificar actividades de uso forestal maderero. En general, el uso fue de carácter meramente extractivo en la que podemos mencionar la cosecha de madera en forma de vigas y rollizos para madera. Aquí se citan la instalación en varios bosques de algarrobo de aserraderos para la producción de parquet y tablas para la construcción de muebles. En muchos de estos casos, esta industria fue abandonada por la falta de materia prima necesaria para elaborar los productos, quedando rezagada a productos obtenidos de árboles de menor tamaño y baja calidad, representada por pequeñas carpinterías que elaboran muebles rústicos de algarrobo. En la actualidad, la mayor cantidad de madera extraída se destina a leña (tabla 2). En algunos sitios se mantiene la producción de carbón por técnicas tradicionales (fig. 7), mientras que la actividad ganadera bajo bosque trasciende todas las localidades, variando el tipo ganado y la cantidad de animales según las diferentes regiones.

Un aspecto importante a considerar es que dentro de cada unidad boscosa existe variabilidad espacial que determina distinta disponibilidad y potencial forestal; por ejemplo, en Villa Unión la disponibilidad de madera es un orden de magnitud mayor en el bosque denso (BD) (40,7 m² ha⁻¹ de área basal) que en el bosque ralo (BR) (4,3 m² ha⁻¹). Podríamos decir que el BD de Villa Unión corresponde a los algarrobales más productivos de biomasa leñosa, en valores similares a otros bosques norteños, mientras que el BR es similar a los del Monte central y zona sur (Alvarez *et. al.*, 2016).

Desde el punto de vista de la disponibilidad de recursos forestales, los bosques del norte del Monte presentan una mayor cantidad de árboles maderables (>35 cm de diámetro basal). La cantidad de productos forestales registrados muestran una relativamente importante disponibilidad tanto en bosques densos como ralos (Alvarez *et. al.*, 2015). El manejo actual comprende la extracción de postes, que se produce extrayendo ramas de forma erecta que llegan a las dimensiones requeridas en los diferentes tipos. Las cinco medidas comerciales más comunes en el área son: viga o madera para aserrío (trozos mayores a 35 cm de diámetro medio y superiores a los 1,2 m de largo), rodrigón (entre 25 y 35 cm de diámetro medio y 2,5 m de largo), postes (entre 20 y 25 cm de diámetro medio y 2,5 m de largo), medio poste (entre 20 y 25 cm de diámetro medio y hasta 2 m de largo), parralero (hasta 20 cm diámetro medio y 2,5 m de largo). En Fiambalá se registró, entre todos estos tipos de productos, la existencia de 331 productos forestales.ha⁻¹ en el BD y 131 en el BR (Alvarez *et. al.*, 2015). Para Pipanaco, en el BD se encontraron 177 productos forestales.ha⁻¹ y 90 para el bosque semidenso (BSD). En Villa Unión, se registraron 458 productos forestales.ha⁻¹ en el BD y 163 en el BSD. En los bosques de Vinchina y de Fiambalá, los algarrobos adultos presentan signos de aprovechamiento en una alta proporción. Muchos de los árboles observados presentan tocones de tamaños similares a los postes de conducción de viñedo y numerosos rebrotes (fig. 7). En ese caso, los árboles son aprovechados mediante la extracción de estas ramas rectas cuando alcanzan un diámetro superior a los 11-12 cm (Alvarez *et. al.*, 2016).

En los muestreos realizados entre el año 2002 y la actualidad en distintos bosques del Monte, se registraron tocones y muñones con el objeto de estimar el tipo de uso que se le estaba dando al bosque. El diámetro de estos tocones y muñones representa el tipo de producto forestal extraído. Para Fiambalá, el número de tocones.ha⁻¹ fue en promedio de 54,8 (entre 0 - 155) para el BD y 35 (entre 0 - 125) para el BR. Este número de tocones representa entre el 8,9 y el 11,0 % de los árboles adultos, respectivamente, y el 15 % del área basal en el BD y el 9,3 % en el BR, existiendo sitios en ambos bosques donde no se observó presencia de tocones (Alvarez *et. al.*, 2015). En Pipanaco, los árboles aprovechados en su totalidad suman entre 8 a 3 árboles maderables.ha⁻¹ para el BD y BSD respectivamente. Los árboles muertos en pie representan hasta un 10 % del total de biomasa leñosa (entre 15,6 y 0,5 árboles.ha⁻¹) los que representan una oferta de leña importante (Cony *et. al.* datos no publicados). Para Villa Unión y Vinchina, la observación de cortes de ramas laterales en plantas vivas confirma la utilización de este tipo de recurso en el área (Alvarez *et. al.*, 2016) (Alvarez *et. al.*, 2016) (Alvarez *et. al.*, 2016) (Alvarez *et. al.*, 2016). En los bosques riojanos, la capacidad de rebrote luego de la poda del fuste principal permite la producción de muchos rebrotes, elevando la cantidad de productos forestales por hectárea, principalmente destinados a postes. Esta posibilidad productiva depende de la altura de poda, con una mayor producción en fustes cortados entre los 0,7 y 1 m, según el conocimiento empírico de los pobladores de la zona. Al analizar el crecimiento de árboles en Villa Unión-Vinchina mediante

estudios dendrocronológicos, se observó que los rebrotes tienen un incremento diamétrico anual de 9,27 mm en comparación con los 5,75 mm en árboles sin podar (Alvarez *et. al.*, 2016).

Con respecto al uso leñero de estos bosques, solo podemos inferir el uso de la biomasa sobrante de la extracción de otros productos (postes y madera para carbón). La leña seca es usada principalmente en cocción de alimentos y calefacción y se comercializa a mediana escala en la región (Rojas, 2013b). En una evaluación de uso forestal del bosque de Pipanaco, se determinó que más de un 50 % de la madera en pie del bosque corresponde a leña (Cony *et. al.*, 2004).

En el bosque de Pipanaco, para obtener el carbón de leña, la troza de los árboles se coloca en pozos o trincheras que luego son tapados para permitir la combustión incompleta de la madera (fig. 7). En Fiambalá, Chilecito y Villa Unión existen registros de hornos de ladrillos donde se produjo históricamente carbón de leña (tabla 2). La extracción de madera seca para su comercialización como leña o para su transformación en carbón, resulta una alternativa atractiva para los pobladores locales; sin embargo, deben evaluarse los efectos de esta práctica sobre la reproducción de *Prosopis* ya que la madera muerta es hábitat de muchas especies de insectos polinizadores de *Prosopis*, como las abejas del género *Megachile*, entre otros insectos.



Fig.8.7. Imágenes de los tipos de uso de los recursos madereros en los bosques del Monte: a) Rebrotos sobre algarrobo usado para madera (Guandacol, La Rioja). (Foto: M. Karlin). b) Árbol varillero utilizado para la obtención de postes en Fiambalá. (Foto: P. Villagra). c) Transporte de postes y leña de retamo en el Valle de Antinaco (La Rioja). (Foto: R. Zapata). d) Acopio de postes en la zona de Ñacuñán (Foto: E. Barrio). e) Elaboración de carbón en pozo o trinchera (Salar del Pipanaco). (Foto: R. Zapata). f) Aserradero en Villa Castelli (La Rioja). (Foto: R. Zapata). g) Productores de carbón del Salar de Pipanaco. (Foto P. Villagra). h) Carpintería rural en el Valle del Bermejo, La Rioja. (Foto: R. Zapata).

Algarrobales del Monte central (al sur de los 30 °S)

Las condiciones biofísicas en el Monte central limitan el tamaño arbóreo, la bioforma y la tasa de crecimiento leñoso. En esta región solo es posible la extracción de productos de menor valor maderero (leña, postes) integrada a manejos donde la ganadería extensiva, y otros productos no madereros, sean la principal actividad. Uno de los destinos principales de la madera del bosque fue y, es aún hoy, el energético. Grandes volúmenes de madera fueron destinados para leña y carbón con escasas o nulas intervenciones de los organismos de control en los procesos de cosecha, transporte y comercialización. Se pueden encontrar actualmente actividades de cosecha de madera a través de vías de saca, muchas veces clandestinas, y sistemas de utilización y transformación que encubren un aprovechamiento inadecuado que siguen minando los relictos boscosos. Así, la corta de madera quemada en pie de árboles y rodales que son incendiados previamente exprefeso para facilitar su extracción y comercialización directa o transformado en carbón, actividad que se realiza en hornos trinchera. (Abraham y Prieto, 1999; Prieto *et al.*, 2003).

En San Juan, el Valle de Bermejo ha sido históricamente una fuente de recursos forestales madereros y no madereros para las comunidades locales y las áreas de cultivo agrícola bajo riego circundantes. Actualmente, el uso actual del bosque se encuentra vinculado a la cría de ganado caprino y la extracción de leña para uso doméstico. En inventarios realizados

actualmente, Agüero *et al.* (2018), observan que, al igual que en otras áreas, los algarrobales han sido aprovechados con un criterio extractivo, sin tener en cuenta la tasa de regeneración y ni los procesos socioterritoriales que han producido dichos desmontes (Alvarez *et al.*, 2006; Rojas, 2013b). Los inventarios realizados en la zona de Huaco-Jáchal, muestran una intensa actividad maderera (principalmente postes). En estos algarrobales de *P. flexuosa* y *P. chilensis*, más del 55 % de los árboles poseen más de 2 fustes (existen ejemplares con más de 10 fustes por planta), por lo que la extracción de postes de estos fustes comprende un potencial uso. Estos bosques se encuentran en áreas protegidas por la ley de OTBN (Gil, 2013).

En los bosques en galería y en los bosques semicerrados de La Paz (Mendoza), los árboles adultos de *P. flexuosa* ofrecen postes, rodrones y estacones en una cantidad de entre 62 y 128 ha⁻¹ de entre 5 - 20 cm de diámetro (algunos hasta 30 cm) y de 2 - 2,5 m de largo (del Olmo, 2010). En Ñacuñán, las existencias de productos forestales son menores a 4 postes. ha⁻¹ en promedio (Alvarez, datos no publicados). En Alvear-San Rafael, al sur de Mendoza, la existencia de postes en los árboles es de en promedio 3,61 postes.ha⁻¹ (Cesca, datos no publicados).

Para los algarrobales de Huaco-Jáchal, la existencia elevada de tocones en los algarrobales de *P. flexuosa*, evidencian uso reciente de madera en grandes cantidades para el algarrobal

próximo al pueblo de Huaco. Se encontraron casi 70 tocones.ha-1, más de la mitad de los cuales presentaron diámetro de postes, y para el algarrobal de Monte Grande más de 20 tocones.ha-1, en este caso correspondientes a madera para aserrío o producción de carbón (Gil, 2013). Los bosques de La Paz son los que registran mayor extracción en la provincia de Mendoza, 84 tocones.ha-1 en el BSD y menos de 50 tocones en el BA. Particularmente en plantas de forma decumbente en el BA se observaron hasta 89 tocones.ha-1 de diámetros menores a los 7,5 cm (uso leñero comercial y doméstico) (del Olmo, 2010). Para Telteca, la extracción actual reflejada en el BSD en 20 tocones.ha-1, mientras que en el BA son menos de 7 (Alvarez *et al.*, 2006). Más al sur, en Ñacuñán, los diferentes bosques (BSD y BA) se observó un promedio de 7,5 tocones.ha-1. En Alvear-San Rafael, son menos de 4 los tocones.ha-1, mientras que en los BA la presencia de tocones no fue registrada en ninguna planta (Cesca, 2013).

Otra de las posibilidades de uso en zonas de baja productividad de madera, es la extracción de leña seca, que permite complementar otras actividades productivas. En el Monte central y sur, los árboles de *P. flexuosa* presentan madera muerta a partir de los 20 cm de diámetro basal equivalente (Deq) (Alvarez, datos no publicados). En estudios realizados en el noreste de Mendoza, se registró que la disponibilidad de leña seca varió entre 4 y 8 t.ha-1 para un bosque abierto y uno, respectivamente (Alvarez *et al.*, 2011a).

El principal uso que los pobladores le dan a estos bosques es el ganadero. La ganadería caprina y, en menor medida, la vacuna, forma parte sustancial de su economía doméstica. La variabilidad espacial de la receptividad ganadera está determinada principalmente por las precipitaciones y el tipo de suelo. Así, en zonas donde la precipitación supera los 300 mm anuales, la receptividad ganadera es cercano a las 10 ha por equivalente

vacuna (EV), mientras que en las zonas más áridas puede llegar a las 60 ha.EV-1 (Guevara *et al.*, 1995). El efecto del consumo animal es variado en el ambiente boscoso, ya que la dieta del ganado vacuno se compone mayoritariamente de diferentes pastos y la caprina está compuesta por pastos y arbustos, dependiendo la época del año (Guevara *et al.*, 2009). La instalación y funcionamiento de puestos ganaderos genera gradientes ambientales producidos por la interacción de los efectos de distintos disturbios sobre las condiciones edáficas, la disponibilidad de leña seca y el reclutamiento y/o mortalidad de distintas especies (Meglioli *et al.*, 2014). Se han propuesto técnicas de manejo con rotación que pueden aumentar la productividad y sostenibilidad del bosque en las zonas menos áridas (Guevara *et al.* 2009). Mientras que, en las zonas más áridas, se ha focalizado en la importancia de los arbustos forrajeros y la protección de la cobertura arbórea para los sistemas caprinos (Allegretti *et al.*, 2005; Cesca *et al.*, 2012).

Con respecto a otros usos del bosque, los mismos quedan definidos por el tipo de manejo administrativo o prácticas culturales que se realizan en los algarrobales. En varios de ellos se practica turismo, ya que son áreas protegidas (Telteca, La Ciénaga). En Bermejo (San Juan) se realiza una experiencia comunitaria para la producción de harina de algarroba y productos panificados (Martínez de Escobar *et al.*, 2015; Moreno *et al.*, 2018), y que aprovecha la participación del turismo religioso asociado a la veneración de la Difunta Correa y San Expedito. La producción de harina de algarroba es incipiente en Ñacuñán (Fernández *et al.*, 2018). En zonas medanosas, la cosecha de junquillo comprende una actividad importante para la economía familiar (zona de Telteca) (Roig 1992). Actualmente, algunos productores ganaderos del sur de Mendoza utilizan sus campos para la producción melífera (observación personal).

Uso forestal del retamo en las zonas más áridas del Monte

La extracción de madera de retamo (*B. retama*) con destino de leña, postes y trabas de los viñedos y alambrados representa el uso más común de la especie en el Monte central. En cuanto al uso no maderero, la extracción de cera de retamo constituyó una actividad clave hacia fines de la década de los 80, existiendo diversas áreas en esta zona destinadas para tal fin (p. ej. en la zona de Bermejo, San Juan). Si bien las áreas del Monte central dominadas por *B. retama* son muy extensas, su explotación no es sencilla debido a dificultades de acceso, por lo que el impacto humano se concentra cerca de vías de comunicación o próximo a las viviendas.

Para conocer las características del uso forestal de *B. retama* durante los últimos 40 años, se comparó la densidad de tocones de la especie y la densidad de arbustos establecidos en su entorno, teniendo en cuenta la distribución diamétrica del fuste mayor, como predictor de su altura, en tres áreas con diferente nivel de protección: Reserva Telteca (Mendoza),

protección alta; Médanos de Guayamas (San Juan), protección media; Médanos Verdes (San Juan), protección baja. Se encontró una menor densidad de tocones en la Reserva Telteca, donde la densidad media de tocones fue menor a 10 ind.ha-1, mientras que en Médanos de Guayamas y Médanos Verdes se registraron cerca de 4010 ind.ha-1. Las densidades de *B. retama* fueron similares, variando entre 250 y 400 ind.ha-1. Por otro lado, se encontraron los mayores diámetros de tocones en el Telteca, mientras que el diámetro de los fustes de individuos vivos fue mayor en Médanos de Guayamas. En el área de la Reserva, donde la presencia de controles estrictos no permite la extracción de recursos forestales desde el exterior, la tala por la comunidad local es menos frecuente que en otros sitios, pero se concentra en individuos de diámetros mayores a 20 cm. Por el contrario, en los sitios menos protegidos, la selección de tamaños se concentra en diámetros menores a 20 cm, los que pueden ser más fácilmente transportados hacia vías de comunicación cercanas.

Uso de los bosques de chica

La especie se ha empleado ancestral y tradicionalmente por su madera pesada y de gran dureza (Gómez Sosa, 1994) de grano fino y vetado llamativo (Femenía y Giménez de Bolzón, 1991), para confeccionar artesanías diversas tales como mates, mangos de herramientas, piezas de instrumentos musicales y diversos utensilios, además, como combustible dado el alto poder calorífico y la durabilidad de sus brasas (Gómez Sosa, 1994). Se encuentran vestigios del uso de troncos y ramas para la construcción de cercos, morteros, viviendas y telares. Se han encontrado valores de densidad para la madera de 1,265 kg.dm-3 (Demaio *et al.*, 2002) y 1,00 kg.dm-3 (Zapata *et al.*, no publicado).

Sus semillas se utilizan para la alimentación humana (Skujin š, 1991) por ser comestibles y ricas en endosperma albuminoso. Antecedentes etnobotánicos indican que el consumo de las semillas tuvo un importante rol en la dieta de los aborígenes de la región durante los períodos preincaicos y prehispánicos (Spegazzini, 1924). Es común que los lugareños mencionen la práctica de colocar los frutos al rescoldo para cocinar las semillas, para posteriormente consumirlas en forma de grano tostado (Roig, 1987; Gómez Sosa, 1994; Demaio *et al.*, 2002), siendo esta una práctica tradicional que se está perdiendo. El valor alimenticio de las semillas de chica es alto debido al contenido de lípidos

(39,8 %), proteínas (26,7 %), hidratos de carbono (25,8 %) y energía (594 kcal.100 g⁻¹), conjuntamente con la presencia de minerales (como el

magnesio, potasio y zinc) y aminoácidos esenciales (Zapata, 2017).

8.3.2 Estrategias de uso de los recursos forestales madereros y no madereros del Monte

Particularmente en el Monte, los bosques nativos han mantenido valores excepcionales desde puntos de vistas ecológicos, económicos, culturales e históricos. Esto se debe a que estos bosques poseen una enorme diversidad de formas de vida, especies y paisajes, brindan múltiples bienes (madera, leña, combustible, forrajes, alimentos y medicinas) y servicios ambientales (la regulación hidrológica, ciclado de nutrientes, almacenamiento de carbono, polinización), y albergan a comunidades humanas desde tiempos prehispánicos (riqueza histórica y cultural) (Villagra et. al., 2010a; Karlin et. al.,

2017a). El aumento de la agricultura intensiva y la urbanización de pueblos y ciudades en el Monte, a expensas de superficies de bosques nativos, han reducido los beneficios que obtenemos de los bosques (Villagra et. al., 2013; Rojas et. al., 2014a). Un desafío actual, que opera a distintas escalas espaciales, es lograr sistemas acoplados hombre-naturaleza que sean productivos y sostenibles en el tiempo (Liu et. al., 2007). Esto requiere, necesariamente, conocer la oferta y demanda de servicios ecosistémicos de cada ambiente y las formas en que las actividades humanas afectan su disponibilidad.

Recursos forestales madereros

Las prácticas de manejo aplicadas a los bosques del Monte presentan distintas modalidades orientadas al aprovechamiento de los rodales. Podemos clasificar esas prácticas de manejo de acuerdo con los productos obtenidos: materiales para venta postes de diferentes tamaños, madera de aserrío, carbón, leña para calefacción y cocción de alimentos, madera seca para reemplazar infraestructura de corrales y galpones. En zonas áridas, el crecimiento leñoso anual es relativamente bajo (en promedio menos de la mitad que en otros biomas), siendo necesaria la aplicación de técnicas de manejo que mejoren la productividad o calidad de los productos obtenidos (Pasiiecznik et. al., 2001); por ejemplo, se observaron mejoras en la forma y hábito de crecimiento en plantas intervenidas (Alvarez et. al., 2016). En el Monte central, el estudio de los

efectos de aplicar diferentes prácticas silvícolas en Prosopis surgen en los últimos 20 años, pero componen un banco de pruebas de manejo adaptativo orientados a diferentes objetivos: producción de postes, mejoras en la forma, estimación de turnos de corta, producción y uso de la leña seca, ajuste de técnicas de implantación y producción de frutos, entre otros. Estas prácticas abarcan diferentes bosques (poblaciones nativas) e individuos implantados (en el secano, oasis y la interfaz entre estas regiones), diferentes tipos de uso (campos ganaderos, áreas protegidas, zonas periurbanas) y permiten la participación de diferentes actores sociales (propietarios de campos, agentes de conservación, pobladores, tomadores de decisión, integrantes de centros de investigación y comunidad educativa).

La producción de postes (de diferentes tamaños) y la extracción de leña conforman los tipos de productos madereros que representan la mayor cantidad de biomasa leñosa que se utiliza en

el Monte. Como ya se indicó anteriormente (apartado 8.3.1), los diferentes tipos de productos madereros presentan diferente valor económico de acuerdo a las medidas comerciales.

Ganadería en el bosque

La producción ganadera es actualmente la principal fuente de ingresos de los productores rurales del Monte. Podemos diferenciar dos tipos de sistemas ganaderos. En las zonas más áridas, con precipitaciones menores a los 350 mm anuales, existe una ganadería extensiva, principalmente caprina. En ella, la actividad ganadera constituye el modo de vida del productor, que vive en el campo y aporta toda o gran parte de la mano de obra. Los factores externos influyen de manera restrictiva en el desarrollo de su actividad (fig. 8). Este sistema redundante en una economía de subsistencia donde existe poca inversión en infraestructura. Por el contrario, en zonas con más precipitaciones, se realiza una ganadería extensiva principalmente bovina, orientada a una economía de mercado, en la que el productor maneja la explotación a través de asalariados, no vive en el campo y es una más de sus actividades económicas. Este tipo de ganadería está en expansión en la zona central y sur de Mendoza y en La Pampa producto del desplazamiento de la ganadería por la agricultura en ambientes más productivos. En los dos sistemas el pastoreo continuo es la forma de manejo más común (Guevara et. al., 2009).

Las cabras tienen capacidad de cambiar su dieta según la época del año, disponibilidad de forrajes y en algunas ocasiones según sus necesidades nutricionales. Según Allegretti (2007), el ramoneo de arbustivas constituye en el Monte una proporción de la dieta de los caprinos superior al 85 %. Estos valores indican la importancia que tiene el estrato arbustivo y las tierras forestales como fuente forrajera de las majadas. Es conveniente efectuar un adecuado manejo del hato caprino a fin de evitar sobreutilización de los recursos forrajeros en el tiempo y el espacio. Es común suplementar con alimento extra como vainas de algarrobo, frutos de chañar, entre otros, almacenados y acondicionados desde su cosecha hasta su suministro, durante la época de bache forrajero. También es conveniente aplicar un sistema de rotación de pastoreo (utilizando boyero eléctrico, tradicional, ramas espinosas, cercos vivos), regulando la carga animal y dejando descansar potreros ramoneados, asegurando asimismo la regeneración natural de renovales de especies forestales. En lo posible debe regularse el servicio, tratando de concentrar las pariciones en épocas de buen forraje, de manera que tanto las madres como las crías puedan disponer de una buena alimentación.



Fig. 8.8. Puesto ganadero destinado a la producción caprina en la Reserva Telteca (Mendoza). (Foto: P. Villagra)

La producción vacuna es una actividad realizada en forma extensiva, generalmente por medianos y grandes productores. Es especialmente importante en el Monte meridional, en el sureste de Mendoza, con receptividades ganaderas variables entre 12 a 20 ha.EV-1 (Guevara et. al., 1995; Karlin y Coirini, 2012). El potencial de la zona puede mejorarse con sistemas de rotación de pastoreo con apotramiento y tiempos de descanso, pudiendo llevarse a 6-8 ha.EV-1, permitiendo también una mejor regeneración de

los renovales de algarrobo (*P. flexuosa*) (Guevara et. al., 2009; Karlin y Coirini, 2012). El ajuste de las cargas ganaderas a la receptividad permitiría una buena acumulación de reservas y rebrote asegurado de las especies herbáceas y leñosas consumidas. Se debe apuntar a mejorar la asociación cooperativa de los productores como uno de los factores más críticos en la sostenibilidad de estos sistemas ganaderos (Otta et. al., 2016).

Las gramíneas en los bosques nativos del Monte

En el Monte central, las gramíneas componen el estrato herbáceo de comunidades dominadas por árboles o arbustos (Villagra et. al., 2011). Las especies de mayor importancia, tanto en abundancia como por su valor forrajero son: *Pappophorum caespitosum*, *P. philippianum*, *Setaria leucopila*, *S. mendocina*, *Leptochloa crinita*, *Digitaria californica*, *Chloris castilloniana*, *Disakisperma dubium*, *Scleropogon brevifolius*, *Panicum urvilleanum* y *Aristida mendocina* (Cavagnaro et. al., 1983; Passera y Borsetto,

1983; Guevara et. al., 1996; Gonnet et. al., 2003). Estas especies son gramíneas perennes que presentan una estrategia de crecimiento oportunista, ya que el crecimiento se produce cuando coinciden condiciones favorables de temperatura (> 10 °C) y disponibilidad de agua en el suelo. Debido a ello, dentro de una estación de crecimiento (primavera-verano), se pueden producir varios pulsos de crecimiento separados por periodos de reposo vegetativo (Villagra et. al., 2011).

Previamente, se discutió la importancia en el balance entre las interacciones de facilitación y competencia para el ciclo vital de las gramíneas en el bosque. En este sentido, en la zona más árida del Monte, los bosques ofrecen condiciones ambientales y microambientales fundamentales para la germinación, establecimiento y supervivencia de las gramíneas. Por ejemplo, en *Leptochloa crinita* y *Pappophorum caespitosum*, una vez que la germinación es desencadenada por eventos de precipitación mayores a 35 mm (Greco et. al., 2013), la sombra de *P. flexuosa* favorece la emergencia de las plántulas y permite que sobrevivan en mejores condiciones hídricas durante los períodos de sequía. Sin embargo, cuando los eventos de precipitación son frecuentes, la sombra del algarrobo perjudica la supervivencia de las plántulas (Sartor, 2015). Por esto, las gramíneas se encuentran debajo de los algarrobos en los sitios más áridos del Monte, mientras que, en los sitios menos secos se encuentran en la periferia de los algarrobos (Rossi y Villagra, 2003; Cesca et. al., 2012).

En los ambientes áridos, hay una alta dependencia del ganado a las fuentes de agua, por lo que la presión de uso disminuye con la distancia al punto de provisión de agua (aguada) (Gonnet et. al., 2003; Cesca et. al., 2012; Meglioli et. al., 2014). Distintos mecanismos pueden influir en los patrones de área basal y densidad de gramíneas perennes a lo largo de este gradiente, mostrando que las relaciones entre establecimiento, supervivencia y crecimiento pueden

Fauna silvestre

La caza de animales silvestres y la recolección de productos derivados de estos constituyen actividades que los pobladores locales realizan en forma complementaria a la cría doméstica de animales. El recurso obtenido es aprovechado principalmente como alimento, pudiendo tener

variar con el incremento del pastoreo, con los distintos grupos de selectividad de las gramíneas (preferidos, de preferencia secundaria, deseables o indeseables). En los ambientes medanosos del noreste de Mendoza, la densidad de gramíneas (*P. caespitosum*, *L. crinita*, *A. mendocina* y *P. urvilleanum*) varía tanto en función de la unidad de paisaje (medanos o valles intermedanos) como en sitios con diferentes presiones de uso (Vega Riveros, 2017). Por ello, el hábitat del animal que pastorea se encuentra estructurado por la interacción entre disponibilidad de recursos y las restricciones del ambiente en cuanto a su uso (Adler et. al., 2001).

En función de estos gradientes, el ganado debe recorrer grandes distancias en busca de alimento y esto depende de la estación del año. En la época seca, los animales recorren hasta 7200 m hacia las comunidades vegetales de mayor cobertura, mientras que, en la época de lluvias, los animales recorren hasta los 3600 m, prefiriendo comunidades de mayor cobertura o aquellas de menor cobertura pero con una mayor oferta de gramíneas estivales (Fucili et. al., 2013). Si bien los arbustos son los ítems de mayor consumo para las cabras todo el año (Allegretti et. al., 2007), durante el verano las gramíneas incrementan su disponibilidad, particularmente *P. urvilleanum*; esto podría reflejar la plasticidad en el comportamiento de forrajeo de las cabras en respuesta a los cambios en las condiciones de forraje (Egea et. al., 2014).

otros usos según la especie que se trate, como ser la obtención de grasa, cuero, plumas y ocasionalmente la venta del animal. El reconocimiento de las áreas y épocas de caza, y su destino para autoconsumo y venta esporádica, hacen que se pueda pensar esta actividad como sostenible,

aunque es necesario conocer la dinámica poblacional de cada especie para poder planificar su uso. Según la IUCN (2016), el uso sostenible implica utilización de la especie sin reducir el uso potencial futuro, ni comprometer la viabilidad del ecosistema, promoviendo revertir los procesos y causas que la afectan de manera negativa.

La productividad es variable en función a la dinámica de cada especie, a los diferentes tipos de ambiente y a las condiciones que regulan las fuentes de alimento y bebida. Especies como el suri (*Rhea americana*) presentan un alto potencial económico, aunque su aprovechamiento debe estar acorde a las políticas de conservación de dichas especies.

Apicultura

Los bosques y tierras forestales de la ecorregión del Monte poseen una gran potencialidad en términos de la actividad apícola. Ofrecen gran número de especies vegetales con buena cantidad de polen y néctar para abejas domésticas y silvestres, con los cuales estas producen miel, cera y propóleos. Estos productos son de alto valor alimenticio y/o medicinal y presentan interesantes posibilidades de comercialización. Las condiciones ambientales de esta región permitirían también la obtención de material vivo, como núcleos y reinas, actividad de gran potencialidad económica. Es una excelente alternativa productiva que puede funcionar bien como actividad complementaria en sistemas productivos.

Frutos del Monte y sus derivados

Los frutos del Monte han sido utilizados históricamente por pobladores locales como medio de diversificación de la dieta, insumo para la

A pesar de ser una actividad probada con la abeja europea, la actividad es incipiente y requiere capacitar a los productores y garantizar que los productos sean consumidos localmente o comercializados, buscando mercados externos a la región y vías de comercialización. En el Monte la producción de miel de *Apis mellífera* puede oscilar entre 15 y 30 kg.año⁻¹ por colmena.

La instalación del apiario bajo árboles es fundamental para reducir las temperaturas y el consumo de agua. Otras ventajas de la apicultura integrada al bosque son las características organolépticas diferenciales de las mieles y propóleos producidos en estos. En áreas salinas, la gran biodiversidad y la distribución de la floración escalonada a lo largo de varios meses (Karlin et. al., 2010) y la gran oferta de especies podría ser una ventaja para la producción, obteniendo a lo largo de la etapa de producción mieles monoflorales con características diferenciales.

Un capítulo aparte merece la producción apícola con abejas silvestres. Son escasas las experiencias con estas especies en Monte, sin embargo, es posible incorporar técnicas de otras regiones como la chaqueña y aprovechar saberes populares locales. Si bien la producción de miel silvestre no genera grandes volúmenes, es posible, mediante adecuados canales de comercialización, obtener precios diferenciales que permitan ingresos convenientes.

suplementación de ganado o para la elaboración de subproductos artesanales. Posiblemente, el fruto más usado sea la algarroba, de donde se

obtiene harina de alto valor nutritivo, que se utiliza para la elaboración de patay, y como agregado en preparaciones como alfajores, bizcochuelos, etc. Además, se obtienen bebidas alcohólicas (aloja) y no alcohólica (añapa), y se producen arropes (Meglioli et. al., 2008; Moreno et. al. 2018).

Por otro lado, la algarroba es usada como forraje, y es de especial importancia como complemento durante el invierno (Martínez de Escobar et. al., 2015). Los frutos de algarroba permiten terminar con dos semanas de anticipación los cabritos producidos, con raciones diarias de 200 g.cabra-1. día-1 También aumenta el rendimiento de las cabras y la producción de leche.

Es necesario planificar la recolección y conservación de estos frutos con el fin de mantener los valores organolépticos adecuados (azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas). Dependiendo de las características del fruto, estos podrán conservarse más o menos tiempo sin perder sus propiedades nutricionales. Para la algarroba, una técnica de almacenamiento consiste en proteger los frutos con plantas insectífugas como ancoche (*Vallesia glabra*), atamisqui (*Atamisquea emarginata*) u otras plantas específicas para evitar la aparición de brúquidos (Silva et. al., 2000). La producción de algarroba es muy variable año a año. En años productivos se obtienen alrededor de 100 kg.ha⁻¹, aunque con manejo es posible obtener en bosques con 100 árboles adultos ha⁻¹ cuatro veces dicha producción (Dalmaso, 1993).



Fig. 8.9. Almacenamiento de la algarroba en troja en el Salar de Pipanaco. (Foto: R. Zapata).

Además de la algarroba, las semillas de la chica se utilizan para alimentación humana, cocinándola al rescoldo o por hervor. El fruto del chañar y las tunas se utilizan para elaborar el arrope, que es el producto obtenido mediante la deshidratación parcial del mosto a fuego directo, hasta

Artesanías

Las tierras forestales del Monte ofrecen innumerable cantidad de materias primas naturales que pueden ser transformadas en productos artesanales por la población local.

Un insumo subvalorado en la región son los cueros de animales silvestres y domésticos. Estos pueden venderse crudos o pueden curtirse y procesarse en forma de artesanías. Los cueros de cabra son delgados y fáciles de trabajar pudiéndose confeccionar productos finos como guantes o bolsos, mientras que el ganado vacuno, más grueso pero más resistente, es empleado para artesanías o elementos de manejo productivo local. Son muy apreciados los cueros de animales silvestres, los cuales son curtidos manteniendo el pelo original. Debido a que son procesos a veces costosos y que requieren mucha dedicación, dichos productos prácticamente se venden en su totalidad fuera de la región o por pedido especial logrando un

Usos medicinales del bosque

En el Monte, las plantas con usos medicinales cobran importancia y son particularmente valoradas en áreas rurales donde la atención primaria de la salud es limitada, sobre todo teniendo en cuenta el acceso restringido a los centros de salud (Montani et. al., 2009). Diversos aspectos ecológicos y culturales están fuertemente relacionados con la selección y uso de las plantas medicinales por las comunidades

llegar a la caramelización de sus azúcares, adquiriendo una consistencia de jarabe. Es una buena forma de conservar estos productos y de darles valor agregado para la venta como producto regional.

alto valor agregado. Las regulaciones de uso limitan la utilización comercial de productos proveniente de la fauna nativa.

En la región, el junquillo (*Sporobolus rigens*) tiene un gran potencial como materia prima para la elaboración de artesanías a partir de su fibra. Las comunidades huarpes la utilizan para confeccionar escobas, canastas, cestos y vasos (Ruiz Leal, 1972). Es necesario realizar una extracción racional de este recurso ya que esta es una especie psamófila que presenta cualidades de protección de dunas frente a la erosión. También es forrajera.

Respecto a ceras y resinas obtenidas a partir de especies vegetales nativas, son productos comúnmente aprovechados por comunidades locales. El retamo y la jarilla son dos especies de alto potencial para la extracción de estos productos.

rurales (de Almeida et. al., 2005). Así, por ejemplo, la preparación de remedios caseros a partir del uso de plantas implica el reconocimiento de los diferentes ambientes en donde éstas se desarrollan, las técnicas de recolección, cosecha, almacenamiento, preparación y aplicación (Montani et. al., 2010). Según los pobladores de la comunidad de Balde del Rosario (San Juan), una vez que las plantas están bien secas pueden

ser conservadas todo un año y se las guarda en envases (de papel, vidrio o plástico) en los “botiquines familiares” (Gaviorno, 2005).

En las tareas para la preparación de los remedios existen diferencias en el rol que cumplen hombres y mujeres. Las mujeres suelen ser las principales conocedoras de los remedios naturales ya que suelen ser ellas quienes administran el recurso en el ámbito doméstico, se encargan del secado, conservación de las plantas, preparación de los remedios y los tratamientos (Gaviorno, 2005; Montani, 2012). Los hombres comúnmente realizan actividades relacionadas con el reconocimiento, ubicación y recolección de las especies vegetales en el campo (Gaviorno, 2005; Montani, 2012).

En las preparaciones de remedios caseros, las familias botánicas más utilizadas con fines medicinales, coinciden con aquellas que dominan la región del Monte como son las Fabaceae, Asteraceae, Zygophyllaceae y Anacardaceae (Ladio y Lozada, 2009). En tanto que, las especies nativas son las que presentan mayor diversidad de usos en relación a las exóticas (Gaviorno, 2005; Montani, 2012), posiblemente debido a un mayor conocimiento previo o a una mayor disponibilidad o fácil acceso, producto de la abundancia de las nativas en cada zona (Muiño, 2011).

Varios autores dan cuenta de las propiedades medicinales que brindan los árboles y arbustos del bosque nativo (Ruiz Leal, 1972; Del Vitto *et al.*, 1997; Idoyaga Molina, 1999a, 1999b; Roig, 2001; Demaio *et al.*, 2002; Gaviorno, 2005; Karlin *et al.*, 2005, 2006, 2017a; Ladio y Lozada, 2009; Montani *et al.*, 2010; Muiño, 2011; Montani,

2012; Arroyo, 2014; Besio *et al.*, 2017). Entre los usos que estos autores mencionan podemos destacar el uso del chañar (*G. decorticans*), cuyo arropo se utiliza para curar la tos convulsa, el catarro bronquial y el asma; la decocción de su corteza y hojas como emoliente y antiasmático; y su infusión, junto con flores de vira-vira (*Achyrocline tomentosa*) y atamisqui (*A. emarginata*), es utilizada para calmar los síntomas de la gripe y resfríos. El arropo de algarrobo dulce (*P. flexuosa*) es utilizado como antitusivo; además, el jugo obtenido luego de machacar sus hojas puede calmar la conjuntivitis; y las semillas molidas suelen usarse como astringente. Entre los efectos curativos del algarrobo blanco (*P. chilensis*) se mencionan sus usos como astringente, antianginoso, cicatrizante, estomático, desinflamante, odontálgico y diurético. También el retamo (*B. retama*) es utilizada en medicina popular. Entre sus propiedades se mencionan la mejora de la circulación sanguínea, combatir resfríos, como diurético y para sanar heridas en los animales. Las relaciones entre los pueblos y su ambiente nos ofrecen una forma de abordar la salud desde una perspectiva integral.

Este conocimiento tradicional da identidad a los pueblos, que transmiten a través de las generaciones los relatos y las prácticas culturales sobre el uso y manejo de los recursos del entorno natural. Comúnmente, no existe documentación escrita que dé cuenta de estos saberes culturales. Por lo que, aquellos trabajos y acciones que registren los conocimientos y usos medicinales, actuales e históricos, de las plantas son de importancia para evitar la erosión cultural que afectan a los pueblos (Karlin *et al.*, 2006; Montani *et al.*, 2010; Arenas *et al.*, 2012).

Otros servicios ecosistémicos

Carbono

Los *stocks* de carbono de biomasa aérea en bosques son muy bajos (promedio de 11 t.ha⁻¹ en bosque abierto y unas 22 t.ha⁻¹ en bosque cerrado). Debido a las bajas precipitaciones y a los suelos con baja fertilidad, la productividad de los bosques es baja (variable según área geográfica y tipo de bosque, oscila entre 0,1 y 1,5 m³ ha⁻¹ año⁻¹). Por el bajo *stock* de carbono y la baja presión de extracción, el mecanismo de REDD (Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación de los Bosques) no puede aportar un impacto significativo a la economía de la zona. En la actualidad no existen proyectos de mecanismos de desarrollo limpio que se enfoquen en la fijación de carbono en el suelo, madera muerta o carbono de otros estratos de vegetación; aunque se está comenzando a evaluar para el Monte estos reservorios

Uso recreativo y turístico

El uso recreativo y turístico de estas regiones permite la aproximación de usuarios no frecuentes del bosque. El turismo religioso, las visitas a áreas protegidas y el turismo gastronómico conforman una actividad económica creciente. Es importante considerar estas visitas, cada vez más frecuentes, para que se administren de manera apropiada, regulando

de carbono a fin de cuantificar sus aportes y poder desarrollar nuevos mecanismos que los incluyan.

La protección de bosques, la reducción en la tasa de cambio del uso del suelo, la reducción de erosión, el manejo de residuos orgánicos y el manejo de pasturas pueden contribuir a la conservación del carbono en suelos de sistemas boscosos, reduciendo considerablemente las emisiones de gases de invernadero. Los suelos de los bosques de *Prosopis* pueden contener niveles de carbono superficial de 2-3 % de materia orgánica, contra contenidos por debajo de 2 % en matorrales de *Larrea* y menores a 1 % en interparches (Abril *et al.*, 2009). Esto implicaría contenidos de entre 27 y 40 tC.ha⁻¹ en bosques, menos de 27 tC.ha⁻¹ en jarillales y menos de 12 tC.ha⁻¹ en interparches.

los sitios que pueden ser visitados dentro del bosque (Mbaiwa, 2003). En muchos casos el turismo coincide con sitios que se encuentran degradados, por lo que las nuevas tendencias de conservación y uso turístico deben permitir y estimular la recuperación ambiental y la mejora del estado sanitario de estos bosques.

8.4 Propuesta de una nueva silvicultura y de nuevos paradigmas de manejo

8.4.1 Consideraciones para el ordenamiento territorial de los bosques

Para lograr una planificación eficiente del manejo de los bosques del Monte es necesario entender que la distribución y estructura actual de los bosques es el resultado no solo de las condiciones ambientales, sino también de factores históricos de disturbios y uso que puedan restringir su distribución, y de su capacidad de regeneración. En este sentido, es importante distinguir el área de distribución potencial, aquella que presenta condiciones ambientales que satisfagan los requerimientos de una especie o de una comunidad vegetal; el área de distribución histórica, aquella donde se sabe que hubo bosques en tiempos históricos; y el área de distribución actual del bosque. La comprensión de los determinantes ambientales e históricos que llevaron a la distribución actual tiene fuertes implicancias desde el punto de vista del manejo y conservación de los bosques ya que permite discriminar zonas de distintos potenciales productivos, zonas potenciales de reforestación y zonas sin vocación forestal, donde no se existen condiciones para que haya bosques. A tales fines, es pertinente indicar algunos tipos o modalidades de áreas forestales que pueden ser tomadas como referencia al proponer y aplicar técnicas y principios silviculturales. Se debe tener en cuenta que en el territorio se encuentran numerosas situaciones intermedias y variables de las condiciones que se describen.

Bosques conservados: son bosques que tienen individuos en todo el rango distintas clases diamétricas, con buen estado sanitario, sin signos de cortas inadecuadas, una cobertura arbórea mayor al 30 % para el monte septentrional y del 20 % para el meridional. Con



Fig. 8.9: bosque conservado, con baja intensidad de aprovechamiento (Vinchina, La Rioja) .(Foto: M. Karlin).

presencia de regeneración natural o, en caso de no poseerla, por la alta cobertura de copas o la presencia de ganado, debe contar con potencialidad de ocurrencia: árboles que fructifiquen, banco de semillas o indicios de regeneración agámica, según las estrategias de las especies involucradas. Por lo general se encuentran otros estratos presentes como el arbustivo, el herbáceo (condicionado por la cobertura leñosa), o presencia de mantillo y madera muerta. El buen estado de conservación de estos bosques puede responder a una baja intensidad de uso histórico y/o a una alta capacidad de recuperación natural

producto de relativamente elevadas tasas de crecimiento. Estas áreas podrían ser consideradas para un uso forestal, especialmente las de altas tasas de crecimiento en el Monte septentrional (fig. 9).

Bosques degradados: son bosques con marcados signos de extracción forestal que se manifiestan con la presencia de tocones muertos de individuos de grandes dimensiones,

tocones rebrotados con signos de sucesivos cortes de aprovechamiento, algunos individuos adultos con sus ramas principales cortadas, lo cual determina una mala formación forestal, ramas muertas y decrepitud anticipada. El estrato arbustivo está presente, pero se aprecian signos de erosión hídrica y eólica como arbustos en pedestal y acumulación de arena en sus coronas. El estrato herbáceo suele ser escaso y asociado con plantas protectoras. El suelo,



Fig. 8.11: bosque fuertemente degradado, con alta proporción de suelo desnudo (sur de Guandacol, La Rioja). (Foto: M. Karlin).

en gran proporción desnudo, presenta signos de compactación, líneas de escurrimientos y surcos. En estas áreas deberían considerarse acciones de recuperación, enriquecimiento y manejo forestal de menor escala al menos durante el período de recuperación (fig. 10).

Bosques fuertemente degradados (incluye áreas donde el bosque ha desaparecido): la característica clave de estos ecosistemas es que, producto del uso, en ellos se han superado

los umbrales de disturbios, afectando procesos funcionales claves, lo que ha llevado a la pérdida de la capacidad de recuperación del sistema. Por este motivo, el ecosistema se mantiene en un nuevo estado estable que es menos productivo que el esperado para la zona (Solé, 2007). En ellos se observa la presencia de árboles aislados con escasa cobertura arbórea <10 %, por lo general añosos, malformados por sucesivos cortes de sus ramas. Se encuentran numerosos tocones muertos de distintos diámetros,



Fig. 8.10: bosque degradado de rehache (Salar de Pipanaco). (Foto: M. Karlin).

restos de madera en degradación y ausencia de regeneración natural. El estrato arbustivo posee baja cobertura <20 % y gran cantidad de arbustos muertos en pie. No hay prácticamente cobertura del suelo y se observan signos de procesos erosivos graves de carácter hídrico y eólico, surcos, cárcavas y médanos. Los escasos arbustos se encuentran en pedestal y con raíces expuestas. El estrato herbáceo está ausente. En algunos casos, directamente no se observa presencia de árboles y la comunidad ha sido transformada en otra de estructura mucho más simple. En estos bosques es necesario comenzar con tareas de restauración ecológica con el objeto de recuperar la capacidad productiva (fig. 11).

8.4.2 Producción de madera de calidad en bosques conservados y de alta productividad

La productividad de los árboles que crecen en el Monte es variable según la región y condición del bosque. En bosques conservados o con degradación incipiente y con tasas de crecimiento relativamente alta, como los algarrobales norteños, es posible obtener productos maderables de calidad mediante la aplicación de prácticas de selección de árboles de futura cosecha, raleos, podas y manejo de rebrote como método de regeneración de la masa forestal. Si bien la producción de madera para aserrío representa hoy menos del 1 % del total de madera extraída y solo puede realizarse en algunos bosques del Monte, es posible aumentar la proporción de productos maderables implementando prácticas de manejo en los bosques donde la productividad sea suficientemente alta.

La productividad maderera depende de la disponibilidad de agua, el tipo de suelo y las condiciones térmicas; por ejemplo, en Pipanaco o Cafayate, la productividad

Tierras sin vocación forestal: los bosques del Monte se dan generalmente en zonas donde hay una mayor disponibilidad de agua dentro de una matriz de matorrales arbustivos, por lo tanto, existen grandes áreas que corresponden a estos matorrales que se encuentran fuera del área de distribución potencial de los bosques y que no deberían considerarse para un uso forestal.

De esta forma, se propone un ordenamiento territorial que considere, por un lado, la heterogeneidad espacial del potencial productivo del bosque, y el estado de conservación de ese potencial productivo y las necesidades de restauración de cada unidad boscosa; y, por otro lado, que considere el contexto legal, social y cultural.

maderable de los algarrobos, bajo influencia del agua freática, es de alrededor de 1,2 m³ ha⁻¹ año⁻¹, mientras que la productividad en Telteca o Ñacuñán oscila entre los 0,1 a 0,2 m³ ha⁻¹ año⁻¹ (Villagra *et. al.*, 2005a; Alvarez *et. al.*, 2006, 2011b). Las bajas tasas de crecimiento leñoso observado en el Monte central, sumado al hábito de crecimiento decumbente y la presencia de individuos con muchos fustes, restringen el uso forestal para madera de estos bosques (Alvarez y Villagra, 2009).

Un rodal con implementación de prácticas silvícolas de raleo, poda de formación y manejo de rebrote, puede ofrecer trozas aserrables para ser destinadas a la elaboración de productos de carpintería con agregado de valor local de alta calidad. Para ello es necesaria no solo la mejora en las condiciones de crecimiento y cualidades de los individuos del bosque, sino también el acompañamiento de técnicas de procesado adecuadas con el valor y cualidades

del producto a cosechar. El mejoramiento de las herramientas, la capacitación y la tecnificación del proceso también son componentes esenciales en la transformación de este producto.

No se conocen planes de manejo implementados a gran escala que se hayan utilizado exitosamente en el Monte. En Pipanaco se hizo una estimación de la posibilidad de realizar una utilización forestal para madera en el bosque denso. Luego de analizar la estructura forestal del bosque, la tasa de crecimiento de los árboles y las edades de mayor productividad se propuso un manejo que incluía la cosecha de árboles mayores a 35 cm de diámetro basal (tamaño al que han superado el pico de productividad) y la corta de saneamiento de árboles sobremaduros. Por otro lado, el análisis realizado permitió establecer turnos biológicos de corta de 55-60 años para este bosque (posiblemente sea mayor para bosques con menor tasa de crecimiento). Si bien no se concretó la utilización forestal, un análisis económico inicial sugería que la actividad tenía potencialidad para lograr sostenibilidad económica y desde el punto de vista de la población de *P. flexuosa* al menos en campos con una superficie superior a 6000 ha.

Una de las herramientas complementarias a las actividades descritas es la selección de árboles de futura cosecha, donde el concepto fundamental es mejorar las condiciones de crecimiento de los individuos con mejores características para el aprovechamiento propuesto hasta el turno de corta. Los árboles de futura cosecha se seleccionan entre individuos de todas las clases diamétricas a partir de un DAB de 5 cm. Luego, se favorece el desarrollo de los árboles seleccionados mediante la regulación de la competencia inter e intraespecífica, a través de raleos. Es aconsejable realizar los raleos inmediatamente después de la cosecha de árboles maduros que han llegado al turno de corta. Esto es aplicable

principalmente en situaciones particulares dentro del Monte donde la cobertura forestal sea muy alta (mayor al 60%), hecho que ocurre solo en una pequeña proporción de superficie de los algarrobales norteños y en bosque en galería de cauces de agua.

Si el objetivo es obtener madera de calidad se deben realizar podas de formación, las cuales deben ser realizadas una vez identificado el árbol de futura cosecha. Sin embargo, la generación de numerosos rebrotes luego de la poda es un problema a resolver ya que disminuye la calidad de la madera debido a la formación de nudos (Alvarez, 2008). Se deberán realizar estudios sobre los efectos de podas en verde o durante el periodo de crecimiento para disminuir la ocurrencia de rebrotes.

Durante la cosecha de material leñoso se apean los árboles que llegaron al turno de corta en función del o los productos a obtener. Tiene que ser respetada la tasa de cosecha anual y deben ser aplicadas técnicas de aprovechamiento de bajo impacto. Al requerirse una regeneración permanente del bosque, la presencia de árboles semilleros es muy importante. Normalmente los árboles de futura cosecha cumplen esta función. Sin embargo, con pocos árboles de futura cosecha, puede plantearse la necesidad de dejar sin cosechar una cierta cantidad árboles maduros como árboles semilleros. El momento de cosecha es referenciado con un diámetro según el objetivo productivo, por ejemplo, madera para aserrar, postes, varillas y rodrones o leña con fines energéticos. En forma complementaria, y como práctica de mejora del rodal, se puede dar el caso de que árboles con diámetros menores que no han alcanzado la edad de cosecha tengan que ser apeados porque sufrieron heridas durante la realización de las tareas silviculturales, o bien porque no llegarían al próximo turno con buena sanidad.

8.4.3 Silvicultura de detalle en bosques de menor productividad

Se discutió previamente que el establecimiento es la etapa crítica del ciclo de vida de las plantas de zonas áridas, lo que se cumple en las principales especies forestales del Monte. Además, mediante el análisis del ciclo de vida de *P. flexuosa* y de *B. retama*, se ha observado que solo una proporción muy baja de las semillas producidas se transforman en plántulas y que solo una mínima proporción llegan a etapas reproductivas. Adicionalmente, se observó que la supervivencia

de los adultos es el principal determinante de la persistencia y tasa de crecimiento poblacional (ver cuadro especial 6) (Aschero *et. al.*, 2016). Estos datos nos permiten plantear, en la mayor parte de los algarrobales del Monte, la silvicultura debe considerar dos aspectos claves: la supervivencia de los árboles adultos y al manejo de la regeneración natural. Para cumplir con estas dos premisas se proponen una serie de prácticas silviculturales que detallaremos a continuación.

Poda de formación y manejo del rebrote para postes

De las diferentes posibilidades de intervenciones sobre los árboles, la extracción de ramas laterales para su utilización como postes puede a su vez permitir mejoras en el crecimiento de los fustes remanentes. Este tipo de extracción consiste en una de las prácticas más populares, y ha sido aplicada por los pobladores históricamente, ya que la extracción de madera sin eliminar al árbol manejado presenta en el árbol efectos similares a la poda.

El potencial para realizar este tipo de manejo depende no solo de los objetivos del aprovechamiento, sino también de la bioforma característica de las poblaciones de árboles a aprovechar. El crecimiento inicial de los individuos de especies arbóreas de este género es semiachaparrado, donde las sucesivas generaciones de ramas se van superponiendo paulatinamente. En Pipanaco, Catamarca, una alta proporción de individuos son unifustales. Sin embargo, para el noreste de Mendoza, la mitad de individuos de *P. flexuosa* son multifustales o con un fuste principal muy ramificado, cuyas ramas secundarias muestran un crecimiento cercano al horizontal (semierectos) o individuos multifustales con ramas laterales péndulas de forma tal que alcancen el suelo (decumbentes) (Pasiiecznik

et. al., 2001; Alvarez *et. al.*, 2006). El crecimiento de los individuos multifustales decrece rápidamente a partir de los 60 años de edad mientras los unifustales no muestran este decrecimiento, sugiriendo la existencia de competencia entre fustes en individuos adultos (Alvarez *et. al.*, 2011b). Esto permite postular que la poda de formación podría eliminar esta competencia, evitando la disminución observada en la tasa de crecimiento. Sin embargo, las consecuencias de la poda dependerían del balance entre los efectos positivos y negativos producidos por este tratamiento.

La aplicación de estas prácticas, que podríamos llamar “de detalle”, requiere esfuerzo en la planificación, selección de individuos y elección del tipo de volumen de copa a intervenir. En diferentes regiones, la buena calidad, color y las características mecánicas de la madera han determinado mercados de productos forestales derivados de la extracción de partes de la planta y, en algunos casos, el raleo o tala selectiva de individuos de *Prosopis* (Patch y Felker, 1997a, 1997b; Felker y Guevara, 2003; Villagra *et. al.*, 2005a).

Los objetivos de la poda son variados. Para mejorar el hábito de crecimiento y aumentar la

cantidad y calidad de la madera producida en el largo plazo, se aplica una poda intensa, como podría ser la extracción de todos los fustes secundarios (Patch y Felker, 1997b; Elfadl y Luukkanen, 2003). Sin embargo, la poda puede también ser usada para optimizar la productividad de frutos de algarrobo, en este caso, la extracción de ramas debe ser menos intensa (Díaz Celis, 1995; Pasiiecznik *et. al.*, 2001). Si los árboles se usan para el consumo del ganado, se utiliza la poda para producir ramas laterales desde el cuello de la planta hasta 1,8 m de alto (Díaz Celis, 1995).

En estudios recientes, se observó en árboles podados en el noreste de Mendoza, la respuesta inmediata del árbol es la recuperación de la copa, aunque no se registró un claro incremento en el crecimiento leñoso del fuste remanente ni en el crecimiento en altura. Esto indicaría que la poda podría contribuir a mejorar la forma

Producción de madera para uso energético

Muchos bosques aun en condiciones de degradación siguen ofreciendo la posibilidad de coleccionar madera con destino a leña. Los raleos y podas, la recolección de madera muerta (o leña campana) y la cosecha de individuos sobremaduros, enfermos o defectuosos pueden ser prácticas a considerar para la cosecha de leña. Alvarez *et. al.* (2011a) encontraron para el noreste de Mendoza existencias de madera muerta de entre 4,4 y 8,6 t.ha⁻¹ para bosques abiertos y semidensos respectivamente (Alvarez *et. al.*, 2011a; Vázquez *et. al.*, 2011). Según estos autores, la cantidad de leña seca por árbol es en función del tamaño de los árboles y no se relaciona con su forma. Comparando el crecimiento radial anual entre ramas vivas y los últimos años de crecimiento de ramas secas, se observó que estas últimas presentaban un periodo de decaimiento de entre 18 y 20 años previo a la muerte de la rama, que finalmente ocurre como

del árbol con fines forestales, aunque no a aumentar la productividad, al menos durante los primeros años. Además, se registró la generación de numerosos rebrotes luego de la poda (Alvarez *et. al.*, 2013).

Este tipo de práctica comprende el seguimiento anual de las plantas intervenidas para manejar el rebrote, una respuesta a veces deseada y otras no deseadas entre los gestores del bosque. Este rebrote ocurre por la activación de tejido meristemático en zonas próximas a la cicatriz de ramas extraídas como consecuencia del estrés provocado por la extracción de tejido verde de la planta, y puede provocar disminución en la calidad de la madera por la formación de nudos. En Arizona se han aplicado podas intensas en individuos juveniles de *Prosopis glandulosa*, combinadas con la inhibición del rebrote por diferentes métodos para optimizar la producción de madera (Patch *et. al.*, 1998).

respuesta factores climáticos, principalmente períodos secos (fig. 12).

En una determinada parcela, la existencia actual de leña seca en el bosque es el resultado de la diferencia entre lo producido y de la tasa de descomposición y de extracción por parte de los pobladores. En los desiertos, las tasas de descomposición de materia orgánica son lentas, lo que puede determinar la existencia de sitios con gran *stock* de madera muerta acumulada. Sin embargo, se ha observado que en sitios con alta intensidad de uso la disponibilidad de madera muerta es baja, por lo que se asume la tasa de extracción es más importante que la descomposición en la tasa de desaparición de la madera seca. Sin embargo, no se dispone de datos precisos acerca de la magnitud de la utilización de leña seca por los pobladores.

La transformación de leña en carbón es una alternativa que aplican los pequeños productores para asegurar la comercialización de este producto en los centros urbanos, aunque generalmente la mano de obra invertida en el proceso no alcanza a ser retribuida. La certificación

ambiental de este producto, adaptándose a normativas de control y buenas prácticas de manejo del bosque y su vinculación con los aspectos sociales podría mejorar los ingresos de los productores y asegurar una buena cadena de comercialización.

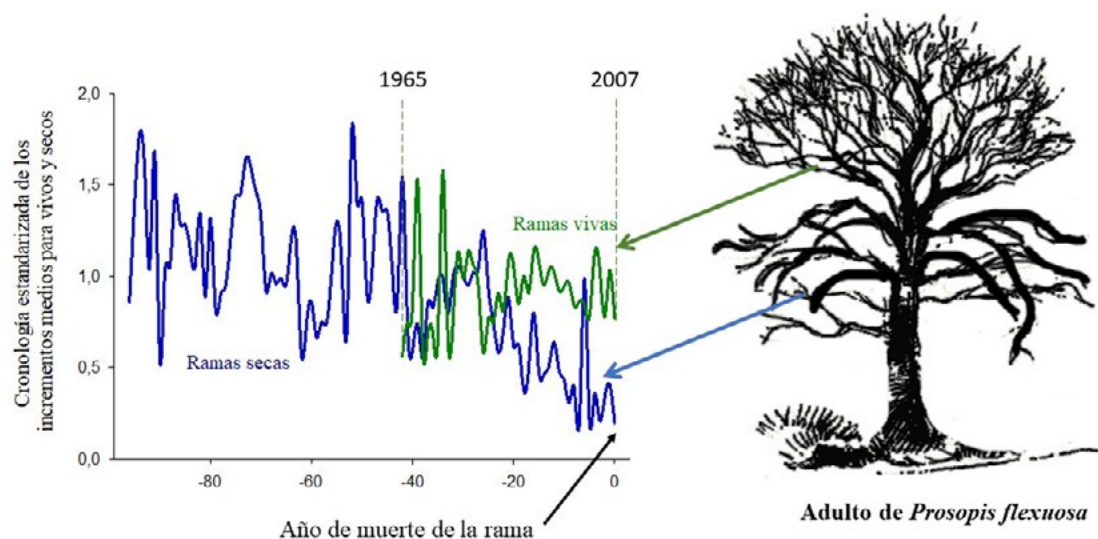


Fig. 8.12. Tiempos de decaimiento previo a la mortalidad de ramas para *P. flexuosa*. Comparación de cronologías estandarizadas de ramas vivas y muertas en árboles adultos. El tiempo está expresado en años antes de la muerte de la rama. Los incrementos de las ramas vivas corresponden al periodo 1965 a 2007.

Puesto que la superficie de bosques en el Monte es acotada, es posible aprovechar otras tierras forestales tales como arbustales, donde pueden encontrarse y aprovecharse madera para combustible de especies como *Prosopis torquata*, *Suaeda divaricata*, *Atriplex* spp., *Maytenus viscifolia*, *Larrea* spp., *Zuccagnia punctata*, *Colletia spinosissima*, *Proustia cuneifolia*, *Bredemeyera colletioides*, *Condalia microphylla* o *Schinus fasciculata*. Sin embargo, existe una fuerte presión sobre estas especies que generalmente no son protegidas, y se desconoce los aspectos básicos de dinámica poblacional, los beneficios indirectos de estas especies sobre el ambiente que ocupan (p. ej.

regulación hídrica, control de erosión, fijación de carbono, etc.) y las tasas de productividad de madera, lo que dificulta la planificación de un manejo sostenible.

Un aspecto importante a considerar en el manejo de la madera muerta es su rol central en los ecosistemas. La presencia de madera seca es importante en el desarrollo del suelo, la dinámica de nutrientes y el agua, y además actúa como hábitat de descomponedores y heterótrofos. En experiencias desarrolladas en el norte de Mendoza, se realizaron ensayos manipulativos con el objeto de evaluar el efecto de la eliminación

madera muerta sobre las poblaciones de insectos polinizadores, la función reproductiva de *P. flexuosa*, la cobertura vegetal, la riqueza y composición de especies del sotobosque, y el ciclo de nutrientes en el suelo. El experimento consistió en la extracción total de leña seca del suelo, de las ramas muertas de los árboles vivos y en la remoción de los árboles muertos en pie. Este disturbio afectó negativamente la abundancia de insectos polinizadores, aunque este efecto se fue atenuando con el tiempo. La extracción tuvo un efecto significativo y positivo

sobre la producción de semillas de *P. flexuosa* en el primer año luego de la extracción. No se registraron efectos significativos en la cobertura, composición y riqueza de las plantas del sotobosque, así como en las propiedades del suelo (Vázquez *et. al.*, 2011). Por lo tanto, los trabajos para la remoción (uso de serruchos y motosierras) y para el traslado de la madera muerta (troza, pisoteo y arrastre de la leña) no tuvieron los efectos negativos esperados, y sugiere que es posible la utilización de leña seca sin afectar fuertemente las funciones ecosistémicas.

8.4.4 Restauración de bosques degradados en el Monte

Estado de los bosques y restauración

Se ha discutido previamente que los ecosistemas boscosos de varias zonas del Monte han sufrido fuertes procesos de degradación debido al manejo inadecuado. Frente a esta situación, la restauración ecológica resulta indispensable para recuperar estos ecosistemas (Society for Ecological Restoration International, 2004). Sin embargo, de acuerdo al nivel de degradación alcanzado y el umbral transicional superado, son diferentes las opciones de restauración sobre las cuales decidir. Si la degradación ha causado, fundamentalmente, cambios bióticos (tales como cambios en la composición de la vegetación, consecuencia del sobrepastoreo),

los esfuerzos de restauración estarán direccionados a remover el factor de degradación (sobrepastoreo) y a ajustar la composición biótica del ecosistema (favoreciendo la regeneración natural o reimplantando especies deseadas). En cambio, si la degradación provocó cambios abióticos (como la erosión o la contaminación), los esfuerzos estarán orientados hacia la remoción del factor de degradación y a la reparación física o química del ambiente. Por lo tanto, un primer paso consiste en el establecimiento de una estrategia y priorización de las actividades a desarrollar.

Selección de especies y estrategias de restauración

El objetivo general de los programas de restauración en ecosistemas de zonas áridas altamente degradadas es el de restituir rápidamente la cubierta vegetal. La existencia de freáticas cercanas a la superficie en varias zonas del Monte donde existen bosques degradados, sugiere que el uso especies freatófitas nativas como *P.*

flexuosa y *P. chilensis* puede resultar la mejor opción para iniciar los procesos de restauración. Estas especies mejoran el microambiente bajo su dosel y favorecen el establecimiento de especies herbáceas y arbustivas si el manejo es adecuado. Por otra parte, ya hemos discutido que estas especies representan los

elementos arbóreos más importantes de la región, dadas sus características de árboles de múltiples propósitos (forraje, leña, madera, aprovechamiento melífero, etc.) y por su rol ecológico en el control de la erosión, aportes a la fertilidad de suelo y sus capacidades como fijadoras de N_2 atmosférico.

Las especies nativas tienen la capacidad de recuperarse frente a perturbaciones naturales o antrópicas, o de tolerar o resistir diferentes estreses a los que se han adaptado a través de su historia evolutiva. Esta capacidad puede ser aprovechada para asistir la recuperación del sitio luego perturbaciones antropogénicas, en la medida que las nuevas condiciones se asemejen (en naturaleza y grado) a las que las especies están adaptadas. Evaluar correctamente la capacidad de regeneración de las especies en un sitio determinado facilita la selección de tratamientos apropiados a cada caso y, por lo tanto, evita el uso ineficiente de recursos naturales o financieros. Un proceso inicial útil es identificar áreas con mayor resiliencia (capacidad de recuperación frente a un disturbio) y aplicar un tratamiento donde se favorezca la regeneración natural. Esta aproximación es llamada restauración pasiva. En áreas con potenciales de regeneración bajos o nulos pueden requerir la aplicación de reintroducciones de especies u otras prácticas que impliquen modificaciones ambientales de distinta magnitud. Esta forma de encarar la restauración es llamada restauración activa o asistida (McDonald *et. al.*, 2016).

Un aspecto a considerar es la regeneración natural como estrategia de permanencia y productividad del bosque. Para el caso de las especies arbóreas de *Prosopis* en el Monte, existen evidencias de muy bajas tasas de regeneración natural y lento crecimiento (Villagra y Villalba, 2001). Favorecer la regeneración

natural por semillas a través del manejo del ganado ha mostrado ser una buena alternativa en algunos potreros degradados. La generación y conservación de corredores biológicos también puede favorecer la regeneración, ya que muchos animales silvestres son responsables de la dispersión de semillas a través de las heces (Campos y Ojeda, 1997). Sin embargo, la utilización de tablas de vida para *P. flexuosa* en Ñacuñán, tanto en campos pastoreados como dentro de una Reserva, permitió estimar que las probabilidades que tiene una semilla de esta especie de transformarse en una planta adulta bajo condiciones naturales son muy bajas ($3,6 \times 10^{-8}$ y $2,5 \times 10^{-8}$, respectivamente) (Aschero *et. al.*, 2016). Sobre la base de estos conocimientos, sumado a los concernientes al estado de los bosques, y de la ecología y ecofisiología de ambas especies, la restauración ecológica asistida o activa resulta la más apropiada en muchas situaciones de ambientes degradados.

Siendo que las especies freatófitas, como *P. flexuosa*, presentan mayor supervivencia y tasa de crecimiento una vez que sus raíces llegan al agua subterránea (Giordano *et. al.*, 2011), los esfuerzos deberán dirigirse a lograr que alcancen la freática en el menor tiempo posible. Esto redundará en un mejor establecimiento a menores costos económicos de implantación.

Dado que en el ecosistema del Monte, la siembra directa con especies de *Prosopis* presenta una muy baja tasa de establecimiento, tanto por predación directa de las semillas como por una alta mortandad de plántulas recién emergidas provocada por sequía o por ataque de enemigos naturales (Villagra *et. al.*, 2004), el trasplante asistido de plantines a terreno definitivo resulta la mejor opción para iniciar el proceso de restauración.

Producción de plantines en vivero

Los viveros de ambas especies pueden realizarse tanto a cielo abierto como bajo invernáculo, asegurando la exposición de los plantines a luz plena durante su crecimiento inicial. La práctica del sombreado reduce las posibilidades de supervivencia debido a un incremento de la relación vástago-raíz y a una reducción de la biomasa total, del almacenamiento de carbohidratos y del balance C: N (Vilela y Ravetta, 2000). Con mayor cuidado que con otras especies forestales, se debe evitar el afrancamiento de las raíces de *Prosopis* ya que provocaría su rotura al sacarlas del vivero. El sistema radical de estos plantines, particularmente la raíz pivotante, debe mantenerse lo más íntegro posible dado que deberá enfrentar

Trasplante a terreno

La mayor parte de los sitios boscosos del Monte que requieren restauración coinciden con áreas ganaderas. Por ello, una condición del área a restaurar es que esté aislada de la ganadería hasta que los Algarrobos hayan alcanzado un crecimiento tal que les impida ser dañados (3 años como mínimo). Lo más común es construir un alambrado perimetral en el área que se va a plantar. En algunos casos, cercos con ramas espinosas obtenidas del lugar resultan efectivos, aunque requieren cierto mantenimiento en el mediano y largo plazo.

Dado que, en ecosistemas áridos y semiáridos, las especies de *Prosopis* han demostrado ser muy sensibles a la competencia durante el establecimiento (Distel *et. al.*, 1996; Catalán, 2000), es oportuno realizar un desmonte en franjas, especialmente en los casos en que la vegetación circundante es profusa. Se aconsejan franjas de 2 m de ancho.

estresantes condiciones hidroedáficas luego de realizar la plantación en terreno.

Los tamaños de los envases en donde se han obtenido plantines de *Prosopis* con mejores características de crecimiento para ser trasplantados dentro de los 90 a 120 días desde la siembra varían entre los 20 y 30 cm de altura y los 6 a 8 cm de diámetro (Salto *et. al.*, 2016). La época óptima de producción de los plantines para la región del Monte es la primavera. De esta manera se pueden realizar los trasplantes a terreno definitivo a fines de verano o principios de otoño. En esta época disminuye la evapotranspiración y el suelo puede mantenerse húmedo luego de las lluvias de verano, disminuyendo el estrés del trasplante.

Los plantines deberán transportarse hasta el sitio de trasplante con sumo cuidado, tratando de mantener lo más intacto posible el pan de tierra que contiene las raíces. Es aconsejable regar los plantines en vivero un día antes de llevarlos a terreno definitivo para evitar el desarme del pan. La plantación, que normalmente se realiza a principios de otoño, conviene llevarla a cabo en horas del día con baja demanda evapotranspirativa (temprano en la mañana o después de las máximas temperaturas, a la tarde), irrigando casi inmediatamente después del trasplante, a fin de evitar el shock que se produce en ese momento como consecuencia de la desecación del pan de tierra y de la rotura de cierta cantidad de raíces.

Los hoyos de plantación deberán tener una profundidad 10 cm mayor al tamaño del envase de los plantines y un ancho que permita construir una pequeña batea para acumular el agua, tanto de riego como de las precipitaciones del lugar.

Debido a que los suelos de zonas áridas suelen ser esqueléticos, con poca estructura y muchas veces salinos y/o alcalinos, conviene realizar un aporte de materia orgánica en forma de compost en el hoyo de plantación.

Dado que en la mayoría de los casos son necesarios riegos posteriores al trasplante, dos tipos sistemas aparecen como los más aconsejables: 1) irrigación manual, haciendo llegar el agua hasta el hoyo de plantación mediante cualquier sistema de distribución (tanque regador, cañerías de diferentes materiales, etc.). 2) Irrigación por goteo de alto caudal (superior a los 5 L.h⁻¹, de acuerdo a la textura del suelo) para lo que es necesario disponer de una fuente de agua abundante y de buena calidad a los fines de que

Experiencias de reforestación con especies de *Prosopis* en el Monte

Si bien no se cuentan con abundantes resultados publicados sobre la mayoría de las experiencias de reforestación con estas especies, se vienen desarrollando plantaciones experimentales con *P. chilensis* y *P. flexuosa* en diferentes regiones del Monte. Para estas experiencias, se recolectó germoplasma en distintas áreas de material genético dentro de la zona de distribución de ambas especies en el Monte (Cony, 1993). Se han probado diferentes procedencias con distintos métodos de plantación y provisión de agua posterior al trasplante hasta tanto las raíces alcancen el nivel freático, variable según los sitios donde se llevaron a cabo las experiencias (Villagra *et. al.*, 2004). En Mendoza se establecieron ensayos progenie/procedencia de ambas especies sobre suelos franco-arenosos. Estos ensayos, recibieron láminas acumuladas de 400 mm de irrigación durante la primera temporada de crecimiento y alcanzaron el nivel freático de 3 m de profundidad a los 6 meses del trasplante. Por su parte, experiencias de

no se obturen los goteros. La calidad del agua de riego está, fundamentalmente, caracterizada por su salinidad. La textura del suelo y sus posibilidades de drenaje determinarán los límites de la concentración de sales en el agua. En suelos de textura arenosa, con buen drenaje, riegos con aguas con conductividad eléctrica de 4000 μ Siemens.cm⁻¹ son toleradas por las plantas sin manifestar síntomas de marchitez o intoxicación. La frecuencia y los volúmenes de los riegos dependerán de las condiciones climáticas, el tipo de suelo, la disponibilidad y calidad del agua. Aportes de agua de entre 5 y 20 L.planta⁻¹ por riego han sido los más comúnmente utilizados en experiencias piloto de reforestación con estas especies en diferentes zonas del Monte (Cony *et. al.*, datos no publicados).

reforestación en la zona de Telteca (140 mm anuales de precipitación) mostraron una supervivencia superior a un 80 % luego de 18 meses desde el trasplante, con irrigaciones de 5 L de agua cada 2 meses durante primavera y verano. Sin embargo, durante ese período no alcanzaron el nivel freático (11 m de profundidad) (Cony, 1996; Villagra *et. al.*, 2004, Cony, datos no publicados). En Divisadero (Santa Rosa, Mendoza, 300 mm anuales de precipitación), plantaciones con distintos orígenes genéticos de ambas especies mostraron valores de supervivencia del 68 % luego de 15 años, regados con 10 l de agua cada 30 días durante 2 años, en los meses de primavera-verano. Dichas plantaciones son utilizadas, actualmente, para realizar experiencias de poda (Alvarez *et. al.*, 2010).

Más recientemente, se han establecido experiencias piloto de restauración de mayor escala (entre 15 y 20 ha) en Santa Rosa y La Paz (Mendoza), utilizando procedencias seleccionadas de *P.*

flexuosa y *P. chilensis*. Durante 2019, nuevas experiencias de restauración activa y pasiva se realizarán en áreas ganaderas de los departamentos de Lavalle y La Paz (Mendoza).

Haciendo un resumen de los resultados encontrados al evaluar diferentes metodologías de implantación y mantenimiento de plantaciones de algarrobos realizadas en zonas áridas del Monte, tanto en experimentos científicos como empíricos, se puede destacar que:

- 1) los trasplantes a terreno definitivo realizados durante el otoño presentan mejores tasas de supervivencia, a iguales volúmenes de irrigación, que los realizados durante primavera o verano;
- 2) el trasplante debe hacerse con pan de tierra, evitando rotura de raíces para disminuir los efectos del "shock" de ese momento;
- 3) si bien *P. flexuosa* y *P. chilensis* presentan características morfo-fisiológicas que les permiten evitar y tolerar la sequía, los plantines deben ser regados inmediatamente después de ser colocados y haber tapado el hoyo de plantación para aumentar las tasas de supervivencia;
- 4) es conveniente dejar una pequeña batea alrededor de la planta para concentrar sobre la misma el agua de irrigación y el agua de lluvia;
- 5) cuando el recurso hídrico para irrigación es muy escaso, de mala calidad o de alto costo, es conveniente realizar modificaciones microtopográficas del terreno para coleccionar la mayor cantidad de agua de lluvia cerca de la planta;

6) los suelos arenosos en superficie permiten una mayor infiltración y una menor pérdida de humedad por evaporación;

7) el aporte de materia orgánica estabilizada (tipo compost) mejora las condiciones de crecimiento del plantín y retiene humedad. En algunos ensayos, 5 dm³ por planta, colocados en el hoyo de plantación, mostraron diferencias significativas en la supervivencia y crecimiento de las mismas;

8) cada planta debe ser protegida con algún tipo de malla, colocada alrededor de la misma, para evitar el ataque de la fauna silvestre;

9) las plantaciones deben aislarse de la influencia del ganado, al menos hasta que alcancen los 2,5 m de altura;

10) para el Monte, los requerimientos de irrigación que aseguren una alta supervivencia de las plantas de algarrobo son muy variable de acuerdo a la condición climática del año y a las características del terreno. Son necesarios 2 riegos de 10 L.planta⁻¹, como mínimo, uno en el momento de la plantación y otro a los 15 días posteriores;

11) el tiempo de mantenimiento de los riegos dependerá de la profundidad del nivel freático. A mayor profundidad se requerirá mayor irrigación;

12) los plantines de ambas especies de *Prosopis* producidos a partir de germoplasma del Bolsón de Fiambalá presentaron mayores tasas de crecimiento en varios ensayos realizados.

8.4.5 Aspectos silviculturales de la chica

En las zonas más áridas del Monte, la chica ha sido una especie de importancia para los pobladores locales, pero poco se conoce sobre aspectos silviculturales. Se resumen a continuación los avances sobre este tema.

Las semillas de *R. girolae* poseen dormición física impuesta por la impermeabilidad de los tegumentos. En condiciones naturales la germinación ocurre cuando la cubierta del fruto está debilitada por la degradación ambiental o rota por la acción de un dispersor. Por esto, para su reproducción en vivero, esta dormición debe ser superada a través de tratamientos pregerminativos para lograr una rápida y uniforme germinación (Meglioli *et. al.*, 2012; Zapata, 2017). Los tratamientos pregerminativos que reportan los mejores resultados respecto al porcentaje, tiempo y uniformidad de germinación son la escarificación mecánica con lija (>92 %), con agua caliente (>70 %) (Zapata, 2017) y con ácido sulfúrico (66 %) (Meglioli *et. al.*, 2012). Las semillas de chica mantienen la viabilidad por varios años, habiéndose registrado porcentajes de germinación mayores al 70 % aun después de 7 años de almacenamiento en galpón bajo condiciones naturales.

El crecimiento aéreo y radicular de plántula en vivero está influenciado por el tamaño del envase, recomendándose para la realización de plantines, tubetes de 500 cm³ de capacidad y 20 cm de longitud. En un lapso de 1 mes después de la siembra se obtienen plantines con una relación tallo/raíz 1:1,56 con tallo lignificado y en condiciones de ser rusticados para ser llevados a plantación.

La especie también demuestra posibilidades de ser multiplicada agámicamente. Se han registrado que estacas de tallos semileñosas

de 2 y 3 años tienen la capacidad de emitir raíces y generar una nueva plántula (Zapata, datos no publicados).

El crecimiento de individuos llevados a campo es lento durante los primeros años de vida. Un ejemplar a los 25 años de plantado, en sitio peridoméstico, llegó a medir 85 mm de diámetro basal y 3,5 metros de altura y, a esta edad, comenzó a florecer. Los individuos pueden ser podados mediante motosierra (con hacha no es posible), eliminando las ramas inferiores para levantar el fuste y elevar la copa. Esta tarea debe ser periódica dada la tendencia de las ramas de descender hacia el suelo y postrarse, además de la capacidad de rebrote que poseen los troncos.

La colecta de frutos para el uso de sus semillas puede realizarse en el período otoñal mediante el vareo de los árboles para voltear los frutos o en el invierno, cuando un gran porcentaje se ha desprendido de los árboles, mediante la colecta directa sobre el suelo debajo de las plantas. Dada la gran variabilidad entre distintos años, no pueden establecerse fehacientemente valores de productividad de frutos. Se han registrado, para plantas adultas (más de 100 años), colectas anuales de pocos frutos por planta hasta 50 kg, lo que significaría obtener en esta última situación 15 kg de grano, teniendo en cuenta que la relación fruto/semilla promedia el 30 %.

Es de notar la baja cantidad de renuevos que se observan en varias poblaciones, así como la incidencia del daño ocasionado por el ganado doméstico sobre ejemplares juveniles. Se recomienda implementar un plan de protección y repoblación forestal en estas poblaciones, de manera de asegurar la instalación y crecimiento de nuevos individuos que aseguren la continuidad poblacional y supervivencia de la especie.

8.4.6 Manejo de bosque con uso múltiple

Como vimos, solo en algunos sitios del Monte es posible pensar en planes de manejos orientados principalmente al uso forestal. Por el contrario, como consecuencia de la baja productividad maderera, los sistemas productivos de usos múltiples son los más promisorios y extendidos en la región. Estos sistemas tienen un alto potencial de diversificación mediante la implementación de prácticas de aprovechamiento

forestal no maderable, como la ganadería, la apicultura, la recolección de material vegetal con fines medicinales, ornamentales o aromáticos, la obtención de ceras, gomas o resinas, el aprovechamiento de la fauna silvestre, entre muchas otras actividades (ver apartado 3.2). La diversificación en la producción de estos bosques nativos es clave para lograr una adecuada sostenibilidad del sistema (Karlin y Coirini, 2012).

Manejo de bosque con ganadería integrada

Una de las formas de uso múltiple más promisorio es el manejo de bosques con ganadería integrada (MBGI). En él, las leñosas perennes, árboles y arbustos interactúan con los componentes tradicionales de la ganadería, forrajeras herbáceas y ganado, de forma integrada. El objetivo principal es el manejo, aprovechamiento y conservación

del bosque nativo y sus servicios ecosistémicos. En el MBGI la actividad ganadera se complementa con otras formas de aprovechamiento del bosque, de manera de lograr sostenibilidad ambiental, económica y social, bajo el principio de mantener y mejorar el bienestar del productor y las comunidades asociadas (Borrás *et. al.*, 2017).

Los principales beneficios de estos sistemas son (Karlin, 2013):

- mantener el microclima, influyendo positivamente sobre el ganado, ya que regula las temperaturas extremas, y sus variaciones bruscas, que producen severas mermas en la productividad animal;
- aportar directamente forraje a partir de hojas, ramas tiernas, frutos, flores y hojarasca que son consumidos por el ganado, esto adquiere gran relevancia en las épocas de bache forrajero;
- mejorar la calidad de las forrajeras herbáceas bajo dosel, las que conservan valores relativos altos de proteína en invierno;
- contribuir a la infraestructura de la actividad ganadera proveyendo postes, varillas, cercos vivos;
- permitir una complementación en la exploración del suelo por las raíces de los árboles y las pasturas; y
- mejorar la productividad y calidad forestal del bosque mediante las prácticas silvícolas.

En el manejo de la cobertura arbustiva se deberá tener en cuenta el balance entre el área desaprovechada para pastoreo y circulación de los animales, y la cobertura mínima necesaria para la protección del suelo y la biodiversidad

(Coirini *et. al.*, 2017). Además, debe considerarse la competencia por luz y agua con las herbáceas forrajeras. Si bien la producción de pasto disminuye proporcionalmente con la reducción de intensidad de luz, la calidad de este

se mantiene (Díaz, 2003; Cavagnaro y Trione, 2007). Algunas variables de fertilidad del suelo mejoran como por ejemplo la materia orgánica, y nitrógeno bajo copa de *Prosopis* respecto al interparque (Rossi y Villagra, 2003; Abril *et. al.*, 2009). En casos con alta cobertura arbustiva es conveniente realizar desarbustados selectivos con el propósito de fomentar el crecimiento de las pasturas. Los mismos pueden realizarse manualmente o con maquinaria

El rolado como herramienta

Bajo el esquema conceptual de estados y transiciones los ecosistemas presentan estados con comunidades vegetales dinámicas. Las transiciones son eventos climáticos o antrópicos que marcan umbrales que definen la capacidad del ecosistema de retornar a su estado anterior. Cuando los disturbios superan esos umbrales el sistema pierden la capacidad de recuperación, estabilizándose en otro estado estable (Westoby *et. al.*, 1989; Bestelmeyer *et. al.*, 2003). Disturbios como incendios forestales, sequías estacionales o sobrepastoreo desencadenan transiciones que pueden llevar a situaciones de alta cobertura de arbustos en detrimento del estrato herbáceo. Este proceso puede constituirse en un estado estable. Los procesos de arbustización del bosque llevan a estados considerados poco productivos desde el punto de vista de la ganadería vacuna, por la disminución de la oferta forrajera, ya sea por la pérdida de especies forrajeras o bien por la aparición de nuevas especies no forrajeras. Por su parte, la arbustización también genera problemas de acceso de los animales al pastoreo a las especies forrajeras. Además, la alta cobertura arbustiva vuelve vulnerables al bosque ante incendios forestales debido a la alta carga combustible.

El rolado selectivo de baja intensidad (RBI) es una herramienta de manejo que busca revertir

liviana, manteniendo la estructura boscosa, de modo que no se afecte el normal crecimiento de renuevos forestales. En general, es necesario promover la regeneración del bosque a través de la facilitación y protección de la regeneración natural y del enriquecimiento con especies de interés. En muchos casos se deberá acompañar con clausuras temporarias para reducir el daño a las plantas producido por el ganado.

procesos de arbustización mediante la remoción del material vegetal de especies arbustivas (Kunst *et. al.*, 2008). El rolo es un elemento mecánico que consta de un cilindro con cuchillas alternas en su periferia traccionado mediante un tractor. Su funcionamiento se basa en la energía cinética que provoca su accionar generando aplastamiento y trozando del arbustal a su paso (Mora y Rosales Mercado, 2012). A su vez, las cuchillas generan la remoción del suelo capaz de generar activación del banco de semillas en suelo, modificar la capacidad de infiltración de agua en suelo y acelerar los procesos de mineralización de nutrientes (Adema *et. al.*, 2003; Kunst *et. al.*, 2003). El rolado elimina de manera temporal la vegetación arbustiva mejorando el ingreso de luz y agua al estrato herbáceo. Estos elementos son rápidamente utilizados por la vegetación herbácea induciendo a la germinación de semillas del suelo y el crecimiento vegetativo de las especies presentes.

En la provincia de Mendoza, el RBI como herramienta de manejo está siendo utilizado con la finalidad de revertir procesos de arbustización y mejorar la capacidad forrajera de los campos. En algunos casos y bajo determinados regímenes de precipitación (más de 400 mm) se acompaña al rolado con siembra de especies forrajeras megatérmicas, como

son los casos del pasto llorón (*Eragrostis curvula*) y buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) al sur y norte de Mendoza, respectivamente. A fin de evaluar el impacto de esta herramienta, se viene realizando un monitoreo para cuantificar la respuesta forrajera en campos que se han rolado. Se evaluaron en el sureste de Mendoza 14 lotes rolos en las temporadas 2015 y 2016, que incluyen zonas con distintos rangos de precipitaciones y zonas donde se acompañó el rolado con la siembra de pasto llorón. En todas las situaciones se observó que los valores de disponibilidad forrajera de pastos fueron superiores al testigo zonal, y que, en los casos donde se sembró pasto llorón, la disponibilidad forrajera corresponde en un 90 % a la incorporación de esta especie

(tabla 3) (Mora, 2018).

El efecto del rolado sobre los arbustos es temporal y se espera un nuevo crecimiento de la vegetación arbustiva. Se observó que al cabo de 7 años los valores de cobertura en el testigo y en el rolado de 7 años no mostraron diferencias significativas. Por su parte, se observó que en todas las situaciones rolas los valores de cobertura de gramíneas fueron superiores al testigo, reforzando la idea del efecto del rolado sobre la reestructuración espacial de los distintos estratos del bosque. La relación entre la cobertura de arbustos, pastos y renovales de árboles son variables claves a tener en cuenta a la hora de tomar una decisión para un retratamiento.

Tabla 3. Disponibilidad de pastos forrajeros (Kg Ms.ha⁻¹) de lotes rolos referenciados con el nombre del paraje más cercano, según zona y año de aplicación del rolado. El tratamiento con siembra corresponde a *Eragrostis curvula*. Medias con la misma letra, en el mismo año y zona, no difieren significativamente según ANOVA (p<0,05).

Precipitación anual	Tratamiento	Paraje	Año 2015	Año 2016
>400 mm	Testigo	Testigo zona 1	243,3c	205,0b
	Rolado	Los Huarpes 2	590,0bc	-
		Canalejas	-	442,0a
	Rolado + siembra	La Mora	1041,7a	-
	Rolado + siembra	Los Huarpes 1	805,0ab	-
300-400 mm	Testigo	Testigo zona 2	187,3b	179,0b
	Rolado	Bowen 1	690,0a	-
		Ovejería	-	414,0ab
	Rolado	La Horqueta 1	-	606,7a
	Rolado	La Horqueta 2	-	530,0ab
250-300 mm	Rolado + siembra	Bowen 2	911,7a	-
	Testigo	Testigo zona 3	136,7b	125,7b
	Rolado	Punta Agua 1	566,3a	-
		Punta Agua 2	576,0a	-
	Rolado	Punta Agua 3	-	420,0ab
	Rolado	San Rafael 1	-	766,7a
Rolado	San Rafael 2	-	566,7a	

Manejo de gramíneas nativas: experiencias en el Monte

El desarrollo de variedades de gramíneas nativas es crucial para el éxito en la utilización como forraje y programas de revegetación (Kozub *et. al.*, 2017b). La especie *Leptochloa crinita* es una de las gramíneas forrajeras más importantes en el Monte; debido a su reproducción, altamente endogámica, genera genotipos con características diferentes, en cuanto a su biomasa, productividad y resistencia a la sequía (Kozub *et. al.*, 2017a). En la Argentina existen dos bancos de germoplasma de *L. crinita*: el Banco de Germoplasma de Gramíneas Nativas (IADIZA-CCT CONICET, Mendoza) que posee 21 variedades colectadas en el Monte árido (Cavagnaro *et. al.*, 1989; Kozub *et. al.*, 2017b) y el de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral con 40 variedades recolectadas en Argentina (Marinoni *et. al.*, 2015). Estas variedades presentan diferencias en su productividad, las que se deben, principalmente, a la partición de fotoasimilados (Greco y Cavagnaro, 2002, 2005; Cavagnaro *et. al.*, 2006). Por otro lado, la resistencia a la sequía se encuentra relacionada con el lugar de origen de cada una de las variedades, siendo más resistentes aquellas recolectadas en los sitios más áridos (Quiroga *et. al.*, 2013). Cinco cultivares de *L. crinita* procedentes del Monte se encuentran registrados en Argentina (Chamical-INTA 13645, San Juan-IAD 15155, Pichi-IAD 16206, Salas-IAD 16205, Mirador-IAD 16204). Cada una de estos cultivares tiene determinadas características que las hace propicias para ser usadas con distintos objetivos: Pichi-IAD 16206 y Chamical INAR 13645, con potencialidad forrajera por su alta productividad; Salas-IAD 16205 como

cobertura de suelos e interfilares de cultivos; San Juan-IAD 15155 como cultivo con resistencia a la sequía, Mirador -IAD 16204 de productividad mediana y resistente a la salinidad (Kozub *et. al.*, 2017b; Kozub *et. al.* datos no publicados). En este contexto, se puede concluir que *L. crinita* presenta un gran número de variedades con características morfológicas y fisiológicas diferenciales que pueden resultar adecuadas a los fines de la restauración ecológica y el enriquecimiento con fines ganaderos.

Una estrategia interesante desde el punto de vista de lograr sostenibilidad de la producción ganadera es el enriquecimiento del Monte con especies nativas. En este sentido, se han realizado ensayos de enriquecimiento con *L. crinita* como complemento del rolado. Las experiencias se condujeron en la zona de Ovejería (sureste de Mendoza) y se utilizó un rolo cortador con cajón sembrador para tal fin. La siembra mostró un incremento de 1.4 plantas.m² de *L. crinita* que enriqueció el tapiz vegetal herbáceo. Por su parte, se observó el efecto del incremento en densidad de las especies nativas presentes producto del efecto del rolado sobre el estrato herbáceo en la germinación de semillas del banco de suelo. También se pudo apreciar un incremento en el tamaño de los individuos de las especies de pastos forrajeros presentes previo al tratamiento (Mora *et. al.*, 2013).

8.5 Prioridades de generación de conocimiento para el manejo sostenible de los bosques del Monte

a) Información de base para el ordenamiento forestal sustentable: si bien durante los últimos 30 años se ha avanzado de manera sustancial en el conocimiento de los bosques del Monte, un aspecto clave para el ordenamiento forestal sostenible es completar la información de base acerca de la distribución y estructura forestal actual a lo largo de toda su distribución, y focalizar en el monitoreo a largo plazo. El conocimiento sobre la biomasa leñosa y la productividad forestal de los bosques es incompleto y heterogéneo. Esta información, en conjunto con el análisis de la distribución histórica y potencial de cada tipo de bosque, permitirá definir áreas con distinta potencialidad para el desarrollo forestal y descartar emprendimientos de base forestal en áreas sin vocación forestal.

b) Conocimiento de aspectos silviculturales de las distintas especies forestales: mucho se ha investigado y experimentado sobre *Prosopis chilensis* y *P. flexuosa*, algo sobre *Bulnesia retama* y poco sobre *Ramorinoa girolae* y *Geoffroea decorticans*. Sin embargo, falta estudiar muchos aspectos de la silvicultura de estas y otras especies forestales (*Prosopis ferox*, *Parasenegalia visco*, *Maytenus boaria*, *Ochetophila trinervis*, etc.).

c) Conocimiento de la percepción, costumbres y formas de uso de los recursos naturales del bosque: para lograr la sostenibilidad ambiental, social y económica del uso del bosque es necesario conocer procesos socioculturales del vínculo entre el bosque y los pobladores locales. El continuo registro de los conocimientos y usos, actuales e históricos de los bosques son de importancia para evitar la erosión cultural que afectan a los pueblos del Monte. Si bien se ha profundizado en la evaluación histórica del uso del bosque y las causas de los cambios en la

distribución y estructura del bosque, son pocos los estudios que analizan el vínculo actual entre las distintas comunidades humanas y el bosque.

d) Desarrollo y evaluación de prácticas silviculturales: existen algunas formas de utilización silvicultural que deberían ser estudiados en mayor profundidad. Entre estas, la aplicación de técnicas silvícolas que no implique la muerte de los ejemplares adultos es un desafío mayor en el Monte. Es necesario evaluar los resultados de la aplicación de podas de formación, extracción de fustes secundarios y la cosecha de leña seca. También podría pensarse en la poda en verde o durante el periodo de crecimiento para disminuir la ocurrencia de rebrotes.

e) Evaluación y valoración de los productos que se pueden obtener del bosque: la mayor parte de los bosques del Monte reciben usos múltiples por parte de los pobladores; sin embargo, la mayoría son usados solo desde un punto de vista doméstico, sin incluirse en un plan de manejo formal. Es necesario el conocimiento de las productividades de cada uno de ellos y la evaluación de la forma de incluirlos en planes de uso sustentable. El caso del aprovechamiento de la fauna silvestre es un ejemplo en el que es conocida la utilización que hacen los pobladores, que ha recibido un interés inicial en desarrollarlo (planes de manejo de algunas especies como coipo y lagarto colorado) con participación de las comunidades locales, pero que no se ha llevado a la práctica por dificultades de incorporar estos productos en la economía formal.

f) Evaluación de nuevos sistemas de manejo ganadero: se han diseñado sistemas de pastoreo rotativo que optimizan la productividad en sistemas de ganadería vacuna y se han

desarrollado técnicas para mejorar la productividad forrajera, por ej., el control de la arbustización. Sin embargo, es necesario evaluar los efectos de estas prácticas sobre la renovación del bosque y profundizar los estudios de manejo ganadero para ganadería caprina, donde los arbustos son parte importante de la dieta.

g) Definición de indicadores de sostenibilidad: es necesario definir con claridad indicadores de sostenibilidad referidos al aprovechamiento y/o conservación de áreas de bosque, en relación a su contexto ambiental, social, económico y legal. Los indicadores propuestos deben validarse en la práctica, contextualizarse al menos por sector, y definirse los umbrales críticos de cada uno. Finalmente, deben ser compilados y utilizados para las reglamentaciones provinciales de uso de bosques.

h) Evaluación de sistemas productivos en un contexto de manejo adaptativo: es necesario desarrollar propuestas de manejo sostenible en función de la oferta del bosque y las demandas de los pobladores locales, tanto para productos forestales madereros como para los otros servicios ecosistémicos del bosque; y ponerlas a prueba con adecuados planes de monitoreo

de los resultados obtenidos y adaptación de las propuestas en función de estos resultados. En relación a los sistemas productivos mixtos (silvopastoriles, uso múltiple, manejo de bosque con ganadería integrada) es importante incrementar los esfuerzos destinados a estudiar las relaciones suelo-planta-animal, con especial énfasis en el rol de las distintas formas de vida sobre la regulación ecosistémica y oferta de recursos no maderables.

i) Desarrollo de metodologías de restauración ecológica de ambientes degradados: es necesario la puesta a punto de técnicas de restauración pasiva y asistida de áreas degradadas. La utilización de especies nativas para actividades de restauración debe ser complementada con estudios que evalúen el efecto en el ecosistema de su implantación.

i) Escenarios futuros en contexto cambio climático y global: el contexto ambiental previsto a partir de los modelos de cambio climático y de uso del suelo generan nuevos desafíos tanto del punto de vista de la conservación del bosque como de su aprovechamiento.

8.6 Conclusiones

Los bosques del Monte han sido fuente de subsistencia para numerosas comunidades humanas durante varios siglos y han subsidiado el desarrollo de los oasis irrigados a través de la provisión de recursos madereros y no madereros. El uso ha llevado a procesos de degradación que se evidencian en la disminución de la superficie forestal, la simplificación de la estructura y la disminución de la productividad. El desafío es generar modelos de ordenamiento forestal sostenibles, determinando para cada región las posibilidades de manejo, las estrategias de conservación de los servicios ecosistémicos y las zonas que requieran planes de restauración. Para esto es necesario profundizar el análisis de la distribución potencial, histórica y actual de los bosques, la determinación de la heterogeneidad espacial de su productividad, y la implementación de planes de uso que tiendan el manejo adaptativo. La principal comunidad boscosa en el Monte es el algarrobal, que presenta un gradiente latitudinal de productividad. Esto determina que los algarrobales del norte del Monte puedan tener un destino forestal maderable; sin embargo, la mayor parte de los

algarrobales deben ser considerados para el desarrollo de planes de usos múltiples. Desde el punto de vista forestal, un aspecto fundamental a considerar es que la supervivencia de los árboles se torna en el principal factor determinante de la persistencia poblacional, por lo que es necesario pensar en técnicas silvícolas que disminuya la mortalidad de individuos y maneje la regeneración natural. Desde el punto de vista ganadero, el manejo de bosque con ganadería integrada surge como un sistema interesante a poner a prueba. Por otro lado, se torna indispensable la valoración económica de los otros productos no madereros del bosque a fin de incluirlos formalmente en los planes de manejo. Para los casos donde la degradación haya disminuido la capacidad de recuperación del bosque, la restauración con especies nativas está comenzando a probarse con resultados promisorios. Finalmente, es necesario considerar que los escenarios futuros de cambio climático pueden modificar las condiciones ambientales del bosque, por lo que surgen como un desafío extra para la planificación del manejo del bosque del Monte.

CUADRO 1

Agua superficial y subterránea: servicios hídricos en la cuenca del río Mendoza

Pablo Meglioli

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET Mendoza). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.

En las zonas áridas, la baja disponibilidad de agua es el principal factor limitante de la productividad primaria y de las actividades productivas que puedan desarrollarse (Noy-Meir, 1973). Las lluvias en los desiertos son escasas e impredecibles y comúnmente se desarrollan como unos pocos pulsos discretos de gran magnitud (Magliano et. al. 2015). En estos casos, los servicios hídricos aportados por las precipitaciones locales son evidentes en los ecosistemas y para la sociedad. Así, los procesos ecosistémicos se aceleran luego de periodos de humedad superficial o de lluvias estacionales (Villagra et. al., 2013). A su vez, las poblaciones humanas que viven en estos ambientes utilizan diversas estrategias y tecnologías de uso y almacenamiento del agua. Por ejemplo, la canalización del agua pluvial y construcción de represas es una práctica habitual para disponer de agua en momentos de mayor sequía (Castellino et. al., 2010).

En otras situaciones, el acceso a fuentes de aguas subterráneas cercanas a la superficie aumenta la productividad primaria y contribuyen con el desarrollo de las poblaciones locales (Cui y Shao, 2005; Taylor et. al., 2013). En estos casos, los servicios hídricos generados por la provisión de agua desde los acuíferos no son tan evidentes. Estos ecosistemas vinculan los sistemas superficiales y los acuíferos libres a través del uso

de agua subterránea por las plantas freatófitas (Eamus et. al., 2015). Asimismo, los pobladores pueden proveerse de este reservorio hídrico más estable, mediante distintos sistemas de uso de agua subterránea como por ejemplo las perforaciones, pozos baldes y jagüeles (Castellino et. al., 2010).

En el Monte central, los bosques freatófitos logran mayor desarrollo en los valles intermédanos, donde los algarrobos acceden al agua subterránea, respecto a los médanos, donde la freática al estar a una mayor profundidad es inasequible. Los estudios del agua freática indican que su origen se corresponde con agua de precipitaciones nívicas en la cordillera a más de 200 km de la planicie eólica (Aranibar et. al., 2011; Jobbágy et. al., 2011). Las nevadas en la cordillera de los Andes, los deshielos que alimentan los ríos superficiales, la recarga de los acuíferos, el consumo de agua por los oasis irrigados y ciudad de Mendoza, y la descarga por uso de los bosques freatófitos, son procesos hidrológicos que integran la dinámica regional del acuífero (fig. 1). Este análisis de flujos hidrológicos dominantes nos muestra que los algarrobales en la Reserva Telteca son subsidiados por el aporte de agua exógena, originada en la humedad proveniente del pacífico (Jobbágy et. al., 2011; Gomez et. al., 2014).

Una característica de los ecosistemas dependientes del agua subterránea es que los cambios en la disponibilidad de agua subterránea resultan en cambios significativos en la estructura y funciones ecosistémicas (Eamus et. al., 2015). Pero, a su vez, las freatófitas constituyen un componente importante del ciclo hidrológico debido a que las diferentes tasas de consumo del agua subterránea (transpiración) repercuten sobre los niveles freáticos y el balance hidrológico, generando dinámicas de uso y no uso del agua subterránea a escalas diarias y

estacionales (Naumburg et. al., 2005; Villagra et. al., 2011). De esta forma, cualquier intervención humana que modifique la estructura y composición de especies vegetales puede alterar la prestación de servicios hídricos. En el desierto del Monte central, la remoción de las plantas leñosas producida por el establecimiento de los puestos ganaderos en los valles intermédanos, incrementa el transporte profundo de agua, nitratos y sales, los cuales modifican la composición química del acuífero (Villagra et. al., 2013; Meglioli et. al., 2014).

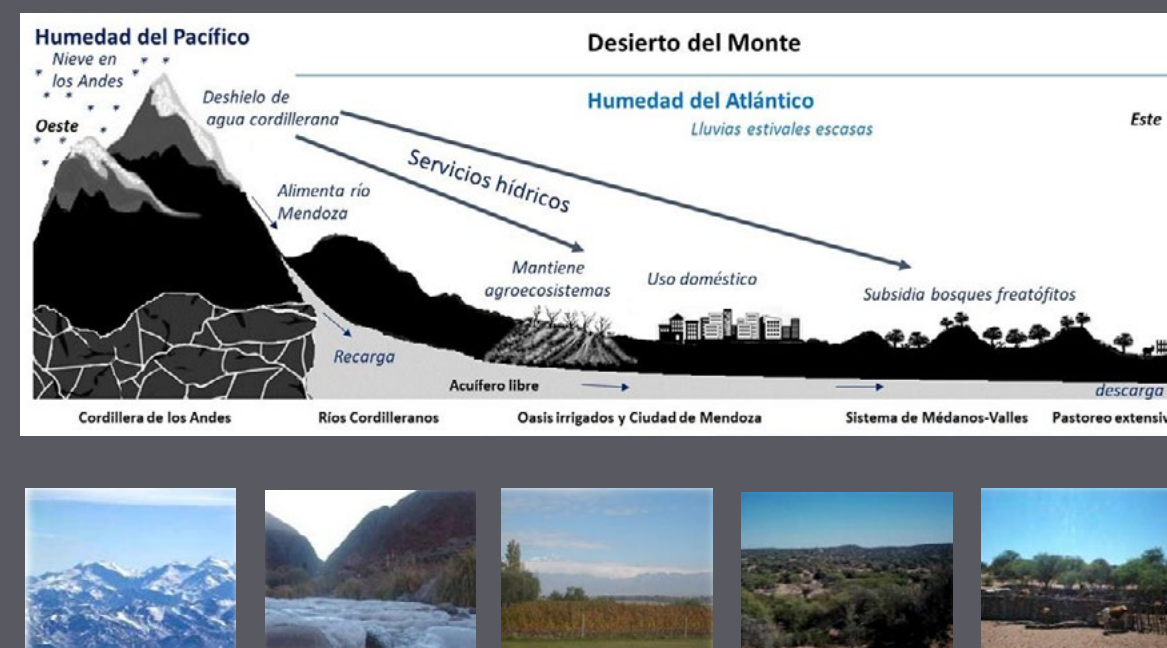


Fig. 1: Modelo conceptual de los procesos hidrológicos dominantes de la dinámica del acuífero y de los servicios hídricos en la cuenca del río Mendoza (adaptado de Jobbágy et. al 2011).

CUADRO 2

Regeneración de la especie *Bulnesia retama*: el ciclo de dispersión de semillas

Eduardo Pucheta, Yanina Ribas-Fernández

Grupo de Ecología del Desierto (GEDes), Departamento de Biología, FCEFN, UNSJ.

Es importante distinguir entre el proceso de dispersión de semillas, el que resume únicamente la fase en que las semillas se redistribuyen desde la planta, y el ciclo de dispersión de semillas, que incluye la sucesión de fases desde la producción de semillas por la planta adulta, pasando por su dispersión y formación de un banco de semillas, hasta que nuevas plantas se instalan y llegan a ser nuevos adultos (Wang y Smith, 2002). El diagrama de la figura 1 presenta las fases, los procesos y los mecanismos que explican la proporción de semillas iniciales que llegan a convertirse en individuos adultos en *B. retama*.

La producción de frutos de la población depende básicamente de su estructura etaria (o de tamaños) y de su densidad poblacional. Una mayor densidad de individuos de mayor tamaño genera una mayor producción de semillas por hectárea. En cuanto a los sistemas de polinización, *B. retama* posee flores perfectas auto-compatibles, lo que le permite alternar entre autogamia (polinización dentro de la misma planta) con polinización cruzada (fertilización entre individuos diferentes). Además, esta especie muestra denso-dependencia para la producción de frutos (efecto Allee) lo que sugiere

que esta especie muestra limitación de polen para todos los agentes polinizadores, sean éstos insectos o el viento (Massut et. al. datos no publicados). Estos mecanismos explican la disponibilidad inicial de frutos en los individuos de retamo, la que por remoción por frugívoros y ataques parciales de insectos disminuye en 34 y 19 %, respectivamente (Ribas-Fernández et. al., 2009). La disponibilidad inicial de semillas luego de un periodo de 90 días aproximadamente se reduce un 65,8 %, las que serán luego dispersadas por el viento y redistribuidas entre micrositios por animales, viento y agua. Esta especie comienza a dispersar sus semillas en diciembre (Debandi et. al., 2002), pero aún lo sigue haciendo hasta entrado el otoño, lo que sugiere que tendría un tipo de banco de semillas aéreo. Luego de dispersadas y redistribuidas (fases I y II de la dispersión), las semillas forman un banco transitorio debajo de las copas de los retamos (1020 semillas m⁻²), entre los restos de plantas anuales (528 semillas m⁻²) y en áreas abiertas (49,4 semillas m⁻²) (Ribas-Fernández et. al., 2009).

La tasa de germinación está controlada directamente por la magnitud de las lluvias y en segundo lugar por el nivel de protección del

existe una gran variabilidad entre las distintas poblaciones estudiadas; sin embargo, en todas se encuentran individuos sanos en todas las categorías. Entre los adultos, solo el 19 % está sano y los de mayor diámetro son los más afectados, lo cual indicaría que son árboles longevos o que están sufriendo algún tipo de estrés que reduce su vitalidad (Besio et. al., 2011).

El maitén tiene un valor cultural por su uso como madera, forraje, planta medicinal y ornamental (Tortorelli, 1956; Roig, 2001). Desde el punto de vista ecológico, gracias a sus raíces gemíferas, se generan renovales que contribuyen a fijar el suelo en sitios con fuertes pendientes.

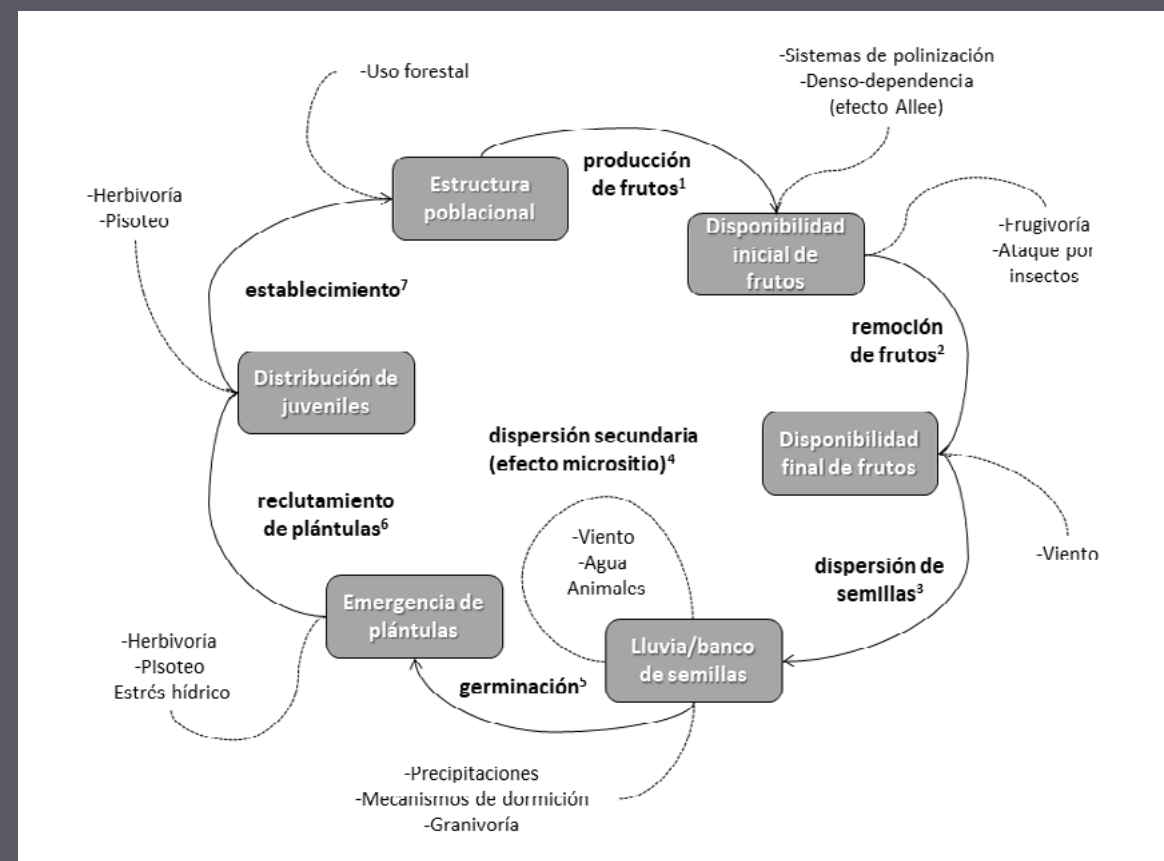


Fig. 1: Ciclo de dispersión de semillas de *Bulnesia retama*. El diagrama muestra cajas (diferentes fases) conectadas por procesos (flechas y textos en negrita), los que están explicados por ciertos mecanismos predominantes (textos hacia el exterior de las flechas).

CUADRO 3

Bosques de *Ochetophila trinervis* (chacay)

Leandro Alvarez, Nazareth Vezzani

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET Mendoza)

El chacay se localiza en Argentina desde Calingasta, en San Juan hasta el sur-oeste de Santa Cruz (Schmelter, 2002). En Mendoza presenta una distribución asociada a la zona de transición entre los Andes centrales, la estepa patagónica y el Monte. Esta especie puede ser arbórea o arbustiva y alcanzar hasta 8 m de altura (Ferreira y Green, 2012). Se sitúa en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporarios, por lo que se la considera una planta riparia, aunque puede llegar a formar bosques a cierta distancia de estos cursos de agua. Estos cumplen un rol ecológico importante por fijar nitrógeno a través de la simbiosis entre sus raíces y los hongos actinomicetes (Solans et. al., 2003).

Los bosques de *Ochetophila trinervis* son considerados de gran importancia ecológica, social y económica, ya que no solo constituyen el hábitat para la fauna silvestre, sino que también influyen en la calidad y cantidad de agua de los ríos. Debido a las características de su madera, en ocasiones pueden estos árboles ser usados como recurso energético y maderero, y, probablemente, hayan sido usados como leña por los antiguos pueblos originarios. Es probable que el uso irracional de este recurso la haya convertido en una especie rara y que su existencia se vea peligrada en un corto plazo (Chiarlo et. al., 1990).



Foto 2: bosque de Chacay en galería sobre cauce seco en Poti Malal, Malargüe (Mendoza). (Foto: L. Alvarez).

CUADRO 4

Bosques de *Prosopis ferox* (churqui)

Mariano Morales

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET Mendoza)

Prosopis ferox Griseb. (Mimosoidea), conocido localmente como churqui, es un árbol espinoso, frecuentemente ramificado desde la base. Presenta corteza rugosa y madera dura, en la que se diferencian albura y duramen. En Argentina crece entre los 2600 y 3600 m de altura, en ambientes áridos (menos de 200 mm anuales) del norte del valle Calchaquí (Salta), en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy) (fig.1) y sectores aledaños al río San Juan del Oro, en el límite entre Jujuy y Sud López. En Bolivia se lo encuentra en valles secos interandinos entre 2400 y 3400 m, en los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija.

Los bosques de *P. ferox* han sido tradicionalmente usados como fuente local de combustible y de madera para construcción menor. Tanto las hojas como los frutos de *P. ferox* son consumidas por el ganado doméstico (cabras y ovejas), siendo uno de los principales recursos forrajeros de la zona, debido a su abundancia y palatabilidad. Por ello, el bosque remanente refleja morfológicamente los impactos de esta actividad antrópica. En las márgenes del río Grande en la Quebrada de Humahuaca, los individuos de *P. ferox* se encuentran formando bosques cerrados de no más de 3-4 m de altura, restringida su distribución a los abanicos aluvionales y quebradas. Un poco más alejados de las márgenes del río Grande, en mesetas y laderas bajas los bosques son más abiertos. En el Parque Nacional Los Cardones

(Salta), *P. ferox* forma extensos bosques riparios con individuos de gran dimensión que alcanzan los 10 m de altura y en algunos casos edades superiores a los 500 años.

Los frutos son indehiscentes, multisesillosos y en forma de vainas de gran resistencia mecánica. Las semillas tienen alta viabilidad, pudiendo mantener su poder germinativo hasta 7-10 años. Sus frutos son removidos del suelo por el ganado doméstico, camélidos y pequeños mamíferos; actuando como dispersores de las semillas. Otra manera de remoción de frutos es por el escurrimiento de agua por cárcavas y pequeñas quebradas durante la estación lluviosa. La presión de herbivoría sobre las plántulas de *P. ferox* puede afectar considerablemente la supervivencia.

Un estudio detallado sobre la influencia que los factores climáticos y antrópicos tienen sobre la estructura y dinámica de los bosques de *P. ferox* en la Quebrada de Humahuaca indica que la producción sostenible de madera para esta región requiere de la combinación simultánea de niveles reducidos de ganado y la ocurrencia de pulsos de precipitación en escalas de lustros que favorezcan el establecimiento y supervivencia de nuevos individuos (fig. 1) (Morales, 2007). Las respuestas a los pulsos de recursos en un ecosistema árido son complejas, más aún cuando los cambios en los factores ambientales

implican la interacción entre las variaciones en el clima y los cambios en el uso de la tierra. Estos pulsos de diferente duración afectan diferentes procesos dinámicos del bosque de *P. ferox*. El establecimiento episódico está determinado principalmente por pulsos húmedos de más de un año de duración. Por el contrario, la naturaleza gradual y de largo plazo que caracteriza a los cambios en la carga ganadera se refleja también en cambios graduales y de largo plazo en el crecimiento radial y el establecimiento de los bosques. El pastoreo afecta las relaciones entre variabilidad climática y establecimiento a través del consumo de los nuevos individuos recientemente implantados. Es por ello que las relaciones entre establecimiento y precipitación son más evidentes en períodos con menor carga ganadera (fig. 2). Asimismo, el pastoreo a través del consumo de la biomasa por ramoneo, disminuye el crecimiento; sin embargo, se observa que

la variabilidad interanual en el crecimiento responde a las variaciones interanuales de la precipitación.

El aumento de las precipitaciones ocurridos durante el siglo XX y la fuerte migración de la población rural en el noroeste argentino, han provocado la expansión y recuperación parcial del bosque de *P. ferox*, y en consecuencia de la comunidad vegetal asociada (fig. 2). Bajo este escenario la producción sostenible de madera se ve favorecida, sin embargo, aún se espera un largo período de uso de los bosques de *P. ferox* debido a los bajos ingresos de la población local, a la componente cultural que representa el uso de madera de *P. ferox* para cocinar en la región, al encarecimiento del precio de los combustibles y a las predicciones futuras sobre déficit energéticos.



Fig. 1. Bosque de *Prosopis ferox* en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy). (Foto: M. Morales).

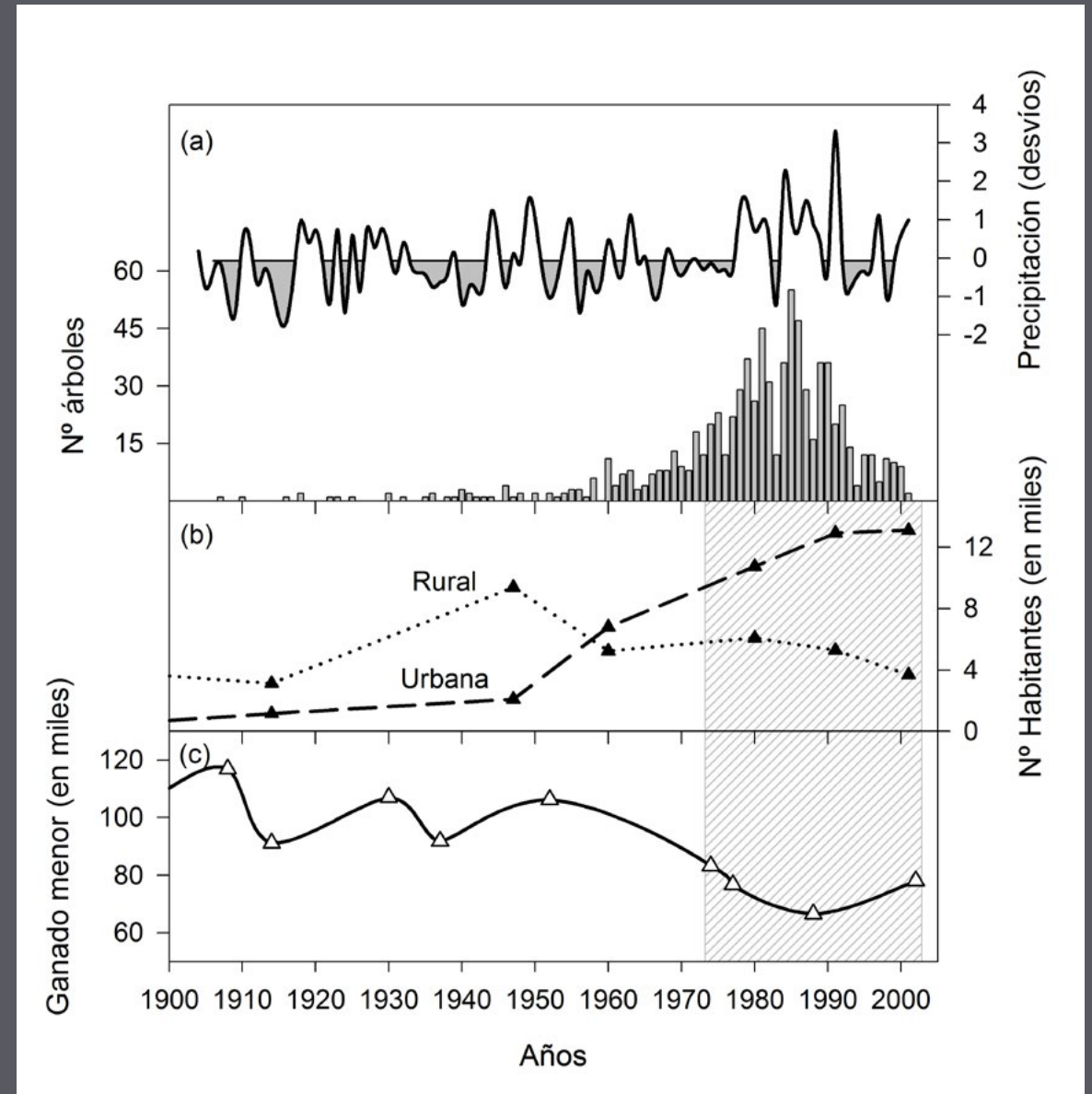


Fig. 2: bosques de *Prosopis ferox* en la Quebrada de Humahuaca. Estructura de edades (número de árboles establecidos cada año) en relación a los desvíos de la precipitación anual (julio-junio) regional de la Quebrada de Humahuaca (a); y en relación a las fluctuaciones en la cantidad de habitantes (b), y la cantidad de ganado menor (ovejas + cabras) del departamento de Humahuaca (c). El sector sombreado representa el período con menor impacto de las actividades antrópicas.

CUADRO 5

Ocupación territorial, pobladores y usos del bosque en el noreste de Mendoza

Alejandro Tonolli

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA-CONICET Mendoza).

Distribución de la población en el noreste de Mendoza

La explicación de la distribución de una población en un territorio debe considerar elementos de la propia naturaleza (recursos naturales y servicios ecosistémicos), de la relación sociedad naturaleza (utilidades y modos de uso de los recursos naturales) y de las relaciones sociales construidas (acceso a los recursos naturales y servicios ambientales,

intercambios de bienes, etc.). El territorio del noreste de Mendoza presenta evidencias de ocupación, al menos durante los últimos 10.000 años, y actualmente es ocupada por pobladores que conforman unidades domésticas de producción, denominadas puestos (fig.1).

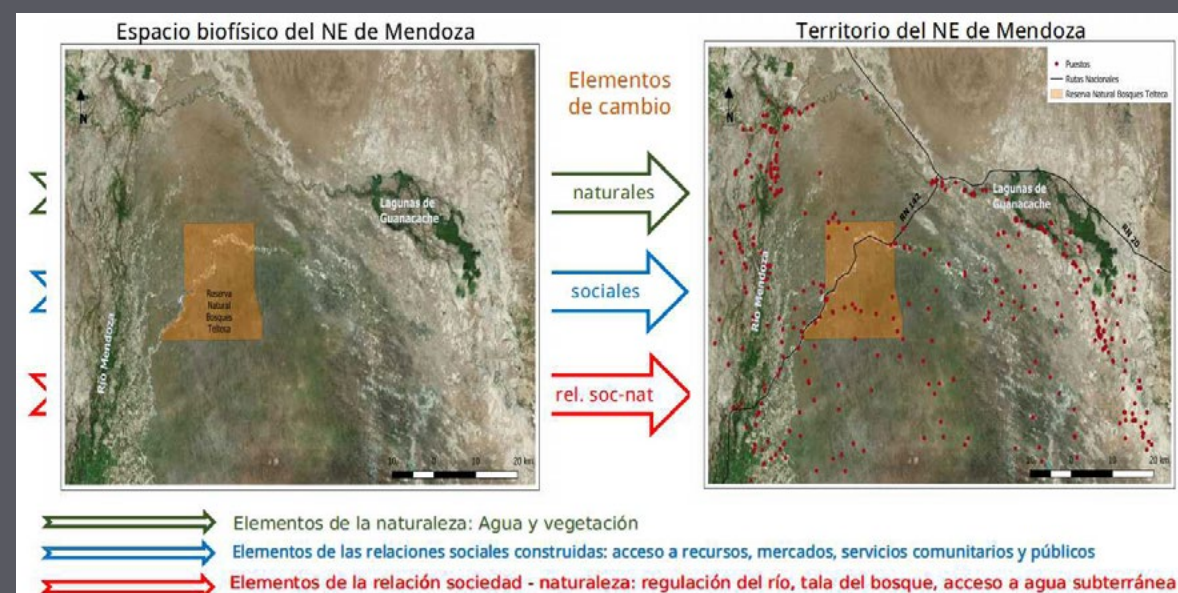


Fig. 1. Espacio biofísico del noreste de Mendoza que ha sido atravesado por elementos de la relación sociedad-naturaleza y de las relaciones sociales construidas que explican la distribución de los puestos en el territorio construido. Los puntos rojos indican la ubicación de un puesto ganadero.

El agua es el condicionante principal de los procesos ecológicos, socioeconómicos y culturales en esta región. El principal elemento de la naturaleza que explica la ocupación del espacio es la disponibilidad y acceso al agua, encontrando una mayor densidad de puestos en las zonas correspondientes con los márgenes de los ríos, las lagunas y los paleocauces (Goirán et. al., 2013). Otro elemento importante es la disponibilidad de vegetación para uso productivo (forraje para animales) y para uso doméstico (alimento, construcción y calefacción). En este caso, el bosque de algarrobos aporta un plus de productividad ambiental y, por ello, los recursos para el establecimiento y el funcionamiento de los puestos.

Dentro de los elementos de sociedad-naturaleza que explican la distribución de la población, la regulación del río Mendoza (asignación intencionada de agua a tierras de la cuenca media del río) generó escasez de agua superficial hacia el final de esta cuenca y provocó transformaciones productivas y desplazamientos de la población (nuevas áreas). Por su parte, el incremento de la demanda de madera desde

los oasis irrigados durante buena parte del siglo pasado provocó la creación, monte adentro, de nuevos puestos de residencia permanente en espacios que hacían las veces de lugares de acopio de los productos de la tala.

Por último, entre los elementos de relaciones sociales construidas se destaca la llegada del ferrocarril, los mecanismos de acceso a la tierra y los accesos viales. La llegada del ferrocarril provocó el asentamiento de nuevos puestos y localidades en lugares no poblados. Por su parte, la propiedad comunitaria de la tierra ha propendido a que los nuevos puestos se establezcan en las cercanías del puesto pionero (grupos de puestos) y, finalmente, la necesidad de disponer accesos que faciliten la comunicación ha concentrado los puestos en los márgenes de los principales caminos.

El conjunto de elementos mencionados, ayudan a comprender la distribución actual de la población en el NE de Mendoza, pero que aún deben ser completados y explorados con mayor profundidad y, sobre todo, analizados en términos de relaciones de poder.

Los campesinos de la Reserva Provincial Bosques Telteca y sus alrededores

Un caso particular lo constituye la Reserva Provincial Bosques Telteca y su área circundante (fig. 1). La reserva fue creada en el año 1985 con la finalidad de proteger los bosques de algarrobos. Hasta el siglo XIX, este espacio era ocupado por pobladores que traían sus animales desde localidades cercanas cuando las condiciones ambientales en esos territorios eran desfavorables. Desde fines del 1800, por una conjunción de elementos de la propia naturaleza (sequías y baja oferta forrajeras), de elementos de sociedad-naturaleza (tecnología

de acceso al agua subterráneas) y de relaciones sociales construidas (incremento demográfico), el área se fue ocupando con familias que se establecieron en forma permanente. Desde estos puestos se han ido desprendiendo otros puestos, ubicados a 2 o 3 km de distancia, que han sido construidos con aportes materiales y de mano de obra del puesto pionero y con el cual mantienen lazos de sangre. Esta dinámica de ocupación reciente explica, en parte, la distribución dispersa y aislada de los más de 80 puestos presentes en ese territorio.

CUADRO 6

La rueda de la vida en el algarrobo dulce: ¿qué pasa si hay vacas en el camino?

Valeria Aschero

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET Mendoza). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo.

Estos pobladores son productores agropecuarios de tipo campesino que han construido un conjunto de prácticas sociales para conformar una estrategia de reproducción social basada en la constitución de una unidad doméstica de producción, consumo y trabajo (Tonolli, 2017). Es decir, una residencia abocada a la producción de carne caprina, principalmente, y de otros productos, y a la venta de mano de obra (migraciones). De este modo, en la zona de estudio está presente un modo de economía de subsistencia pluriactiva y multi inserta con leve tendencia hacia la proletarización, cuyo éxito radica en la disponibilidad de mano de obra en la estructura familiar y en la capacidad de autoabastecimiento.

Considerando la importancia del autoabastecimiento en la persistencia de los campesinos, las prácticas relacionadas con el uso de los algarrobales merecen una atención particular, ya que desde el bosque de algarrobos obtienen:

madera para calefacción e infraestructura doméstica y productiva; algarrobales para los animales y para la elaboración de arrope y de productos curativos; y servicios ecosistémicos como la apicultura, la productividad vegetal y el refugio para pobladores y animales. Cabe destacar que la forma de uso de los algarrobales (leña seca, extracción de fustes y ramas secundarias) por parte de los campesinos evita la pérdida de los árboles, propiciando la conservación del bosque, tal como se discute en el apartado 8.4.3 de este capítulo. El vínculo entre el uso y conservación del bosque por parte de estos campesinos expresa un acomodo histórico entre lo que el bosque les otorga y la intensidad en que estos campesinos lo utilizan, vínculo que debe ser pensado y analizado en términos de una racionalidad propia, un sentido práctico singular y una sostenibilidad situada, en un marco legal de prohibición de extracción de madera para comercializar.

Uno de los desafíos urgentes en ecología es evaluar cómo los cambios ambientales inducidos por los humanos afectan a la viabilidad de las poblaciones de especies forestales. Utilizar un enfoque integral al ciclo de vida puede ayudarnos a entender y orientar cómo gestionar los impactos de las actividades humanas en la conservación de una especie.

Un ejemplo de esta aproximación fue la que realizamos con modelos matriciales de proyección poblacional para evaluar si la tasa de crecimiento poblacional cambiaba en *Prosopis flexuosa* entre áreas bajo producción de cría vacuna y sin uso ganadero durante más de tres décadas (Reserva de Biosfera de Nacuñán). Nuestros resultados indicaron que si bien hubo efectos del pastoreo en diferentes tasas vitales (reproducción, crecimiento y supervivencia) (fig.1), tales efectos no se reflejan en diferencias importantes en la tasa de crecimiento poblacional del algarrobo en sitios con uso ganadero o sin ganadero (Con ganadero = 1,003; 95 % IC= [0,98, 1,03]; Sin ganadero = 1,007; 95 % IC= [0,98, 1,05]) (Aschero et. al., 2016). Al preguntarnos: ¿qué etapas del ciclo de vida son más importantes para determinar el crecimiento de la población de algarrobo? La

respuesta es que la supervivencia de árboles adultos es la más importante y que las tasas vitales relacionadas con la fecundidad, como la producción de semillas y su germinación, son relativamente menos importantes. Este es un patrón esperado para una especie leñosa de larga vida. Nuestro caso de estudio resalta la importancia de considerar todo el ciclo de vida al evaluar las consecuencias de los cambios ambientales inducidos por actividades humanas para una especie en particular. Los resultados también advierten contra la elaboración de conclusiones sobre el impacto antrópico en la conservación de las especies utilizando estudios centrados exclusivamente en etapas particulares del ciclo de vida, como la producción de semillas. Por último, el estudio permite sugerir con una base racional que las actividades humanas que no afecten la supervivencia de los árboles adultos, como la poda moderada o la recolección de madera muerta para uso doméstico, la cría de ganado con cargas moderadas, o el aprovechamiento de las vainas para producir harina que se realiza tradicionalmente por los pobladores locales, no generan consecuencias negativas sobre la dinámica de la especie en el Monte central.

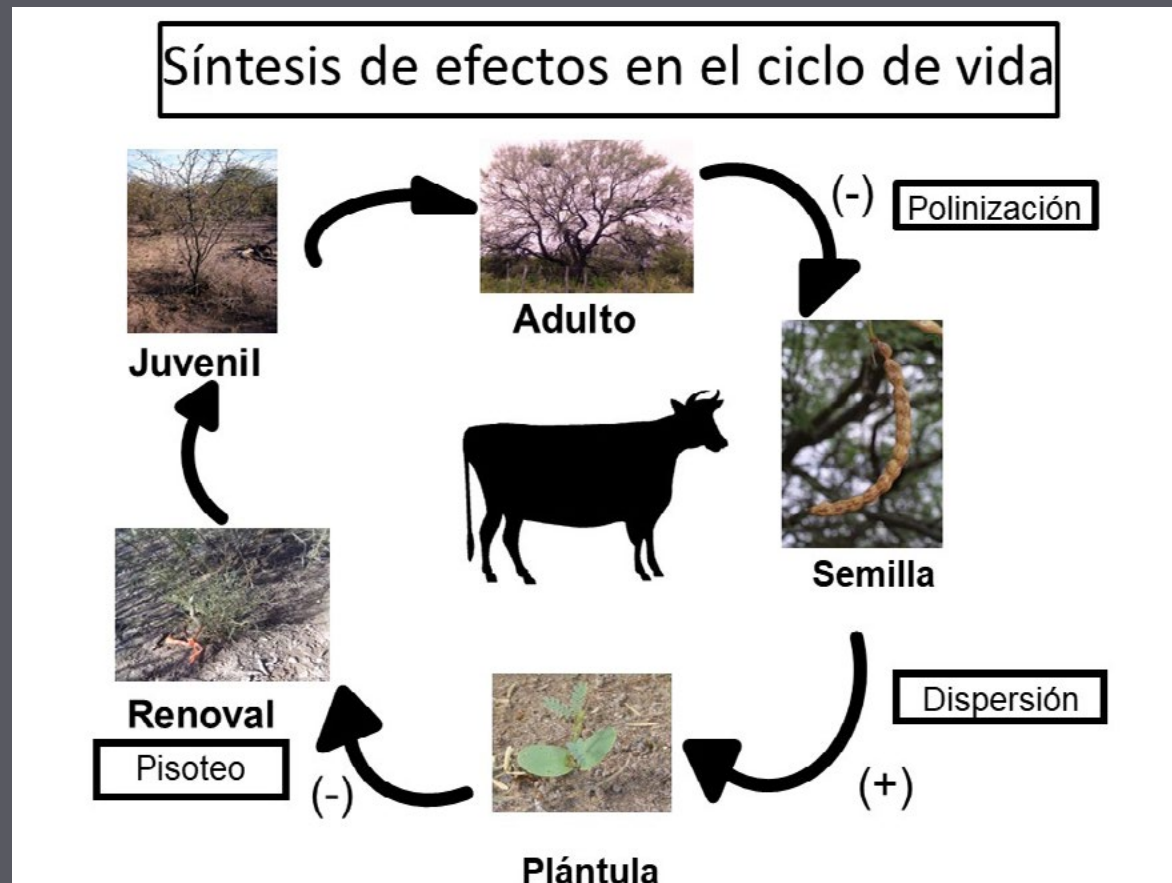


Fig. 1. Efecto del pastoreo en las distintas etapas del ciclo de vida de *Prosopis flexuosa*. Los signos + y - indican el efecto del pastoreo para el paso de una etapa a otra.

Bibliografía

Abraham, E.M., 1979. Geomorfología y biota del Valle de Sanagasta (Provincia de La Rioja, Rca. Argentina). *Deserta* 5, 95-155.

Abraham, E.M., Prieto, M.R., 1981. Enfoque diacrónico de los cambios ecológicos y de las adaptaciones humanas en el NE árido mendocino. En: Cuadernos del CEIFAR N° 8. Ruiz, J. C. (ed.). CEIFAR-CONICET-UNC, Mendoza. pp. 108-139.

Abraham, E.M., Prieto, M., 1993. Vulcanismo y procesos de desertificación en el sur de Mendoza. La erupción del Quizapú en 1932 y sus efectos ambientales. I Jornadas de Vulcanología, Medio Ambiente y Defensa Civil. Asociación Geológica de Mendoza, pp 45-53.

Abraham, E.M., Prieto, M.R., 1999. Vitivinicultura y desertificación en Mendoza. En: Estudios de historia y ambiente en América: Argentina, Bolivia, México, Paraguay. García Martínez, B. (ed.). IPGH - Colegio de México, México, pp. 109-135.

Abraham, E.M., 2001. Uso histórico-cultural de la Reserva de Biósfera de Ñacuñán. En: El desierto del Monte: La Reserva de Biósfera de Ñacuñán. Claver, S., Roig-Juñent, S. (eds.). IADIZA - MAB - UNESCO, Mendoza, pp. 131-134.

Abraham, E.M., 2003. Desertificación: bases conceptuales y metodológicas para la planificación y gestión. Aportes a la toma de decisión. *Zonas Áridas* 7, 19-68.

Abraham, E.M., Montaña, E., Torres, L., 2006. Desertificación e Indicadores: posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos. *Revista Electrónica Scripta Nova X* (214).

Abraham, E., del Valle, H.F., Roig, F., Torres, L., Ares, J.O., Godagnone, R., 2009. Overview of the geography of the Monte Desert biome (Argentina). *Journal of Arid Environments* 73, 144-153.

Abraham, E.M., Rubio, M.C., Rubio, C., Soria, N.D., 2017. Análisis del Subsistema físico-biológico. En: Ordenar el territorio. Un desafío para Mendoza. Gudiño, M., Marre, M., Abraham, M.E., Pizzi, D. (eds.). EDIUNC, pp. 35-106.

Abril, A., Villagra, P., Noe, L., 2009. Spatiotemporal heterogeneity of soil fertility in the Central Monte desert (Argentina). *Journal of Arid Environments* 73, 901-906.

Adema, E.O., Buschiazzo, D.E., Rucci, F.J., Rucci, T., Gomez Hermida, V.F., 2003. Balance de agua y productividad de un pastizal rogado en Chacharramendi, La Pampa. EEA Anguil "Ing Agr. Guillermo Covas". Publ. Tec N°50, p 20.

Adler, P.B., Raff, D.A., Lauenroth, W.K., 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128, 465-479.

Agüero, L., Rojas, J.F., Alvarez, J.A., 2018. Aportes desde la cartografía participativa y la historia ambiental al Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo en San Juan. *Revista Proyección*, (en prensa).

Allegretti, L.I., Passera, C.B., Paez, J., Ubeda, A., Sartor, C., Robles, A.B., 2005. Capacidad sustentadora y composición botánica de la ingesta caprina en un ecosistema árido, Lavalle, Argentina. En: Producciones agro-ganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural. Osoro Otadui, K. Argentería

Gutiérrez, A., Larraceleta González, A. (eds.). España, pp. 221-228.

Allegretti, L., Sartor, C.E., Trejo, J., Páez, S., Páez, J., 2007. Efecto del estado fisiológico en la composición botánica de la ingesta de cabras en el NE de Lavalle, Argentina. V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, pp 2-5.

Alvarez, J.A., Villagra, P.E., Cony, M.A., Cesca, E., Boninsegna, J.A., 2006. Estructura y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* DC. en el Noreste de Mendoza, Argentina. Revista Chilena de Historia Natural 79, 75-87.

Alvarez, J.A. 2008. Bases ecológicas para el manejo sustentable del bosque de algarrobos (*Prosopis flexuosa* DC.) en el noreste de Mendoza. Argentina. Universidad Nacional del Comahue, Bariloche (Argentina).

Alvarez, J.A. y Villagra, P.E., 2009. *Prosopis flexuosa* DC. (Fabaceae, Mimosoideae). Kurtziana 35, 49-63.

Alvarez, J.A., Villagra, P., Villalba, R., 2010. Productividad maderable de *Prosopis flexuosa* DC. en el Monte central. Influencia de la estructura poblacional y el hábito de crecimiento. V Conferencia Internacional de Leguminosas, Buenos Aires, Argentina.

Alvarez, J.A., Villagra, P.E., Villalba, R., 2011a. Factors controlling deadwood availability and branch decay in two *Prosopis* woodlands in the Central Monte, Argentina. Forest Ecology and Management 262, 637-645.

Alvarez, J.A., Villagra, P.E., Villalba, R., Cony, M.A., Alberto, M., 2011b. Wood productivity of *Prosopis flexuosa* DC. woodlands in the central Monte: influence of the population structure and tree growth habit. Journal of Arid Environments 75, 7-13.

Alvarez, J., Villagra, P.E., Villalba, R., Debandi, G., 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.

Alvarez, J.A., Villagra, P.E., Cesca, E.M., Rojas, F., Delgado, S., 2015. Estructura, distribución y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* del Bolsón de Fiambalá (Catamarca). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 50, 193-208.

Alvarez, J.A., Villagra, P.E., Canizales Velázquez, P.A., Rojas, J.F., Cesca, E., Delgado, S., 2016. Structure and conservation status of the Villa Unión woodlands (La Rioja). Tree growth study and the production of wood poles. Third American Dendrochronology Conference. Mendoza, Argentina.

Aranibar, J.N., Villagra, P.E., Gomez, M.L., Jobbágy, E., Quiroga, M., Wuilloud, R.G., Monasterio, R.P.P., Guevara, A., 2011. Nitrate dynamics in the soil and unconfined aquifer in arid groundwater coupled ecosystems of the Monte desert, Argentina. Journal of Geophysical Research 116 G04015, 1-14.

Arenas, P., Martínez, G.J., Rosso, C.N., Scarpa, G.F., Kamienkowski, N.M., Suárez, M.E., Muiño, W., Montani, M.C., 2012. Etnobotánica en zonas áridas y semiáridas del Cono Sur de Sudamérica. Buenos Aires, pp 270.

Arroyo, N., 2014. Aporte al conocimiento etnobotánico de la flora de San Juan: sistematización etnobotánica del conocimiento de plantas con uso medicinal en la comunidad serrana de las Chacras, dpto. Caucete, San Juan. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional de San Juan.

Aschero, V., Morris, W.F., Vázquez, D.P., Alvarez, J.A., Villagra, P.E., 2016. Demography and population growth rate of the tree *Prosopis flexuosa* with contrasting grazing regimes in the Central Monte Desert. Forest Ecology and Management 369, 184-190.

Bertiller, M.B., Marone, L., Baldi, R., Ares, J.O., 2009. Biological interactions at different spatial scales in the Monte desert of Argentina. Journal of Arid Environments 73, 212-221.

Besio, L., 2010. Estudio Fitosociológico de Bosques de *Maytenus boaria* Mol. (maitén) en quebradas de la Cordillera Frontal, Departamento de San Carlos, Mendoza (69°18' - 69°11' Long. W y 33°50' - 43°06' Lat. S). Universidad Nacional de Cuyo,

Besio, L., González Loyarte, M.M., Peralta, I.E., 2011. Estado de conservación en bosques de *Maytenus boaria* Mol. (maitén) en quebradas cordilleranas. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 43, 57-73.

Besio, L., González Loyarte, M.M., Peralta, I.E., 2017. Chañarales: symbolic space of healing and danger Essay carried out on ethnographic notes with peasants from Huarpe communities in the department of Lavalle, NE in the province of Mendoza (Argentina). Revista del Museo de Antropología, 10, 105-116.

Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R., Havstad, K.M., Alexander, R., Chavez, G., Herrick, J.E., 2003. Development and use of state-and-transition models for rangelands. J. Range Manage 56, 114-126.

Bisigato, A., Villagra, P.E., Ares, J., Rossi, B.E., 2009. Vegetation heterogeneity in Monte Desert ecosystems: A multi-scale approach linking patterns and processes. Journal of Arid Environments 73, 182-191.

Biurrun, F.N., Agüero, W.D., Teruel, D.F., 2012. Consideraciones fitogeográficas sobre la vegetación de los llanos de La Rioja. Serie: Estudios sobre el Ambiente y el Territorio 5, 1-24.

Borrás, M., Manghi, E., Mirraño, F., Mónaco, M., Navall, M., Peri, P., Periago, M.E., Preliasco, P., 2017. Acercando el manejo de bosques con ganadería integrada al monte chaqueño. Una herramienta para lograr una producción compatible con la conservación del bosque. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

Cabido, M., González, C., Díaz, S., 1993. Vegetation changes along a precipitation gradient in Central Argentina. Vegetatio 109, 5-14.

Cabrera, A.L., 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Kugler, W.F., (ed.). Editorial ACME, Buenos Aires, pp. 85.

Calzon Adorno, M.E., 1995. Estudio de la productividad económica de un bosque de algarrobo en el Departamento de Cafayate. Pcia de Salta. Universidad Nacional de Salta.

Calzon, M.E., Coirini, R.O., Ortín, A.E., 2008. Estructura y manejo de algarrobales en la provincia biogeográfica del Monte en el noroeste argentino. XXIII Jornadas Forestales, Concordia, Entre Ríos, Argentina, pp 1-10.

Campos, C.M., Ojeda, R.A., 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environment* 35, 707-714.

Campos, V.E., Andino, N., Cappa, F.M., Reus, M.L., Giannoni, S.M., 2013. La selección de microhábitat por *Octomys mimax* (Rodentia: Octodontidae) en el Desierto del Monte es afectada por los atributos y propiedades térmicas de las grietas. *Revista Chilena de Historia Natural* 86, 315-324.

Carrera, A.L., Mazzarino, M.J., Bertiller, M.B., Del Valle, H.F., Martínez Carretero, E., 2009. Plant impacts on nitrogen and carbon cycling in the Monte Phytogeographical Province, Argentina. *Journal of Arid Environments* 73, 192-201.

Castellino, M.E., Hurado, S.M., Colombi, P.D., Fernández, J., González, M.B., Nasiff, S., 2010. Lavalle: Tierra de presencias inquietantes. Universidad Nacional de Cuyo. Inca Editorial, pp 218.

Catalán, L.A., 2000. Crecimiento leñoso de *Prosopis flexuosa* en una sucesión post-agrícola en el Chaco Arido: efectos relaciones de distintos factores de proximidad. Universidad Nacional de Córdoba.

Cavagnaro, J.B., Dalmaso, A., Candia, R., 1983. Distribución vertical de materia seca en gramíneas nativas del Este de Mendoza. *Deserta* 7, 271-289.

Cavagnaro, J.B., Lemes, J., Ventura, J.L., Passera, C.B., 1989. Variabilidad ecotípica y producción forrajera de *Trichloris crinita*. 14 Congreso de Producción Animal. *Revista Asociación Argentina de Producción Animal* (supl 1).

Cavagnaro, J.B., Trione, S.O., 2007. Physiological, morphological and biochemical responses to shade of *Trichloris crinita*, a forage grass from the arid zone of Argentina. *Journal of Arid Environments* 68, 337-347.

Cavagnaro, P.F., Cavagnaro, J.B., Lemes, J.L., Masuelli, R.W., Passera, C.B., 2006. Genetic diversity among varieties of the native forage grass *Trichloris crinita* based on AFLP markers, morphological characters, and quantitative agronomic traits. *Genome* 49, 906-918.

Cesca, E.M., Villagra, P.E., Passera, C.B., Alvarez, J.A., 2012. Effect of *Prosopis flexuosa* on understory species and its importance to pastoral management in woodlands of the Central Monte Desert. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 44, 211-223.

Cesca, E.M., 2013. Influencia del fuego en la estructura y dinámica de los algarrobales del sudeste de Mendoza. Universidad Nacional de Córdoba.

Cesca, E.M., Villagra, P.E., Alvarez, J., 2014. From forest to shrubland: Structural responses to different fire histories in *Prosopis flexuosa* woodland from the Central Monte (Argentina). *Journal of Arid Environments* 110, 1-7.

Chiarlo, N., Oviedo, I., Martínez, F., Sosa, H., 1990. Ubicación y descripción de los últimos "Relictos" de *Chacaya trinervis* en el pedemonte del departamento de Malargüe – Mendoza. Biblioteca Municipal y Popular. Base Fernández N° 2665.

Coirini, R., Karlin, M., Llaya, G., Sánchez, S., Contreras, A., Zapata, R., 2017. Evaluación de prácticas de desmonte selectivo y clausuras temporales en sistemas degradados del Chaco Árido (Argentina). *Revista de Ciencias Ambientales* 51, 73-90.

Contreras, L.C., Jobbágy, E., Villagra, P.E., Noretto, M.D., Puigdefábregas, J., 2011. Remote sensing estimates of supplementary water consumption by arid ecosystems of Central Argentina. *Journal of Hydrology* 397, 10-22.

Cony, M., 1993. Programa de Conservación y Mejoramiento de Especies del Género *Prosopis* en la Provincia Fitogeográfica del Monte, Argentina. Convenio CIID-IADIZA. En: *Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión de Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID. Conservación y Mejoramiento de Especies del Género Prosopis*. IADIZA (ed.). IADIZA-CRICYT-CIID, Mendoza, Argentina, pp 37-72.

Cony, M.A., 1996. Genetic variability in *Prosopis flexuosa* DC., a native tree of the Monte phytogeographic province, Argentina. *Forest Ecology and Management* 87, 41-49.

Cony, M.A., Trione, S.O., 1998. Inter- and intraspecific variability in *Prosopis flexuosa* and *P. chilensis*: seed germination under salt and moisture stress. *Journal of Arid Environments* 40, 307-317.

Cony, M.A., Villagra, P.E., Alvarez, J.A., 2004. Producción actual y potencial de leña y madera en algarrobales del Monte, Argentina. Pautas de manejo y aprovechamiento sustentables. Segunda Reunión Binacional de Ecología, Mendoza, Argentina.

Cordo, H.A., Di Iorio, O., Braun, K., Logarzo, G., 2004. Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas. Sociedad Entomológica Argentina ediciones.

Cui, Y., Shao, J., 2005. The role of ground water in arid / semiarid ecosystems, Northwest China. *Groundwater* 43(4), 471-477.

Dalmaso, A., 1993. Selección de formas de una población de *Prosopis chilensis* (Mol.) Stunz para ensayos de forestación. En: *Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión de Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID. Conservación y Mejoramiento de Especies del Género Prosopis*. IADIZA (ed.). Mendoza, Argentina, pp. 79-92.

Dalmaso, A.D., Anconetani, J., 1993. Productividad de frutos de *Prosopis flexuosa* (Leguminosae), algarrobo dulce, en Bermejo, San Juan. *Multequina* 2, 173-181.

Dalmaso, A., Llera, J.A., 1996. Contenido de cera en relación al diámetro de ramas de *Bulnesia retama* en Ampacama, Caucete, San Juan. *Multequina* 5, 43-48.

Dalmaso, A., Márquez, J., Abarca, A., Montecchiani, R., Rosales, M., Zabaleta, E., 2011. Flórula del paraje de pedernal y alrededores. Departamento Sarmiento, San Juan. Pp 84.

De Almeida, C.F.C.B.R., de Lima e Silva, T.C., de Amorim, E.L.C., de S. Maia, M.B., de Albuquerque, U.P., 2005. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). *Journal of Arid Environments* 62, 127-142.

Debandi, G., Rossi, B.E., Aranibar, J., Ambrosetti, J.A., Peralta, I.E., 2002. Breeding system of *Bulnesia retama* (Gillies ex Hook & Arn.) Gris. (Zygophyllaceae) in the Central Monte Desert (Mendoza, Argentina). *Journal of Arid Environments* 51, 141-152.

Del Olmo, B., 2010. Descripción estructural y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* (algarrobo) del Departamento de La Paz (Mendoza). Universidad Nacional de Cuyo.

Del Valle, H.F., Elissalde, N.O., Gagliardini, D.A., Milovich, J., 1998. Status of desertification in the Patagonian region: assessment and mapping from satellite imagery. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 12, 95-122.

Del Vitto, L.A., Petenatti, E.M., Petenatti, M.E., 1997. Recursos herbolarios de San Luis (República Argentina). Primera parte: plantas nativas. *Multequina* 6, 49-66.

Demaio, P., Karlin, U.O., Medina, M., 2002. Árboles nativos del centro de Argentina. L.O.L.A., Buenos Aires.

Demaio, P., Karlin, U., Medina, M., 2015. Árboles nativos de Argentina. Tomo 1: Centro y Cuyo. Ecoval Ediciones, Córdoba, Argentina.

Díaz Celis, A., 1995. Los algarrobos. CONCYTEC, Lima.

Díaz, R.O., 2003. Efectos de diferentes niveles de cobertura arbórea sobre la producción acumulada, digestibilidad y composición botánica del pastizal natural del Chaco Árido (Argentina). *Agriscientia* 20, 61-68.

Distel, R.A., Pelaez, D. V, Boo, R.M., Mayor, M.D., Elia, O.R., 1996. Growth of *Prosopis caldenia* seedlings in the field as related to grazing history of the site and in a greenhouse as related to different levels of competition from *Stipa tenuis*. *Journal of Arid Environments* 32, 251-257.

Dohn, J., Dembélé, F., Karembé, M., Moustakas, A., Amévor, K.A., Hanan, N.P., 2013. Tree effects on grass growth in savannas: competition, facilitation and the stress-gradient hypothesis. *Journal of Ecology* 101, 202-209.

Eamus, D., Zolfaghar, S., Villalobos-Vega, R., Cleverly, J., Huete, A., 2015. Groundwater-dependent ecosystems: recent insights, new techniques and an ecosystem-scale threshold response. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 12, 4677-4754.

Egea, A. V, Allegretti, L., Paez Lama, S., Grilli, D., Sartor, C., Fucili, M., Guevara, J.C., Passera, C., 2014. Selective behavior of Creole goats in response to the functional heterogeneity of native forage species in the central Monte desert, Argentina. *Small Ruminant Research* 120, 90-99.

Elfadl, M.A., Luukkanen, O., 2003. Effect of pruning on *Prosopis juliflora*: considerations for tropical dryland agroforestry. *Journal of Arid Environments* 53, 441-455.

F.A.O., 2007. Situación de los bosques del mundo.

Felker, P., Guevara, J.C., 2003. Potential of commercial hardwood forestry plantations in arid lands - an economic analyses of *Prosopis* lumber production in Argentina and the United States. *Forest Ecology and Management* 186 (1-3), 271-286.

Femenía, J.H., Giménez de Bolzón, A.M., 1991. *Ramorinoa girolae*: una especie leñosa xerofítica. II Jornadas de Ciencia y Técnica del NOA (Universidad de Santiago del Estero).

Femenía, J.H., López, A.T., 2004. Chicales de Prepuna del Valle Vilgo-Paganzo, La Rioja, Argentina. www.revistaciencias.com/publicaciones.

Fermani, S., Rubio, M.C., 2011. Hacia un fortalecimiento de la política forestal argentina: logros y desafíos de la provincia de Mendoza. <http://www.politicaspUBLICAS.uncu.edu.ar/articulos/index/hacia-un-fortalecimiento-de-la-politica-forestal-argentina-logros-y-desafios-de-la-provincia-de-mendoza>.

Fernández, M.C., Aschero, V., Chaar, J.E., Villagra, P.E., Naves, N., Álvarez, J.A., Avila, S.A., Morsucci, M., Dávila, V., 2018. Uso participativo de los frutos de Algarrobo Dulce: manos en la masa con harina de la casa; Departamento de Santa Rosa, Mendoza. Seminario Taller Latinoamericano "Saberes diversos hacia un abordaje complejo de las transformaciones territoriales". UNSE-INTA.

Ferreira, M., Green, L., 2012. Flores de la Estepa Patagónica: Guía para el reconocimiento de las principales especies de plantas vasculares de estepa. Editorial Vázquez Mazzini, Buenos Aires, Argentina.

Ffolliot, P.F., Thames, J.L., 1983. Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de la semillas de *Prosopis* en América Latina. F.A.O., Tucson, Arizona.

Fowler, H.G., 1982. Specificity of phytophagous insect guilds on *Prosopis* (Leguminosae). *Rev. Biol. Trop.* 30, 95-96.

Fucili, M., Páez, S.A., Salva, J.S., Guevara, J.C., Allegretti, L.I., 2013. Distribución espacial de cabras criollas en pastoreo en dos estaciones del año en un ambiente árido de Mendoza. Primer Congreso Argentino de Producción Caprina. "Calidad, Productividad, Desarrollo y Compromiso".

Garleff, K., 1987. El piedemonte andino de la Argentina. En: Detección y control de la desertificación. IADIZA (ed.). IADIZA-UNEP, Mendoza, pp 133-138.

Gatica, G., 2015. Cambios en la estructura de la vegetación a lo largo de un gradiente de lluvias en una región árida del centro-oeste de Argentina: consecuencias sobre la dinámica de carbono. Universidad Nacional de Cuyo.

Gaviorno, M., 2005. Aportes al conocimiento etnobotánico de la flora de San Juan (Argentina). Uso medicinal de las plantas en Balde del Rosario (Dpto. Valle Fértil). Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional de San Juan.

Gil, A.R., 2013. Estructura forestal y estado de conservación de los bosques de *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* (algarrobales) de la Depresión del Río Bermejo, noreste de San Juan. Universidad Nacional de Cuyo.

Giordano, C.V, Guevara, A., Boccalandro, H., Sartor, C., Villagra, P.E., 2011. Water status, drought tolerance responses and growth of *Prosopis flexuosa* trees with different accessibility to the water table in a warm South American desert. *Plant Ecology* 212(7), 1123-1134.

Goirán, S.B., Tonolli, A., Aranibar, J.N., Villagra, P.E., Millan, E., Forconesi, L., Bringa, E.M., 2013. Factores que determinan el uso del espacio y los recursos en zonas áridas no irrigadas

del NE de Mendoza (Argentina). En: Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe. Valdivia, Chile. Lara, A., Laterra, P., Manson, R., Barrantes, G. (eds.). Red ProAgua CYTED. Imprenta América. Valdivia, Chile, pp 97-109.

Gomez, M.L., Aranibar, J.N., Wuilloud, R., Rubio, C., Martinez, D., Soria, D., Monasterio, R., Villagra, P.E., Goirán, S., 2014. Hydrogeology and hidrogeochemical modeling in phreatic aquifer of NE Mendoza, Argentina. *Journal of Iberian Geology* 40, 521-538.

Gómez Sosa, E., 1994. Ramorinoa spagazzini. Flora de San Juan. Vol. 1 Leguminosae. Kiesling, R. (ed.). Editorial Vázquez Mazzini. Pp 331-332.

Gonnet, J.M., Guevara, J.C., Estevez, O.R., 2003. Perennial grass abundance along a grazing gradient in Mendoza, Argentina. *Journal of Range Management* 56, 364-369.

González Loyarte, M.M., Martínez Carretero, E., Roig, F.A., 1990. Forest of *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* (Leguminosae) in the NE of Mendoza. I. Structure and Dynamism in the Area of the «Telteca Natural Reserve». *Documents Phytosociologiques* 12, 285-289.

Greco, S.A., Cavagnaro, J.B., 2002. Effects of drought in biomass production and allocation in three varieties of *Trichloris crinita* (Poaceae) a forage grass from the arid Monte region of Argentina. *Plant Ecol* 164, 125-135.

Greco, S.A., Cavagnaro, J.B., 2005. Growth characteristics associated with biomass production in three varieties of *Trichloris crinita* (Poaceae), a forage grass native to the arid regions of Argentina. *The Rangeland Journal* 27, 135-142.

Greco, S.A., Sartor, C.E., Villagra, P.E., 2013. Minimum water input event for seedling emergence of three native perennial grasses of the Central Monte desert (Argentina) influenced by the effect of shade and the season of the year. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 45, 197-209.

Guevara, A., Giordano, C.V., Aranibar, J., Quiroga, M., Villagra, P.E., 2010. Phenotypic plasticity of the coarse root system of *Prosopis flexuosa*, a phreatophyte tree, in the Monte Desert (Argentina). *Plant and Soil* 330, 447-464.

Guevara, J.C., Estévez, O.R., Torres, E.R., 1995. Receptividad de las pasturas naturales de la llanura de Mendoza. *Multequina* 4, 29-35.

Guevara, J.C., Stasi, C.R., Estevez, O.R., 1996. Effect of cattle grazing on range perennial grasses in the Mendoza plain, Argentina. *Journal of Arid Environments* 34, 205-213.

Guevara, J.C., Grünwaldt, E., Estevez, O.R., Bisigato, A.J., Blanco, L.J., Biurrun, F.N., Ferrando, C.A., Chirino, C.C., Morici, E.F., Fernández, B., Allegretti, L.I., Passera, C.B., 2009. Range and livestock production in the Monte Desert, Argentina. *Journal of Arid Environments* 73, 228-237.

Hadad, M., Almiron, M., Scaglia, J., 2014. Estructura de un bosque de *Ramorinoa girolae* (Fabaceae), en la Sierra de Pie de Palo, San Juan (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 49, 283-292.

Hunziker, J.H., 1952. Las comunidades vegetales de la cordillera de La Rioja. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 6, 167-196.

Idoyaga Molina, A., 1999a. El simbolismo de lo cálido y lo frío. Reflexiones sobre el daño, la prevención y la terapia entre los criollos de San Juan (Argentina). *Mitológicas* 14, 7-27.

Idoyaga Molina, A., 1999b. La selección y combinación de medicinas entre la población campesina de San Juan. *Scripta Ethnologica* 21, 7-33.

Iglesias, M.D.R., Barchuk, A., Grilli, M.P., 2012. Carbon storage, community structure and canopy cover: A comparison along a precipitation gradient. *Forest Ecology and Management* 265, 218-229.

IUCN, 2016. IUCN South America: annual report 2016.

Jobbágy, E.G., Noretto, M.D., Villagra, P.E., Jackson, R.B., 2011. Water subsidies from mountains to deserts: Their role sustaining groundwater-fed oases in a sandy landscape. *Ecological Applications* 21, 678-694.

Karlin, M.S., Coirini, R.O., Contreras, A.M., 2010. El ganado doméstico en Salinas Grandes. En: Manejo sustentable del ecosistema Salinas Grandes, Chaco Árido. Coirini, R.O., Karlin, M.S., Reati, G.J. (eds.). Encuentro Grupo Editor, pp 301.

Karlin, M., Coirini, R.O., 2012. Bosques Nativos: manual de buenas prácticas y propuestas de producción sostenible, ecorregión forestal Monte. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Proyecto Manejo Sostenible de los Recursos Naturales (BIRF 7520-AR_PNUD 08/008). Componente Bosques Nativos y su Biodiversidad.

Karlin, U.O., Díaz, R., 1984. Potencialidad y Manejo de Algarrobos en el Árido Subtropical

Argentino. Secretaría de Ciencia y Técnica, Programa Nacional de Recursos Naturales Renovables.

Karlin, U.O., Martinelli, M., Gaviorno, M., Díaz, G., Ordoñez, C., 2005. Saberes que sanan. Plantas nativas con uso medicinal en Balde del Rosario, San Juan, Argentina. Universidad Nacional de San Juan.

Karlin, U.O., Martinelli, M., Damiani, O., Díaz, G., Ordóñez, C., Gaviorno, M., Meglioli, C., Ojeda, M., Coirini, R., Ribas, Y., Hadad, M., Escobar, V., 2006. Huellas de Identidad. Uso y conservación de las plantas en Tudcum, Malimán y Angualasto. Universidad Nacional de San Juan.

Karlin, U.O., 2013. Potencial de los sistemas agrosilvopastoriles. En: El Chaco árido. Karlin, M.S., Karlin, U.O., Coirini, R.O., Reati, G.J., Zapata, R. (eds.). Encuentro. Córdoba, Argentina, pp 349-363.

Karlin, U.O., Damiani, O.A., Martinelli, M., Inojosa, M., Díaz, G., Ordóñez, C., Tapia, R., Agüero, L., Ribas, Y., Martínez, M.S., Slavutzky, I., Neira, P., García, A., Flores, A., Lucero, P., Heredia, B., Márquez, J., Sherbosky, R., 2017a. Los bosques del Monte: conservación y manejo de los bienes comunes y naturales. Una experiencia colectiva en el Valle de Bermejo. Departamento Caucete, San Juan, Argentina. Universidad Nacional de San Juan.

Karlin, U.O., Karlin, M.S., Zapata, R.M., Coirini, R.O., Contreras, A.M., 2017b. La Provincia Fitogeográfica del Monte: límites territoriales y su representación. *Multequina* 26, 63-75.

Kingsolver, J.M., Johnson, C.D., Swier, S.R., Teran, A.L., 1977. *Prosopis* fruits as a resource for invertebrates. En: Mesquite. Its biology in two Desert Scrub Ecosystems. Simpson, B.B.

- (ed.). U.S./ibp synthesis series 4. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., pp 108-122.
- Kozub, P.C., Barboza, K., Galdeano, F., Quarín, C.L., Cavagnaro, J.B., Cavagnaro, P.F., 2017a. Reproductive biology of the native forage grass *Trichloris crinita* (Poaceae, Chloridoideae). *Plant Biology* 19, 444-453.
- Kozub, P.C., Cavagnaro, J.B., Cavagnaro, P.F., 2017b. Exploiting genetic and physiological variation of the native forage grass *Trichloris crinita* for revegetation in arid and semi-arid regions: An integrative review. *Grass and Forage Science* 73, 257-271.
- Kunst, C., Ledesma, R., Basan Nickish, M., Angella, G.L., Prieto, D., Godoy, J., 2003. Rolado de fachinales e infiltración de agua en suelo en el chaco occidental (Argentina). *RIA* 32, 105-126.
- Kunst, C.R., Ledesma, R., Navall, M., 2008. RBI: Rolado Selectivo de Baja Intensidad. INTA. Santiago del Estero.
- Labraga, J.C., Villalba, R., 2009. Climate in the Monte Desert: past trends, present conditions, and future projections. *Journal of Arid Environments* 73, 154-163.
- Ladio, 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, 222-227.
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S.R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A.N., Deadman, P., Kratz, T., Lubchenco, J., Ostrom, E., Ouyang, Z., Provencher, W., Redman, C.L., Schneider, S.H., Taylor, W.W., 2007. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science* 317, 1513-1516.
- Magliano, P.N., Fernández, R.J., Mercau, J.L., Jobbágy, E.G., 2015. Precipitation event distribution in central Argentina: Spatial and temporal patterns. *Ecohydrology* 8, 94-104.
- Mares, M.A., Enders, F.A., Kingsolver, J.M., Neff, J.L., Simpson, B.B., 1977. Prosopis as a niche component. En: *Mesquite. Its biology in two Desert Scrub Ecosystems*. Simpson, B.B (ed.). US/IBP Synthesis Series 4. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., pp 123-149.
- Mares, M.A.A., Morello, J., Goldstein, G., 1985. The Monte Desert and other subtropical semi-arid biomes of Argentina, with comments on their relation to North American arid areas. En: *Hot Deserts and Arid Shrublands*. Evenary, M., Noy-Meir, I., Goodall, D.W. (eds.). Elsevier, Amsterdam-Oxford- New York- Tokio, pp. 203-237.
- Marinoni, L., Bortoluzzi, A., Parra-Quijano, M., Zabala, J.M., Pensiero, J.F., 2015. Evaluation and improvement of the ecogeographical representativeness of a collection of the genus *Trichloris* in Argentina. *Genetic Resources and Crop Evolution* 62, 593-604.
- Márquez, J., Ripoll, Y., Dalmaso, A.D., Ariza, M., Jordan, M., 2014. Árboles nativos de la Provincia de San Juan. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan.
- Martínez-Cabrera, H.I., Jones, C.S., Espino, S., Schenk, H.J., 2009. Wood anatomy and wood density in shrubs: responses to varying aridity along transcontinental. *American Journal of Botany* 96, 1388-1398.
- Martínez Carretero, E., Dalmaso, A.D., 1996. La vegetación de las reservas naturales de la provincia de Mendoza IV. Laguna El Trapal, Gral Alvear. *Multequina* 5, 5-12.
- Martínez Carretero, E., 1999. Saxicolous and riparian vegetation of a piedmont in central-western Argentina. *Journal of Arid Environments* 42, 305-317.
- Martínez Carretero, E., 2000. Vegetación de los Andes Centrales de la Argentina. *El Valle de Uspallata, Mendoza. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 34, 127-148.
- Martínez de Escobar, S., Neira, P., Lucero, P., 2015. Algarroba. Alimento ancestral. Inojosa, M., Ordonez, C. (eds.). Universidad Nacional de San Juan.
- Mbaiwa, J.E., 2003. The socio-economic and environmental impacts of tourism development on the Okavango Delta, north-western Botswana. *Journal of Arid Environments* 54, 447-467.
- McDonald, T., Gann, G., Jonson, J., Dixon, K., 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts.
- Meglioli, C., Vega Riveros, C., Meglioli, P., Gomez, P., Gaviorno, M., Ordoñez, C., Díaz, G., Martinelli, M., Damiani, O., Karlin, U., 2008. Sabores de nuestros pueblos. Usos de los recursos naturales en la alimentación y comidas tradicionales en las comunidades del Norte de Valle Fértil, San Juan, Argentina. Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan. ISBN 978-950-605-555-4.
- Meglioli, C., Scaglia, J., Hadad, M., Díaz Bisutti, G., 2012. Evaluación del poder germinativo de *Ramorinoa girolae* Speg. (Fabaceae) bajo diferentes tratamientos pregerminativos. *Análisis de semillas* 6, 62-65.
- Meglioli, P., Aranibar, J.N., Villagra, P.E., Álvarez, J.A., Jobbágy, E.G., Alvarez, J., Jobbágy, E.G., 2014. Livestock stations as foci of groundwater recharge and nitrate leaching in a sandy desert of the Central Monte, Argentina. *Ecohydrology* 7, 600-611.
- Melián Navarro, E., 2016. Estrategias de evasión y tolerancia de la sequía en arbustos del Monte y Chaco Árido: una aproximación desde atributos del leño. Universidad Nacional de San Juan.
- Méndez, E., 1992. Conservación de nuestros ecosistemas naturales. I Los médanos de Potrerillos, Luján de Cuyo, Mendoza. *Multequina* 1, 19-23.
- Montaña, E., Torres, L., Abraham, M.E., Torres, E., Pastor, G., 2005. Los espacios invisibles. Subordinación, marginalidad y exclusión de los territorios no irrigados en las tierras secas de Mendoza, Argentina. *Región y Sociedad* 17, 3-32.
- Montani, M.C., Inojosa, M., Gaviorno, M., Hadad, M.A., Meglioli, P.A., Ordoñez, C., Ribas, Y.A., Vega, C., Karlin, U.O., Damiani, O., 2009. Diversidad biológica y cultural. III Congreso Nacional de Extensión Universitaria: "Integración, extensión, docencia e investigación. Desafíos para el desarrollo social".

Montani, M.C., Vega Riveros, C., Ribas, Y.A., Karlin, U.O., Gaviorno, M., Hadad, M.A., Meglioli, P., Inojosa, M., Ordoñez, C., Damiani, O., 2010. Raíces Huarpes: Uso medicinal de plantas en la comunidad de Lagunas del Rosario, Mendoza, Argentina. Montani, M.C., Vega Riveros, C. (eds.). Universidad Nacional de San Juan.

Montani, M.C., 2012. Uso medicinal de plantas entre descendientes Huarpes en la comunidad de Lagunas del Rosario (Mendoza, Argentina). En: Etnobotánica en zonas áridas y semiáridas del Cono Sur de Sudamérica. Pastor, A. (ed.). CEFYBO-CONICET.

Mora, S., Rosales Mercado, I.A., 2012. El rolado en Mendoza. Ediciones INTA, Mendoza.

Mora, S., Cabral, D., Rosales, I., 2013. Establecimiento de pasto plumerito (*Trichloris crinita* Parodi) en el año de siembra. Revista Facultad de Agronomía UNLPam 22, 119-122.

Mora, S., 2018. Evaluación del impacto del rolado sobre la oferta forrajera en 3 zonas en el Sur de Mendoza. VIII Congreso Nacional y IV Congreso del Mercosur de Manejo de Pastizales Naturales, Chamical, La Rioja (Argentina).

Morales, M.S., 2007. Influencias climáticas y antrópicas en la dinámica de los bosques de *Prosopis ferox*, en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba.

Morello, J., 1958. La Provincia Fitogeográfica del Monte. Opera Lilloana 2, 5-115.

Moreno, C., Torres, L., Campos, C., 2018. Nuevos aportes al uso de *Prosopis flexuosa* en el centro oeste de Argentina y su interpretación en el marco general de la ecorregión del Monte. Revista Etnobiología 16, 18-35.

Morláns, M.C., 1995. Regiones naturales de Catamarca. Provincias geológicas y provincias fitogeográficas. Área Ecología. Revista de Ciencia y Técnica 2, 1-42.

Morláns, M.C., 1998. Diagnóstico y valoración ambiental del Bolsón de Pipanaco (Catamarca, Argentina): Bases para el ordenamiento del espacio. Universidad Internacional de Andalucía, Huelva (España).

Muiño, W.A., 2011. La etnobotánica médica del área de transición pampeano cuyana. Bonplandia 20, 353-369.

Naumburg, E., Mata-Gonzalez, R., Hunter, R.G., McLendon, T., Martin, D.W., 2005. Phreatophytic vegetation and groundwater fluctuations: A review of current research and application of ecosystem response modeling with an emphasis on great basin vegetation. Environmental Management 35, 726-740.

Noy-Meir, I., 1973. Desert ecosystems: Environment and producers. Annual Review of Ecology and Systematics 4, 25-51.

Ojeda, R.A., Tabeni, S., 2009. The mammals of the Monte Desert revisited. Journal of Arid Environments 73, 173-181.

Otta, S., Quiroz, J., Juaneda, E., Salva, J., Viani, M., Filippini, M.F., 2016. Evaluación de sustentabilidad de un modelo extensivo de cría bovina en Mendoza, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 48, 179-195.

Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., Maturo, H.M., Aragón, R., Campanello, P.I., Prado, D., Oesterheld, M., León, R.J.C., 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología Austral 28, 40-63.

Papú, S., Lagos Silnik, S., Campos, C.M., 2015. Pre-dispersal seed loss of *Ramorinoa girolae* (Fabaceae) in Ischigualasto Provincial Park (San Juan, Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 50, 585-594.

Pasiecznik, N.M., Felker, P., Harris, P.J.C., Harsh, L.N., Cruz, G., Tewari, J.C., Cadoret, K., Maldonado, L.J., 2001. The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* complex: a monograph. HDRA, Coventry.

Passera, C.B., Borsetto, O., 1983. Determinación del «Índice de Calidad Específico». Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas, pp 80-89.

Pastor, G., Abraham, M.E., Torres, L., 2005. Desarrollo Local en el Desierto de Lavalle. Estrategia para Pequeños Productores Caprinos (Argentina). Cuadernos de Desarrollo Rural. (Pontificia Universidad Javeriana, Colombia), pp 131-150.

Patch, N.L., Felker, P., 1997a. Influence of silvicultural treatments on growth of mature mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) nine years after initiation. Forest Ecology and Management 94, 37-46.

Patch, N.L., Felker, P., 1997b. Silvicultural treatments for sapling mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) to optimize timber production and minimize seedling encroachment. Forest Ecology and Management 94, 231-240.

Patch, N.L., Geesing, D., Felker, P., 1998. Suppression of resprouting in pruned mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) saplings with chemical or physical barrier treatments. Forest Ecology and Management 112, 23-29.

Peinetti, R., Pereyra, M., Kin, A., Sosa, A., 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. Journal of Range Management 46, 483-486.

Prieto, M.R., Abraham, E.M., 1998. Historia ambiental del sur de Mendoza (Siglos XVI al XIX). Los factores críticos de un proceso de desertificación. Bamberger Geographics Schriften Bd. 15, 277-297.

Prieto, M.R., Abraham, E.M., 2000. Caminos y comercio como factores de cambio ambiental en las planicies áridas de Mendoza (Argentina) entre los siglos XVII y XIX. Revista Theomai, Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo. <http://www.unq.edu.ar/revista-theomai/numero2/inde>.

Prieto, M.R., Villagra, P.E., Lana, N.B., Abraham, E.M., 2003. Utilización de documentos históricos en la reconstrucción de la vegetación de la Llanura de la Travesía (Argentina) a principios del siglo XIX. Revista Chilena de Historia Natural 76, 613-622.

Pucheta, E., Llanos, M., C., M., Gaviorno, M., Ruiz, M., Parera, C., 2006. Litter decomposition in a sandy Monte desert of western Argentina: Influences of vegetation patches and summer rainfall. Austral Ecology 31, 808-816.

Quiroga, R.E., Fernández, R.J., Golluscio, R.A., Blanco, L.J., 2013. Differential water-use strategies and drought resistance in *Trichloris crinita* plants from contrasting aridity origins. Plant Ecology 214, 1027-1035.

- Ribas-Fernández, Y., Quevedo-Robledo, L., Pucheta, E., 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.
- Ribas-Fernández, Y., 2016. Importancia de la disponibilidad de agua y de los parches de arbustos como reguladores del destino de semillas y el establecimiento de plántulas de *Bulnesia retama* (Zygophyllaceae) a lo largo de un gradiente de precipitaciones en el Desierto del Monte. Universidad Nacional de Córdoba,
- Roig, F.A., 1972. Bosquejo fisonómico de la vegetación de la provincia de Mendoza. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* XIII, 49-80.
- Roig, F.A., 1976. Las comunidades vegetales del piedemonte de la precordillera de Mendoza. *Ecosur* 3, 1-45.
- Roig, F.A., De Marco, G., Wuilloud, C., 1980. El límite entre las provincias fitogeográficas del monte y de la patagonia en las llanuras altas de San Carlos, Mendoza. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 19, 331-338.
- Roig, F.A., 1981. Conservación de la vegetación natural en Cuyo. *Serie científica* 26, 16-19.
- Roig, F.A., 1982. Cuyo. En: *Conservación de la vegetación natural en la República Argentina*. Fundación Miguel Lillo - Sociedad Argentina de Botánica (ed.). Fundación Miguel Lillo, Tucumán, pp. 61-100.
- Roig, F.A., 1987. Los árboles indígenas de las provincias de Mendoza y San Juan. I parte. *Serie científica* 33, 18-21.
- Roig, F.A., González Loyarte, M.M., Abraham, M.E., Méndez, E., Roig, V.G., Martínez Carretero, E., 1991. Maps of desertification Hazards of Central Western Argentina, (Mendoza Province). Study case. *World Atlas of thematic Indicators of Desertification/ UNEP*. Arnold, E. (ed.). UNEP, London.
- Roig, F.A., 1993. Informe Nacional para la Selección de Germoplasma en Especies del Género *Prosopis* de la República Argentina. En: *Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión de Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID*. Conservación y Mejoramiento de Especies del Género *Prosopis*. IADIZA-CRICYT-CIID, Mendoza, Argentina, pp. 99-119.
- Roig, F.A., 1998. Wood anatomy of geo and phytodynamic plant indicators in the Provincia Fitogeográfica del Monte, Argentina. *Bamberger Geographische Schriften* Bd. 15, 181-209.
- Roig, F.A., 2001. Flora medicinal mendocina. Las plantas medicinales y aromáticas de la provincia de Mendoza (Argentina), (Aborígenes, exóticas espontáneas o naturalizadas y cultivadas). EDIUNC, Mendoza.
- Roig, F.A., Rossi, B.E., 2001. Flora y vegetación. En: *El desierto del Monte: la Reserva de Biosfera de Ñacuñán*. Claver, S., Roig-Juñent, S. A. (eds.). IADIZA - MAB - UNESCO, Mendoza, pp. 41-70.
- Roig, F.A., Roig-Juñent, S., Corbalán, V., 2009. Biogeography of the Monte Desert. *Journal of Arid Environments* 73, 164-172.
- Rojas, F., 2013a. Rol de la minería y el ferrocarril en el desmonte del oeste riojano y catamarqueño (Argentina) en el período 1851-1942. *Población y Sociedad* 20, 5-39.
- Rojas, J.F., 2013b. Procesos ambientales: deforestación y actividades productivas en los valles y bolsones del Oeste de La Rioja y Catamarca desde mediados del Siglo XIX. Universidad Nacional de Cuyo.
- Rojas, J.F., Prieto, M. del D.R., Villagra, P.E., Alvarez, J.A., 2014a. Deforestación y actividades productivas en los valles del oeste de La Rioja y Catamarca, desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad. *Boletín de Estudios Geográficos* 103, 19-57.
- Rojas, J.F., Prieto, M.R., Villagra, P.E., Alvarez, J.A., 2014b. Distribución espacial de los bosques nativos en el Norte del Monte argentino, hacia mediados del siglo XIX. *Historia* 2.0 4, 31-46.
- Rolhauser, A.G., D'Antoni, M.J., Gatica, M.G., Pucheta, E., 2013. Species-specific influences of shrubs on the non-dormant soil seed bank of native and exotic plant species in central-northern Monte Desert. *Austral Ecology* 38, 87-94.
- Rolhauser, A.G., Pucheta, E., 2016. Annual plant functional traits explain shrub facilitation in a desert community. *Journal of Vegetation Science* 27, 60-68.
- Rossi, B.E., Villagra, P.E., 2003. Effects of *Prosopis flexuosa* on soil properties and the spatial pattern of understory species in arid Argentina. *Journal of Vegetation Science* 14, 543-550.
- Rossi, B.E., 2004. Flora y vegetación de la Reserva de Biosfera de Ñacuñán después de 25 años de clausura. Heterogeneidad espacial a distintas escalas. Universidad Nacional de Cuyo.
- Rubio, C., 2015. Desertificación en el área no irrigada del Departamento de Lavalle, Provincia de Mendoza. *Breves Contribuciones del IEG-Instituto de Estudios Geográficos «Dr. Guillermo Rohmeder»* 25(25).
- Rubio, C., Rubio, M.C., Abraham, E., 2017. Poverty assessment in degraded rural drylands in the Monte desert, Argentina. An evaluation using GIS and Multi-criteria decision analysis. *Social Indicators Research* 137(2), 579-603.
- Ruiz Leal, A., 1972. Flora Popular Mendocina. Aportes al inventario de los recursos naturales renovables de la Provincia de Mendoza. *Deserta* 3, 1-299.
- Rundel, P.W., Villagra, P.E., Dillon, M.O., Roig-Juñent, S.A., Debandi, G., 2007. Arid and semi-arid regions and ecosystems. En: *The physical geography of South America*. Veblen, T.T., Young, K., Orme, A. (eds.). Oxford University Press, pp 158-183.
- Salomón, R., Valbuena-Carabaña, M., Gil, L., González-Doncel, I., 2013. Clonal structure influences stem growth in *Quercus pyrenaica* Willd. coppices: Bigger is less vigorous. *Forest Ecology and Management* 296, 108-118.
- Salto, C.S., Harrand, L., Oberschelp, G.P., Ewens, M., 2016. Crecimiento de plantines de *Prosopis alba* en diferentes sustratos, contenedores y condiciones de vivero. *Bosque* 37, 527-537.
- Sartor, C.E., 2015. Influencia de *Prosopis flexuosa* sobre el establecimiento de gramíneas perennes en dos sitios del Monte mendocino. Universidad Nacional de Córdoba.

- Schmelter, A., 2002. Influencia de la temperatura en el crecimiento de *Discaria trinervis* en la cordillera mendocina. *Dendrochronologia*, 35-39.
- Silva, M.P., Martínez, M.J., Coirini, R., Brunetti, M.A., Balzarini, M., Karlin, U., Martínez, M.J., Coirini, R., Brunetti, M.A., Balzarini, M., Karlin, U., 2000. Valoración nutritiva del fruto del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) bajo distintos tipos de almacenamiento. *Multequina* 9, 65-74.
- Simpson, B.B., Neff, J.L., Moldenke, A.R., 1977. *Prosopis* flowers as a resource. En: *Mesquite. Its biology in two Desert Scrub Ecosystems*. Simpson, B.B. (ed.). US/IBP Synthesis Series 4. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, pp 84-105.
- Simpson, B.B., Solbrig, O.T., 1977. Introduction. En: *Mesquite. Its biology in two Desert Scrub Ecosystems*. Simpson, B.B. (ed.). US/IBP Synthesis Series 4. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., pp 1-26.
- Skujin š, J., 1991. Semiarid lands and deserts: Soil resource and reclamation. Marcel Dekker Inc, New York.
- Society for Ecological Restoration International, 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org.14.
- Solans, M., Vobis, G., Chaia, E., Wall, L.G., 2003. Influencia de actinomicetes simbióticos y saprófitos sobre el crecimiento de *Discaria trinervis*. XXIX Jornadas Argentinas de Botánica y XV Reunión Anual de la Sociedad Botánicas de Chile.
- Solbrig, O., Barbour, M.A., Cross, J., Goldstein, G., Lowe, C.H., Morello, J., Yang, T.W., 1977. The strategies and community patterns of desert plants. *Convergent Evolution in Warm Deserts*. US/IBP Synthesis No 3. Orians, G. H., Solbrig, O.T. (eds.). Dowden, Hutchinson and Ross, Inc Stroudsburg, Pa., pp 67-106.
- Solé, R., 2007. Ecology: Scaling laws in the drier. *Nature* 449, 151-153.
- Spegazzini, C., 1924. Un nuevo género de leguminosa (*Ramorinoa*). *Physis* 7, 262-267.
- Taylor, R.G., Todd, M.C., Kongola, L., Maurice, L., Nahozya, E., Sanga, H., Macdonald, A.M., 2013. Evidence of the dependence of groundwater resources on extreme rainfall in East Africa. *Nature Climate Change* 3, 374-378.
- Tinto, J.C., Pardo, L.L., 1957. Ceras vegetales argentinas. Cera de retamo (*Bulnesia retama*). *Revista de Investigaciones Forestales* 1, 122.
- Tonolli, A., 2017. Las estrategias de reproducción social campesina y los actores de intervención rural en tierras no irrigadas del NE de Mendoza. Centro de estudios avanzados. Universidad Nacional de Córdoba.
- Torres, L., Montaña, E., Abraham, M.E., Torres, E., Pastor, G., 2005. La utilización de indicadores socio-económicos en el estudio y la lucha contra la desertificación: acuerdos, discrepancias y problemas conceptuales subyacentes. E.I.A.L (Estudios Interdisciplinarios de América Latina y el Caribe) 16, 111-133.
- Tortorelli, L.A., 1956. *Maderas y Bosques Argentinos*. ACME, Buenos Aires.
- Triviño, L., 1980. El hombre en las zonas áridas. *Serie científica III*, 12-19.
- Vázquez, D.P., Alvarez, J.A., Debandi, G., Aranibar, J., Villagra, P.E., 2011. Ecological consequences of dead wood harvesting in an arid ecosystem. *Basic and Applied Ecology* 12, 722-732.
- Vega Riveros, C., 2017. Factores que determinan la distribución de la vegetación y abundancia de gramíneas perennes en la llanura medanosa del NE de Mendoza. Universidad Nacional de Cuyo.
- Vervoorst, F., 1954. Observaciones ecológicas fitosociológicas en el bosque de algarrobo del Pilciao, Catamarca. Universidad de Buenos Aires.
- Vilela, A.E., Ravetta, D.A., 2000. The effect of radiation on seedling growth and physiology in four species of *Prosopis* L. (Mimosaceae). *Journal of Arid Environments* 44, 415-423.
- Vilela, A., Bolkovic, M.L., Carmanchahi, P., Cony, M., de Lamo, D., Wassner, D., 2009. Past, present and potential uses of native flora and wildlife of the Monte Desert. *Journal of Arid Environments* 73, 238-243.
- Villagra, P.E., Roig, F.A., 1999. Vegetación de las márgenes de inundación del Río Mendoza en su zona de divagación (Mendoza, Argentina). *Kurtziana* 27, 309-317.
- Villagra, P.E., 2000. Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos. *Multequina* 9, 21-36.
- Villagra, P.E., Villalba, R., 2001. Estructura poblacional del algarrobal de la Reserva de Biósfera de Ñacuñán. En: *El desierto del Monte: La Reserva de Biósfera de Ñacuñán*. Claver, S., Roig-Juñent, S.A. (eds.). IADIZA - MAB - UNESCO, Mendoza, pp 71-75.
- Villagra, P.E., Marone, L., Cony, M.A., 2002. Mechanisms affecting the fate of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae, Mimosoideae) seeds during early secondary dispersal in the Monte Desert, Argentina. *Austral Ecology* 27, 416-421.
- Villagra, P.E., Cony, M.A., Mantován, N.G., Rossi, B.E., González Loyarte, M.M., Villalba, R., Marone, L., 2004. Ecología y manejo de los algarrobales de la Provincia Fitogeográfica del Monte. En: *Ecología y Manejo de Bosques Nativos de Argentina*. Arturi, M.F., Frangi, J.L., Goya, J.F. (eds.). Universidad Nacional de La Plata, pp 1-32.
- Villagra, P.E., Boninsegna, J.A., Alvarez, J.A., Cony, M., Cesca, E., Villalba, R., 2005a. Dendroecology of *Prosopis flexuosa* woodlands in the Monte desert: Implications for their management. *Dendrochronologia* 22, 209-213.
- Villagra, P.E., Villalba, R., Boninsegna, J.A., 2005b. Structure and growth rate of *Prosopis flexuosa* woodlands in two contrasting environments of the central Monte desert. *Journal of Arid Environments* 60, 187-199.
- Villagra, P.E., Defossé, G.E., Del Valle, H.F., Tabeni, M.S., Rostagno, C.M., Cesca, E., Abraham, E.M., Tabeni, S., Rostagno, M., 2009. Land use and disturbance effects on the dynamics of natural ecosystems of the Monte Desert. Implications for their management. *Journal of Arid Environments* 73, 202-211.

- Villagra, P.E., Cesca, E., Alvarez, J., Rojas, F., Bourguet, M., Rubio, C., Mastrángelo, P., 2010a. Documento de Ordenamiento de Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza. Anexo 2. Ley 8195.
- Villagra, P.E., Vilela, A., Giordano, C.V, Alvarez, J.A., 2010b. Ecophysiology of *Prosopis* species from the arid lands of Argentina: What do we know about adaptation to stressful environments? En: Desert Plants. Biology and Biotechnology. Ramawat, K.G. (ed.). Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp 322-354.
- Villagra, P.E., Giordano, C.V, Alvarez, J.A., Cavagnaro, J.B., Guevara, A., Sartor, C., Passera, C.B., Greco, S.A., 2011. Ser planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. *Ecología Austral* 21, 29-42.
- Villagra, P.E., Meglioli, P.A., Pugnaire, F.I., Vidal, B., Aranibar, J., Jobbágy, E., 2013. La regulación de la partición del agua en zonas áridas y sus consecuencias en la productividad del ecosistema y disponibilidad de agua para los habitantes. En: Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe. Valdivia, Chile. Lara, A., Littera, P., Manson, R., Barrantes, G. (eds.). Red ProAgua CYTED, Imprenta América. Valdivia – Chile, pp 111-125.
- Wang, B.C., Smith, T.B., 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology & Evolution* 17, 379–386.
- Westoby, M., Walker, B.H., Noy-Meir, I., 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42, 266-274.
- 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. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.