

UNIVERSIDAD JUAN AGUSTÍN MAZA  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y AMBIENTALES



Tesina de grado de la Licenciatura en Ciencias Ambientales

**EFECTO DEL TAMAÑO MATERNO DE *Prosopis flexuosa* SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS Y REPRODUCTIVAS DEL FRUTO EN UN ÁREA DEL MONTE CENTRAL DE ARGENTINA**

Alumna: Carolina Belén Romero Pereira

Directora: Dra. en Ciencias Biológicas A. Vanina Egea

Codirectora: Méd. Vet. María Eugenia Vázquez Novoa

**Septiembre 2022**



## RESUMEN

El algarrobo dulce (*Prosopis flexuosa*) es una especie arbórea clave para las comunidades vegetales y animales, y para los grupos humanos que habitan en los bosques nativos de la provincia de Mendoza. El éxito reproductivo de esta especie depende, entre otros factores, del tamaño que alcanzan los individuos adultos, ya que individuos de mayor tamaño tendrán mayor acceso a recursos como agua, luz y nutrientes del suelo. Esto afecta directamente la dinámica poblacional de la especie y por ende tiene importantes implicancias para la conservación de los bosques nativos de la región. Por tal motivo, el objetivo general de este trabajo es estudiar el efecto del tamaño de individuos adultos de *P. flexuosa* sobre variables indicadoras de la performance reproductiva de la especie en una zona del desierto del Monte central correspondiente al secano de la provincia de Mendoza.

El presente trabajo se realizó en cuatro puestos caprinos (“La primavera”, “Las delicias”, “El diamante” y “La esperanza”) ubicados en la Reserva Natural Bosques Telteca (32°20′0″S; 68°00′0″O) y su zona de influencia (NE del departamento de Lavalle, Mendoza). Se definieron 8 sitios de muestreo (2 por cada puesto): zona cercana al puesto (“puesto”) y zona alejada del puesto (“bosque”). En cada sitio se evaluó: (i) altura (metros) de individuos adultos de *P. flexuosa* (n=6) y (ii) características morfofisiológicas de sus frutos (N=20): ancho (cm), largo (cm) y grosor (cm) del fruto, y cantidad (n°), peso (g), poder germinativo (%) y viabilidad (%) de las semillas. Los individuos adultos fueron asignados a dos grupos o categorías en función de su altura (Categorías alta y baja). Se utilizaron modelos lineales generales para estudiar la variación de las características morfofisiológicas de frutos y semillas (variables respuesta) en relación a las categorías mencionadas según altura (variable explicatoria). En acuerdo parcial con nuestra hipótesis, los resultados muestran una relación directa entre el tamaño de la planta madre y algunas de las características estudiadas en las vainas como el largo, grosor y ancho, mientras que el tamaño de la planta madre no afectó las variables estudiadas en las semillas. En otras palabras, diferencias en la altura del ejemplar materno se tradujeron en variaciones en la morfología del fruto pero no en el tamaño ni en la performance de germinación y viabilidad de las semillas. La relación directa entre el tamaño de la planta madre y el largo, ancho y grosor de los frutos de *P. flexuosa* dio indicios de la estrategia reproductiva de dicha especie, ya que una mejor “calidad” de los frutos puede significar una mayor probabilidad de dispersión y por ende un mayor éxito reproductivo de la especie. Estos resultados tienen importantes implicancias para el diseño de programas de manejo y conservación de bosques nativos de *P. flexuosa* y de otras especies del género *Prosopis*.

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
1.1 Objetivos e hipótesis .....	6
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1 Especie vegetal estudiada .....	7
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	9
3.1 Zona de estudio.....	9
3.2 Diseño experimental .....	12
3.3 Determinación de la altura de individuos adultos de <i>P. flexuosa</i> .....	12
3.4 Evaluación de características morfológicas del fruto de <i>P. flexuosa</i> .....	12
3.5 Evaluación de características fisiológicas: ensayos de germinación y viabilidad de semillas de <i>P. flexuosa</i> . .....	13
3.6 Análisis estadísticos.....	13
<b>4. RESULTADOS</b> .....	14
4.1 Grupos de individuos según altura: categorías alta y baja.....	14
4.2 Características morfofisiológicas de frutos y semillas. ....	15
4.3 Efecto de la altura sobre las características morfofisiológicas estudiadas. ....	17
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	19
<b>6. CONCLUSIÓN</b> .....	21
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	22
<b>8. ANEXO</b> .....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas cinco décadas, la pérdida acelerada de la biodiversidad y el declive de múltiples servicios ecosistémicos en los bosques nativos han sido mayormente atribuidos a diferentes procesos que ocurren a escala local y global, tales como el uso de la tierra y el cambio climático respectivamente (Faruqi *et al.*, 2018). Entre los ecosistemas más vulnerables a estos cambios ambientales se encuentran las tierras secas, las cuales representan 41% de la superficie terrestre (Ma *et al.*, 2015) y 60% de la superficie de Argentina (Chillo, 2013). Además, en esta superficie se encuentra la región fitogeográfica del Monte, la cual cubre la mayor parte de la provincia de Mendoza, e incluye las tres grandes áreas boscosas que en conjunto constituyen los bosques nativos de la provincia (Villagra *et al.*, 2010).

La ganadería extensiva es una de las principales actividades productivas de los pobladores que habitan las zonas no irrigadas del Monte en la provincia de Mendoza. La presencia de aguas subterráneas poco profundas y bosques de vegetación freatófita en dicha región facilitan el asentamiento de grupos humanos ya que los pobladores pueden acceder a esta fuente de agua mediante la excavación de pozos utilizando los recursos forestales, sin necesidad de recurrir a ayuda externa. En estas tierras áridas, la disponibilidad de agua (recursos hídricos provenientes de aguas subterráneas y ríos) es determinante para la realización de diferentes actividades de subsistencia como la cría de caprinos. Dado que en la región hay numerosas dunas de arenas altas e inaccesibles, los antiguos cauces de los ríos han otorgado acceso y comunicación con otras zonas, favoreciendo la dispersión de los asentamientos humanos y el crecimiento de la población lo cual favorece los procesos de desertificación en estos ecosistemas. Los procesos de desertificación secundarios a la actividad ganadera, podrían quedar encubiertos por la variabilidad climática de la región y los periodos de sequías interanuales. Considerando que la ganadería extensiva es la forma de vida y principal sustento de los pobladores locales, es fundamental conocer y monitorear la distribución espacial de los asentamientos humanos y el efecto de la ganadería sobre la vegetación a fin de gestionar y conservar estos ecosistemas (Goirán *et al.*, 2012).

En particular, *Prosopis flexuosa*, conocido también como “algarrobo dulce”, es una especie arbórea clave para las comunidades vegetales y animales, y para la supervivencia de los grupos humanos que habitan la región (Villagra *et al.*, 2002). Desde un punto de vista biológico, esto se relaciona a la función estructuradora de *P. flexuosa*, ya que bajo su sombra se modifican las condiciones de luz y temperatura, debido a la disminución de la evaporación, relocación de lluvias e intensidad lumínica, incremento

de fertilidad de suelo por acumulación de nutrientes, moderación de temperaturas extremas, provisión de espacio físico para protección de aves y otras especies animales, entre otros (Villagra, 2000). Debido a estas circunstancias se genera microhábitats con mayor concentración de materia orgánica, nitrógeno y fósforo (Rossi, 2004) y modera las condiciones de aridez propias de la región afectando la composición y distribución de otras especies, principalmente herbáceas y arbustivas. En condiciones de aridez la diversidad de especies es mayor bajo su cobertura, mientras que en zonas húmedas la diversidad de especies es la misma, pero existe un cambio en la composición de especies (Villagra, 2000). Por otra parte, dado el elevado contenido de hidratos de carbono y proteínas en el fruto de *P. flexuosa* (Moreno et al., 2018), es un recurso forrajero valioso para diferentes especies de animales domésticos y silvestres (Kingsolver et al., 1977; Campos et al., 2015) y un recurso altamente nutritivo para los pobladores locales, los cuales utilizan el fruto para elaborar harina de algarroba, principal insumo para la elaboración de un producto tradicional de la región, el patay (Moreno et al., 2018).

Históricamente, las poblaciones de *Prosopis sp.* en la provincia de Mendoza han sido utilizadas sin tener en cuenta las posibilidades de manejo sustentable y su tasa de regeneración, provocando efectos negativos para el ambiente como disminución de la tasa mencionada anteriormente debido a la tendencia extractiva, además de desestructuración del ambiente e inicios de procesos de desertificación (Alvarez et al., 2006). La restauración ecológica ofrece una respuesta a esta problemática, ya que busca recuperar la funcionalidad de los ecosistemas que han sido transformados por acción antrópica directa y/o indirecta, y de esta forma proveer beneficios económicos y servicios ecosistémicos al medio natural y humano (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2019) (Roulier, 2020). Desde esta perspectiva, estudiar los mecanismos naturales de regeneración de *P. flexuosa* y la dinámica poblacional de la especie tiene importantes implicancias para la recuperación de los bosques nativos de la provincia.

El tamaño de la semilla y de la planta madre son atributos importantes a considerar a fin de estudiar la dinámica poblacional de una especie (Dominic et al., 2020). La relación positiva entre el tamaño de las semillas y el potencial de germinación, estado sanitario y tasa de supervivencia de las plántulas ha sido demostrada en numerosos trabajos (Dominic et al., 2020). Además, se sabe que el tamaño varía en relación al genotipo y a las condiciones ambientales en las cuales se desarrollan las plantas. (Dominic et al., 2020; García-Rodríguez et al., 2018). Por otra parte, en el caso de especies de plantas cuya estrategia de regeneración involucra la latencia física de

las semillas, el consumo del ejemplar por parte de animales herbívoros afecta particularmente el éxito de germinación de las semillas ya que algunas especies animales se comportan como depredadores de semillas mientras que otras actúan como dispersores endozoócoros de las semillas (Traveset *et al.*, 2007). Un ejemplo de esta interacción mutualista es la dispersión endozoócara de las semillas de *P. flexuosa* mediada por diferentes especies de animales domésticos y silvestres en el desierto del Monte (Egea *et al.*, 2022, Campos *et al.*, 2011, 2015).

### **1.1 Objetivos e hipótesis**

Considerando lo expuesto previamente respecto al rol fundamental de *P. flexuosa* para las comunidades vegetales y animales, y para los grupos humanos que habitan en los bosques nativos de la provincia de Mendoza, y la importancia de comprender en detalle la dinámica poblacional de dicha especie para la gestión y conservación de estos ecosistemas, el *objetivo general* de este trabajo de tesis es estudiar el efecto del tamaño de individuos adultos de *Prosopis flexuosa* sobre variables indicadoras de la performance reproductiva de la especie en una zona del desierto del Monte central correspondiente al secano de la provincia de Mendoza cuya principal actividad productiva es la cría extensiva de ganado caprino.

El diseño experimental propuesto permitió evaluar la siguiente *hipótesis*: En condiciones de aridez, escasas de nutrientes y diferentes usos de la tierra, el tamaño del árbol puede ser un buen predictor del éxito reproductivo de *P. flexuosa* ya que los individuos de mayor tamaño (altura y grosor) tendrán mayor acceso a recursos como agua, luz y nutrientes del suelo (Álvarez & Villagra, 2010). En base a esta hipótesis se espera que los individuos adultos de *P. flexuosa* de mayor altura produzcan frutos más grandes con semillas de mayor tamaño y poder germinativo respecto a frutos y semillas obtenidos de individuos adultos de menor altura.

A fin de evaluar la hipótesis planteada se proponen como *objetivos específicos*: (i) Definir grupos de individuos de *P. flexuosa* que difieren en cuanto a su altura, (ii) evaluar y cuantificar las características morfofisiológicas del fruto, y (iii) evaluar el efecto del tamaño adulto de individuos de *P. flexuosa* sobre características morfofisiológicas del fruto, y sobre peso y poder germinativo de las semillas.

## **2. MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Especie vegetal estudiada

*Prosopis flexuosa*, denominada comúnmente “algarrobo dulce”, “algarrobo negro”, “lámbaro”, entre otros (Roig, 1987a), pertenece a la familia Mimosoideae (Fabaceae, Mimosoideae) y es la especie arbórea de mayor abundancia en el desierto del Monte Central de Argentina (Villagra, 2000).

Esta especie vegetal se distribuye principalmente en zonas donde las precipitaciones varían entre 50 y 500 mm/año concentradas en la época estival. En zonas donde las precipitaciones son mayores a 300 mm se comporta como freatófita facultativa y en áreas con menores precipitaciones lo hace como freatófita obligada, ubicándose en las orillas de ríos, salares y en la base de conos de deyección (Roig 1985; Peralta y Serra, 1987; Morello, 1958). Se desarrolla a temperaturas que varían entre 48°C (máxima absoluta) y -12°C (mínima absoluta). Puede crecer en suelos profundos, franco arenosos, arcillosos o arenosos y con distintos grados de salinidad (Álvarez y Villagra, 2009), por lo es considerada una especie apta para forestar áreas degradadas por salinización (Catalán *et al.*, 1994).

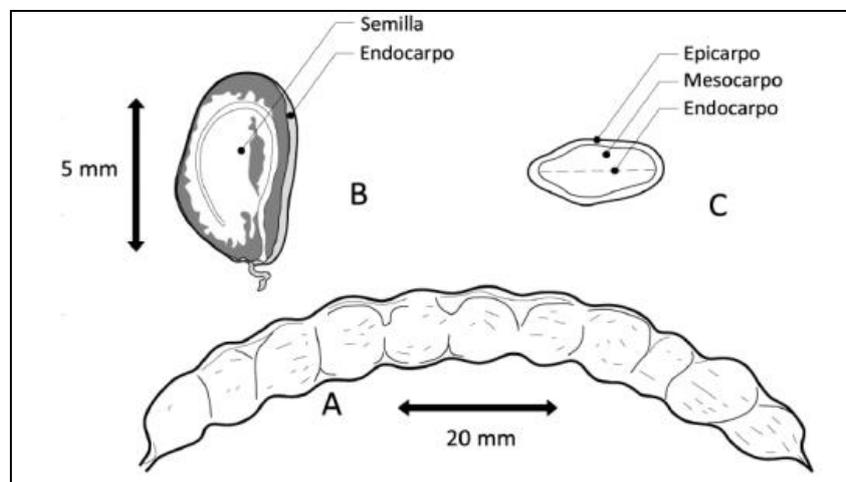
La ocurrencia de heladas fuerza la caída de sus hojas y en ausencia de este fenómeno las hojas caen al inicio de una nueva brotación. La floración se produce entre los meses de agosto y noviembre (Chiappa *et al.*, 1997) y la polinización es realizada principalmente por diferentes especies de himenópteros (Simpson *et al.*, 1977; Durante y Cabrera, en prensa). Si bien la fructificación presenta gran variabilidad interanual, se produce mayormente entre fines de diciembre y fines de enero (Ruiz Leal, 1972; Álvarez y Villagra, 2010; Villagra 2000).

El fruto es una legumbre globosa recta subfalcada, entre un artejo y otro presenta constricciones, siendo el artejo cada segmento de la vaina que contiene un receptáculo de endocarpo (Álvarez y Villagra, 2009) (Figura 1). En el interior de la vaina se pueden diferenciar el epicarpo, mesocarpo (parte dulce y comestible) y endocarpo. Este último es duro y se encuentra segmentado en receptáculos cerrados uniseminados (Capparelli, 2008). La producción de frutos se ve incrementada en ambientes secos y cálidos, por ello en la región el norte del Monte su producción es muy abundante (Galera 2000). Se estima que un árbol adulto puede producir aproximadamente 10 a 15 kg de frutos por año, y la producción de semillas varía entre 80.000 a 800.000 semillas por hectárea (Folliot y Thames, 1983; Dalmaso y Anconetani, 1993).

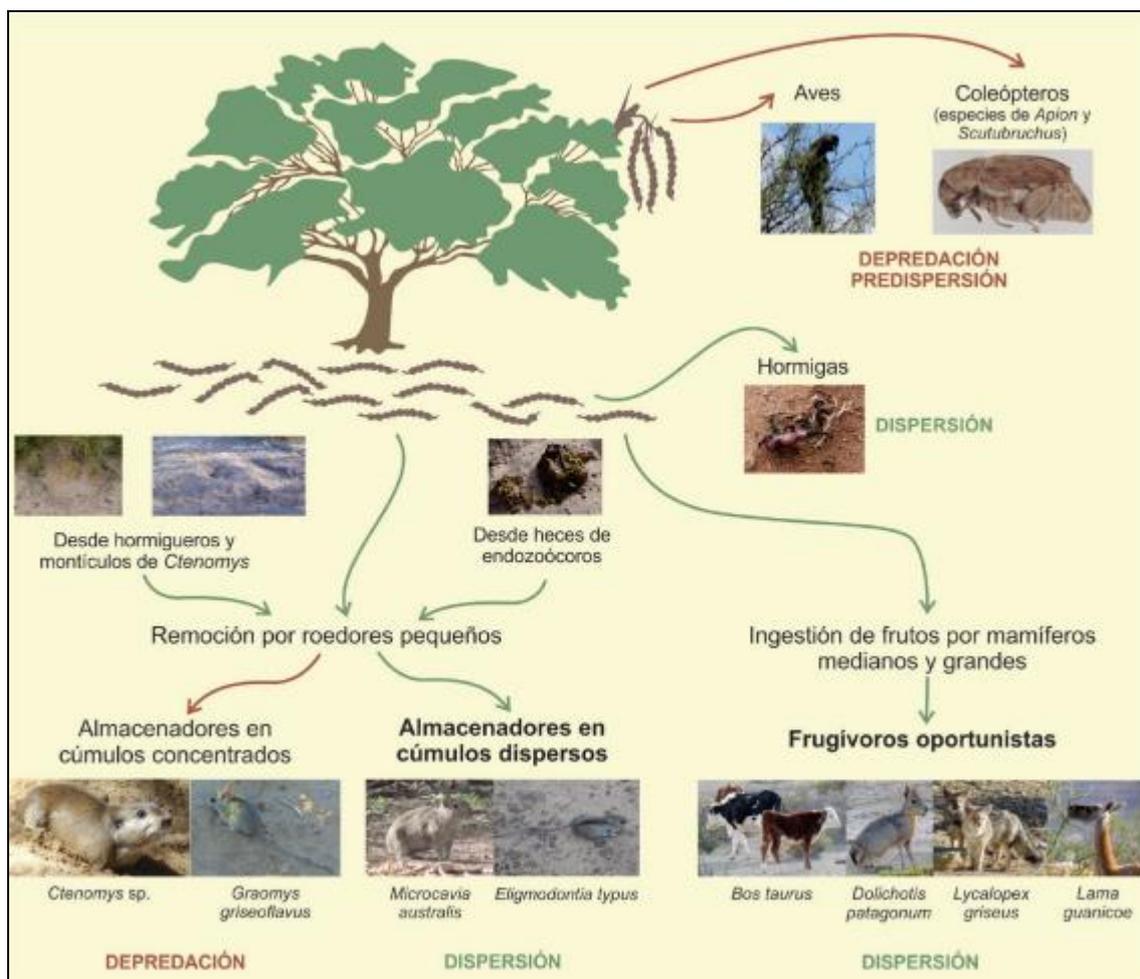
Las semillas *P. flexuosa* tienen forma ovalada y poseen cubiertas duras e impermeables (Figura 1) que promueven la dormición física (Roig, 1987b; Catalán y Balzarini, 1992) e impiden el ingreso de agua y la destrucción del embrión al pasar por el tracto digestivo de los herbívoros (Kingsolver *et al.*, 1977). Esto, sumado al mesocarpo nutritivo y el endocarpo leñoso, constituyen una adaptación a la dispersión endozoócora (Peinetti *et al.*, 1993; Campos y Ojeda, 1997).

Dada la composición nutricional del fruto de *P. flexuosa* (40% de hidratos de carbono, 32 a 36% de proteínas, 17% de grasas, 5% de ceniza y 6% de fibra) y su elevada digestibilidad (Burkart, 1952, 1976), estos son empleados como materia prima para la elaboración de alimentos para consumo humano (Capparelli, 2008) y representan un recurso nutricional fundamental para especies de animales domésticos y silvestres que habitan el Desierto del Monte.

En este ecosistema, gran variedad de organismos interactúan con *P. flexuosa* comportándose como depredadores o dispersores de semillas (Campos y Velez, 2015) (Figura 2). La presencia de predadores predispersivos (Figura 3) de *Prosopis* disminuye la producción de semillas en un 25% a 70%. Esta pérdida se atribuye principalmente a los brúquidos (Smith y Ueckert, 1974; Solbrig y Cantino, 1975; Kingsolver *et al.*, 1977). Por otro lado, como se mencionó anteriormente, el consumo de sus frutos por vertebrados representa una interacción mutualista planta animal (Herrera, 1995; Santamaria, 2006) fundamental para el establecimiento de las plántulas (Villagra, 2000). Cabe destacar que un aumento en el poder germinativo de las semillas ingeridas depende del dispersor ya que se ve influenciado por el grado de escarificación producido por el animal (Campos y Ojeda, 1997).



**Figura 1.** Esquema del fruto de *Prosopis*: A: Vaina; B: semilla; C: sección transversal del fruto. Fuente: Llano et al. (2012).



**Figura 2.** Esquema resultante de las interacciones entre animales, frutos y semillas de *Prosopis flexuosa*. Se observa grupos funcionales en negrita, flechas verdes señalan los intercambios que tienen como resultado la dispersión de semillas y flechas marrones las relacionadas con depredación. Fuente: Campos y Vélez (2015).

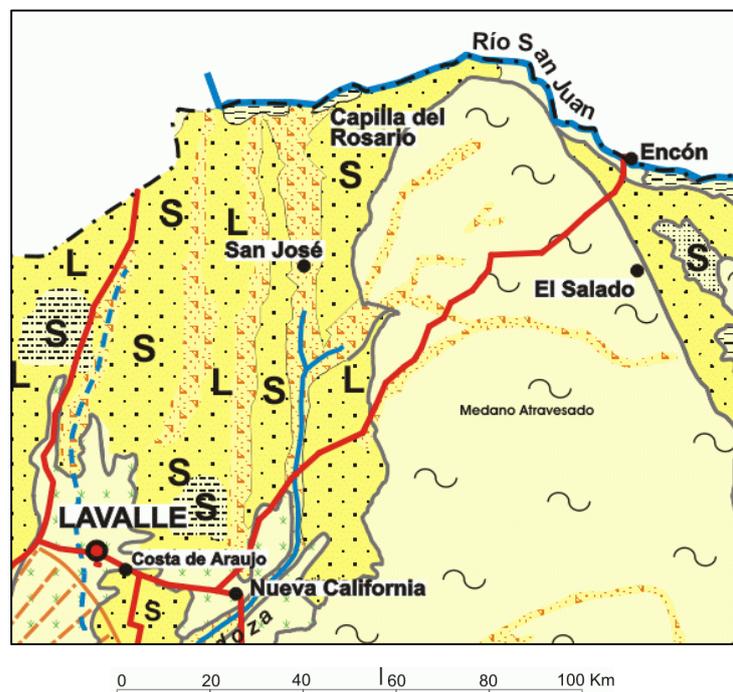
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Zona de estudio

El área de estudio del presente trabajo está ubicada al noreste del departamento de Lavalle en la provincia de Mendoza e incluida en la Región Fitogeográfica del Monte y abarca el área de la Reserva Natural Bosques Telteca (32°20'0"S; 68°00'0"O) y sus zonas es de influencia.

La zona de estudio tiene una geomorfología de Planicie formada por depósitos continentales, predominio de aluviales terciarios y cuaternarios. El área estudiada pertenece a la Llanura oriental fluvio eólica con médanos vivos y depresiones

intermedanasas conocidas como ramblones o barreales (mud-flug). Esta llanura fue rellenada desde el Terciario por depósitos continentales aluviales y eólicos (Abraham, 1996) (Figura 3).



LLANURA ORIENTAL FLUVIO-EOLICA	
	PLANICIE ALUVIAL CON MODIFICACIONES ANTROPICAS "oasis" cultivados y áreas urbanas. Abanicos aluviales y planicies distales de los ríos alóctonos
	PLANICIE FLUVIO-LACUSTRE POSGLACIAL, con derrames y playas
	Lomas en limos cuaternarios tectorizados
	PLANICIE FLUVIO EOLICA POSGLACIAL
	a) con médanos vivos y depresiones intermedanasas "ramblones", "barreales" (mud-flats)
	b) idem, con médanos fijos y semifijos por vegetación
	Paleocauces y cauces abandonados (depósitos de gravas, arenas fluviales y limos)
	S: salinas y predominio de sedimentos salinos "saltrales"
	B: bañados (depósitos fluvio-lacustres temporariamente inundables, con lagunas efímeras)
	Barreales (depósitos heterogéneos: arcillas, limos, arenas) de fondo de cuenca (mud-flats)
	L: predominio de sedimentos limosos y loessoides
	Cuencas de deflación "bajos sin salida"

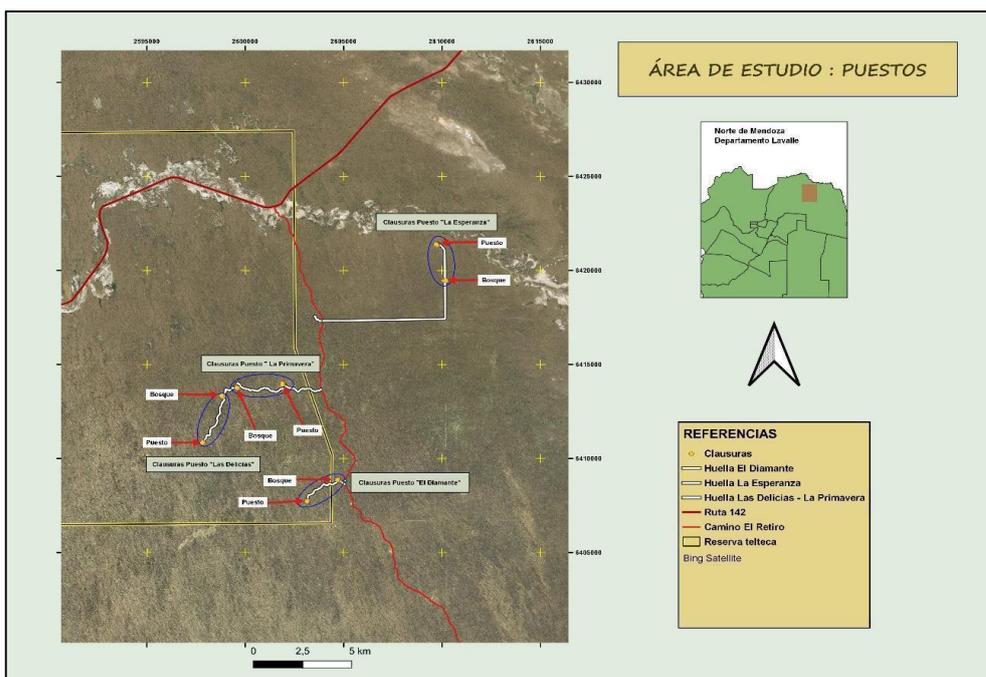
**Figura 3.** Mapa Geomorfológico de Mendoza sector Norte.  
Fuente: Abraham (1996).

El clima es árido y estacional con una temperatura media anual de 18° aproximadamente (Gonzalez Loyarte *et al.*, 2009), con precipitaciones anuales inferiores a 155 mm y concentradas en primavera verano (Octubre - Marzo).

Las áreas altas e intermedias del paisaje tienen presencia de arbustos, hierbas y leñosas. Entre las especies vegetales más importantes por su función biológica y valor

forrajero se encuentran: *Larrea divaricata* (nombre común “jarilla hembra”), *Tricomaria usillo* (nombre común: “usillo), *Bulnesia retama* (nombre común “retamo”), *Atriplex lampa* (nombre común “zampa”) *Prosopis flexuosa* (nombre común “algarrobo dulce”), *P. urvilleanum*, *Geoffroea decorticans* (Nombre común: “chañar”), *T. crinita*, *Aristida mendocina* (nombre común: “saetilla”), *Pappophorum spp.*, *Setaria spp.*, *Sporobolus rigens*) y especies anuales (*Bouteloua barbata*, *B. aristoides* and *Aristida adsencionis*). (*Heliotropium mendocinum*, *Chenopodium spp.*, *Gomphrena mendocina*, *Tribulus spp.* and *Sphaeralcea spp.*).

En esta zona las unidades productivas (denominadas puestos) están mayormente distribuidas en los intermédanos y próximas a pozos que permiten acceder a la freática, abasteciendo de agua para consumo humano y del ganado (Pol *et al.*, 2014). Los muestreos realizados en el presente estudio se realizaron en el área de influencia de cuatro puestos cuya principal actividad es la cría extensiva de cabras: “La Esperanza”, “Las Delicias”, “La Primavera”, y “El Diamante” (Figura 4).



**Figura 4.** Carta imagen Parque Provincial Bosques Telteca y ubicación de las cuatro unidades productivas y sitios de muestreo. Fuente: Debandi Hugo.

### 3.2 Diseño experimental

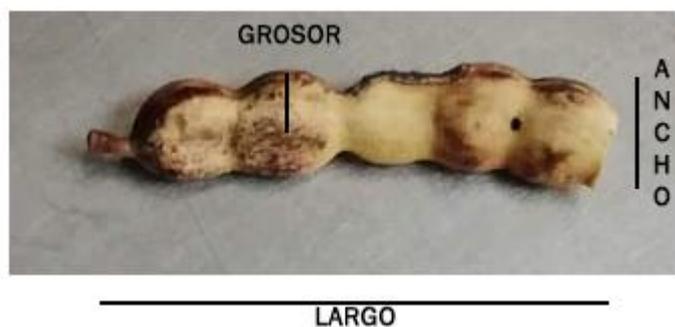
En la Figura 4 se observa los 8 sitios de muestreo del presente estudio. Se definieron dos sitios de muestreo por cada una de las unidades productivas mencionadas previamente: zona cercana al puesto (“puesto”) y zona alejada del puesto (“bosque”). Esto permitió evaluar la altura y las características morfológicas del fruto de individuos adultos de *P. flexuosa* sometidos a diferentes intensidades de efecto antrópico (pastoreo y extracción de leña) (Alvarez & Villagra, 2009). Todas las mediciones se realizaron en 6 individuos de cada sitio de muestreo.

### 3.3 Determinación de la altura de individuos adultos de *P. flexuosa*

La estimación de la altura (en metros) en los individuos adultos de *P. flexuosa* se realizó siguiendo la metodología manual de: Pérez-Harguindeguy (2013). Esta medición correspondió hasta la parte superior de la copa del ejemplar y se realizó mediante una cinta métrica.

### 3.4 Evaluación de características morfológicas del fruto de *P. flexuosa*

Se recolectaron 20 frutos por individuo adulto de *P. flexuosa*, los cuales fueron almacenados a temperatura ambiente, a baja humedad y al abrigo de la luz. Además, se les colocó alcanfor para prevenir el daño de los frutos por brúquidos hasta su procesamiento en el laboratorio. En el Laboratorio de ecofisiología vegetal del IADIZA se cuantificó: ancho (en centímetros), largo (longitud en centímetros) y grosor (en centímetros), estructura (completa o incompleta), estado (infestada o no infestada), cantidad de semillas (n°) y cantidad de semillas infestadas (n°) siguiendo la metodología descrita por Pérez-Harguindeguy (2013) (Figura 5), y peso del fruto (en gramos) y de las semillas (en gramos) según Funes *at al.* (2009) utilizando una balanza de precisión.



**Figura 5.** Características morfológicas del fruto de *Prosopis flexuosa*.

Se procedió a pesar cada fruto del algarrobo de la siguiente manera: se seleccionó al azar 11 vainas por sitio de estudio y se las pesó mediante balanza. Cada fruto del algarrobo fue enumerado, y luego seleccionado para proceder a pesar cada semilla (Figura 1; ver anexo Figura 19). Para separar la semilla de la chaucha, mediante un método manual, se utilizó un elemento cortante para despejar la semilla completamente del endocarpo. Se seleccionó un individuo con un número de semillas entre 18 y 20 aproximadamente. Luego de este procedimiento, se pesaron las semillas correspondientes.

### **3.5 Evaluación de características fisiológicas: ensayos de germinación y viabilidad de semillas de *P. flexuosa*.**

Un pool de semillas sin artejo por sitio, fueron colocadas en cajas de Petri (9 cm de diámetro) acondicionadas con algodón y papel de filtro. Se colocaron 20 semillas en cada caja de Petri y se realizaron 5 repeticiones de cada una. Se registró diariamente el número de semillas germinadas en cada caja de Petri. Previo a colocar las semillas en las cajas de Petri, las mismas fueron escarificadas y sumergidas en una solución acuosa de hipoclorito de sodio (2 gr/L) durante 10 minutos para evitar la proliferación de hongos. Además, las cajas de Petri estuvieron humedecidas con una solución acuosa de Captan (2 gr/L) al inicio y durante el ensayo para prevenir la aparición de hongos en las mismas. Todas las semillas fueron colocadas en estufa a 30 °C. Se consideró “semilla germinada” a la semilla que presente emisión de la radícula.

A fin de estimar la viabilidad de las semillas no germinadas se utilizó una solución acuosa 0,5% de tetrazolio (cloruro de 2,3,5 trifeniltetrazolio) (El-Abady, 2015). Para lo cual se procedió a eliminar el artejo de las semillas, realizar un corte en un extremo de la misma, sumergir las semillas en la solución de tetrazolio y llevar a estufa a 30 °C durante 24 horas. Luego de este periodo cada semilla fue revisada bajo lupa binocular para determinar si los embriones y cotiledones se tiñeron de color rosado. Esta coloración sólo se observa en semillas que son viables.

### **3.6 Análisis estadísticos**

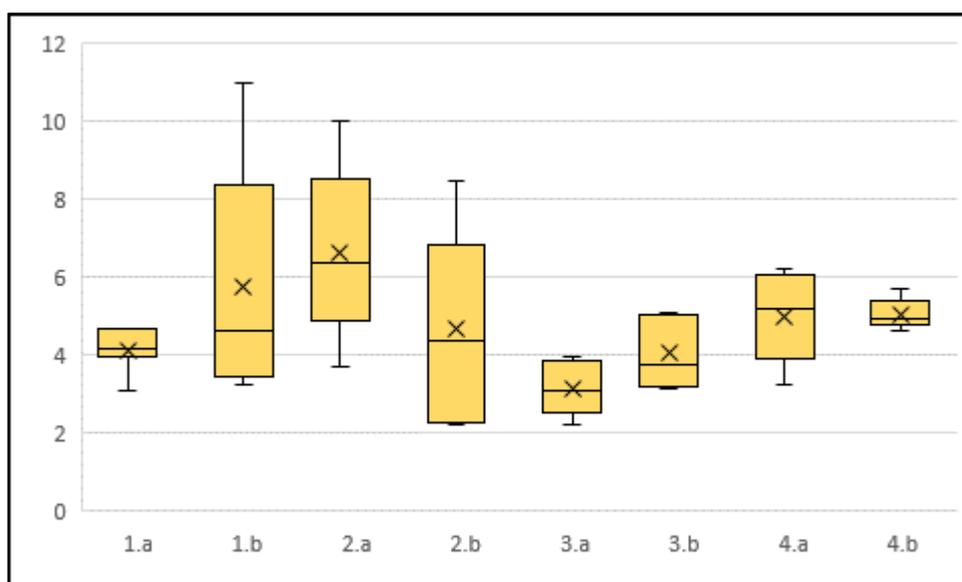
La altura estimada en individuos adultos de *P. flexuosa* se analizó mediante Análisis de Varianza (ANOVA), lo cual permitió definir dos categorías o grupos de individuos en función de su altura (Categorías Alta y Baja). Para evaluar si la altura de los individuos adultos (variable explicatoria) afectó las características morfofisiológicas de los frutos (variables respuesta) se utilizaron Modelos Lineales Generales (MLG).

Previo a realizar dichos análisis, se evaluó el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza mediante la prueba de Shapiro-Wilks modificado y prueba de Bartlett, respectivamente. Las diferencias en las características morfofisiológicas de los frutos entre las categorías definidas (Alta y Baja) fueron evaluadas mediante el test de Fisher. En todos los casos, valores de  $P < 0,05$  fueron considerados significativos. El procesamiento de los datos obtenidos en el presente trabajo se realizó mediante los programas estadísticos Infostat (InfoStat, 2012) y R versión 3.6.1 (Team RC, 2016).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Grupos de individuos según altura: categorías alta y baja.

En la Figura 6 se presenta la altura promedio de los individuos adultos de *P. flexuosa* estimada en cada sitio de muestreo (puestos). El análisis de la varianza de estos datos permitió agrupar a los individuos adultos en 2 grupos o categorías: Alta ( $5,60 \text{ m} \pm 0,76$ ; incluyó los sitios 1.b, 2.a, 4.a y 4.b) y Baja ( $3,95 \text{ m} \pm 3,95$ ; incluyó 1.a, 2.b, 3.a y 3.b) tal como se observa en la Tabla 1.



**Figura 6.** Altura de ejemplares por sitio. La línea en la caja indica el valor medio de los datos. Las bisagras superior e inferior de las cajas indican los percentiles 75 y 25 de los datos respectivamente. Los extremos de las líneas verticales indican los valores mínimos y máximos de los datos. En el eje x se indican los sitios de muestreo: Puestos: **1**: La Primavera; **2**: Las Delicias; **3**: El Diamante; **4**: La Esperanza. **a**: sitio cercano al puesto; **b**: sitio alejado al puesto.

**Tabla 1.** Altura media ( $\pm$  E.E) individuos adultos de *P. flexuosa* estimada en cada sitio de muestreo. Letras diferentes indican diferencias significativas entre alturas ( $p < 0,05$ )

Sitios*	Altura (m)	Categoría				
3.a	3.14 ± 0,65	Baja	A			
3.b	3.86 ± 0,65	Baja	A	B		
1.a	4.13 ± 0,65	Baja	A	B		
2.b	4.67 ± 0,65	Baja	A	B	C	
4.a	4.99 ± 0,65	Alta	A	B	C	D
4.b	5.05 ± 0,65	Alta	A	B	C	D
1.b	5.76 ± 0,65	Alta		B	C	D
2.a	6.61 ± 0,65	Alta			C	D

\*Sitios de muestreo: Los números 1 a 4 indican los puestos (1. La Primavera; 2. Las Delicias; 3. El Diamante; 4. La esperanza), y las letras indican sitio cercano (a) y alejado (b) al puesto.

#### 4.2 Características morfofisiológicas de frutos y semillas.

En la Tabla 2 se presentan los valores medios de las características morfofisiológicas de frutos y semillas de *P. flexuosa* estimadas en cada sitio de muestreo. Las características del fruto corresponden a mediciones realizadas sobre las vainas previo a extraer las semillas, mientras que las características de las semillas corresponden a las mediciones realizadas sobre las mismas una vez extraídas las estructuras de la vaina que las recubren (es decir, epicarpo, mesocarpo y endocarpo; Figura 1).

**Tabla 2.** Valores medios ( $\pm$ E.E) de las características morfofisiológicas de frutos (longitud, ancho, grosor, peso) y semillas (número de semillas por fruto, peso y viabilidad) de *P. flexuosa* en cada sitio de muestreo.

Sitios*	Fruto				Semilla		
	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Grosor (cm)	Peso (g)	Nº semillas	Peso (g)	Viabilidad (%)
1.a	12.67 $\pm$ 0.54	0.53 $\pm$ 0.01	0.47 $\pm$ 0.02	4.37 $\pm$ 0.33	14.75 $\pm$ 0.79	0.13 $\pm$ 0.02	98.88 $\pm$ 1.11
1.b	6.00 $\pm$ 0.39	0.54 $\pm$ 0.01	0.48 $\pm$ 0.03	2.83 $\pm$ 0.27	12.91 $\pm$ 0.53	0.08 $\pm$ 0.04	-
2.a	10.24 $\pm$ 0.42	0.62 $\pm$ 0.01	0.58 $\pm$ 0.02	2.92 $\pm$ 0.01	12.2 $\pm$ 0.53	0.09 $\pm$ 0.01	91.68 $\pm$ 4.35
2.b	11.84 $\pm$ 0.40	0.61 $\pm$ 0.01	0.4 $\pm$ 0.02	2.77 $\pm$ 0.01	12.29 $\pm$ 0.49	0.08 $\pm$ 0.09	-
3.b	10.83 $\pm$ 0.56	0.43 $\pm$ 0.09	0.55 $\pm$ 0.02	2.9 $\pm$ 0.01	10.2 $\pm$ 1.01	0.08 $\pm$ 0.04	96.49 $\pm$ 3.50
4.a	10.55 $\pm$ 0.43	0.58 $\pm$ 0.02	0.37 $\pm$ 0.02	2.53 $\pm$ 0.01	12.61 $\pm$ 0.56	0.08 $\pm$ 0.05	92.5 $\pm$ 7.50
4.b	10.54 $\pm$ 0.37	0.65 $\pm$ 0.01	0.48 $\pm$ 0.01	2.84 $\pm$ 0.01	12.68 $\pm$ 0.38	0.11 $\pm$ 0.04	-

\*Sitios de muestreo: Los números 1 a 4 indican los puestos (1. La primavera; 2. Las delicias; 3. El diamante; 4. La esperanza), y las letras indican sitio cercano (a) y alejado (b) al puesto.

### 4.3 Efecto de la altura sobre las características morfofisiológicas estudiadas.

Como se observa en la Tabla 3, el tamaño de la planta madre (altura en metros) afectó algunas de las características morfofisiológicas de los frutos *P. flexuosa*. El ancho y grosor de los frutos provenientes de individuos adultos de mayor altura (categoría alta) fue mayor respecto a lo observado en los frutos provenientes de individuos de menor tamaño (categoría baja). Mientras que se observó una mayor longitud de los frutos para la categoría baja respecto a la categoría alta (Tabla 4; Figura 7).

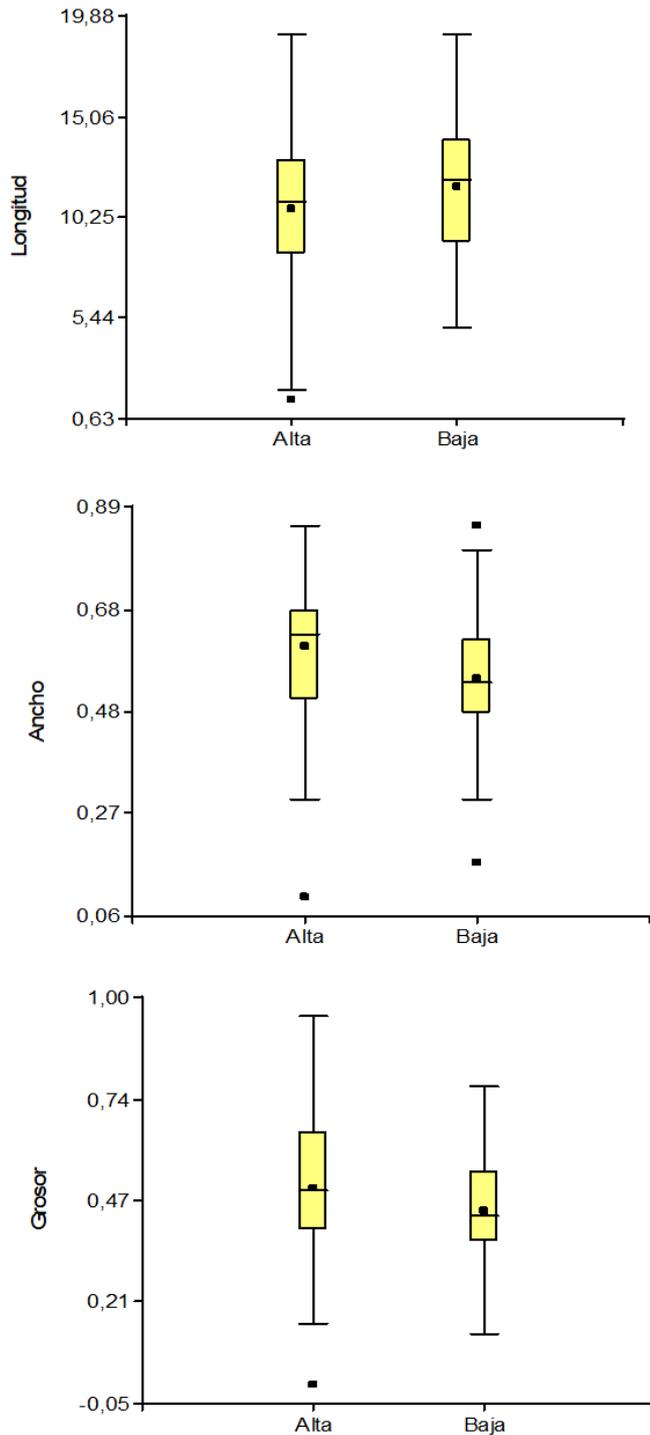
**Tabla 3.** Resultado de los modelos lineales generales para las características morfofisiológicas de los frutos de *P. flexuosa* (variables respuestas) que mostraron diferencias en relación a la altura de la planta madre (variable explicatoria).

Variable respuesta	Intercepto	Valor t	Pr(> t )	p-Valor	Significancia (<0,001)
Longitud del fruto	10,64 ± 0,27	0,54	0,59	7,4x10 <sup>-9</sup>	***
Grosor del fruto	0,44 ± 0,01	0,08	0,94	3,0x10 <sup>-10</sup>	***
Ancho del fruto	0,48 ± 0,01	0,85	0,40	5,8x10 <sup>-9</sup>	***

**Tabla 4.** Valores medios (±E.E) de las características morfofisiológicas de frutos y semillas de *P. flexuosa* para las categorías alta y baja.

Categoría <sup>s</sup>	Fruto			Semilla		
	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Grosor (cm)	N° semillas	Peso (g)	Viabilidad (%)
Alta	10,68±0,0 <b>A</b>	0,6±0,01 <b>B</b>	0,5±0,01 <b>B</b>	16,6±0,3 A	0,1±0,0 A	91,7±4,5 A
Baja	11,68±0,3 <b>B</b>	0,5±0,01 <b>A</b>	0,4±0,01 <b>A</b>	12,1±0,3 A	0,1±0,0 A	95,5±3,3 A

Letras distintas indican diferencias significativas entre las categorías alta y baja (p < 0,05)



**Figura 7.** Longitud (cm), grosor (cm) y ancho (cm) del fruto de *P. flexuosa* estimados para diferentes categorías (alturas) de individuos adultos. La línea en el interior de la caja indica el valor medio de los datos. Las bisagras superior e inferior de las cajas indican los percentiles 75 y 25 de los datos respectivamente. Los extremos de las líneas verticales indican los valores mínimos y máximos de los datos. En el eje x se indican las categorías definidas según altura de individuos adultos (Alta y Baja).

## 5. DISCUSIÓN

Es sabido que diferentes características de las plantas adultas (ej. altura, diámetro, edad, sexo, estado sucesional) y/o del ambiente donde éstas se desarrollan (ej. nutrientes, luz, humedad, herbivoría, historia de uso) afectan el ciclo de vida de la planta en sus distintos estadios (desde semilla hasta plántula y estado adulto), y por ende su éxito de regeneración (Fontana, 2015; Villagra, 2000). Buen ejemplo de esto son las diferentes especies del género *Prosopis* cuya distribución abarca un extenso gradiente latitudinal que atraviesa la provincia fitogeográfica del Monte (Argentina) y donde predominan las condiciones climáticas adversas, la escasez de recursos (agua y nutrientes) y una larga historia de uso (Villagra, 2000; Villagra et al., 2010).

En este trabajo de tesis, realizado en un área del Monte central que integra la Reserva natural Bosques Telteca y su zona de influencia, evaluamos la variación en las características morfofisiológicas de semillas (propágulos) y frutos (vainas) de *P. flexuosa* en relación a la altura de la planta madre. En base a nuestra hipótesis de trabajo, nosotros esperamos que los individuos adultos de *P. flexuosa* de mayor altura produzcan frutos más grandes con semillas de mayor tamaño y poder germinativo respecto a frutos y semillas obtenidos de individuos adultos de menor altura. En acuerdo parcial con nuestra hipótesis, los resultados muestran una relación directa entre el tamaño de la planta madre y algunas de las características estudiadas en las vainas como el largo, grosor y ancho, mientras que el tamaño de la planta madre no afectó las variables estudiadas en las semillas. En otras palabras, diferencias en la altura de la planta madre se tradujeron en variaciones en la morfología del fruto pero no en el tamaño ni en la performance de germinación y viabilidad de las semillas.

Comprender la manera en que el tamaño de individuos adultos de diferentes especies de plantas afecta la regeneración natural de las mismas, tiene importantes implicancias para el manejo y conservación de bosques nativos, y de hecho es una pregunta que ha sido disparadora de numerosos estudios (Harper, 1977; Pacala *et al.*, 1994; Clark and Clark, 1999). En términos generales, estos efectos han sido mayormente atribuidos a factores extrínsecos, como la creación de condiciones micro-edáficas y micro-climáticas específicas que pueden favorecer o perjudicar la germinación y/o el establecimiento de las plántulas, y a factores intrínsecos, como la producción de propágulos (semillas) de diferente tamaño y vigor asociado esto a variaciones genéticas inherentes a la propia especie (Torroba-Balmori *et al.*, 2015; Alonso Crespo *et al.*, 2020; Song *et al.*, 2019; Abdala *et al.*, 2020; y Villagra *et al.*, 2019). Un ejemplo es la afirmación de Herrera (2000) que polinizadores y herbívoros

tienen un efecto contrario, casi cancelándose entre sí, en la fecundación de plantas implicando una consecuencia en la germinación de la misma.

A la fecha existe controversia respecto a si la variación intraespecífica en el tamaño y poder germinativo de las semillas de diferentes especies de árboles puede atribuirse a la variación en el tamaño de la planta madre. Existe evidencia a favor de la relación positiva entre el tamaño de la planta madre y de las semillas, lo cual ha sido mayormente atribuido a que individuos adultos de mayor tamaño movilizan una mayor concentración de nutrientes y agua, garantizando un mejor desarrollo de la semilla y mayor éxito de germinación (Domic *et al.*, 2020; Campos *et al.*, 2015; y Dalling, 2002). Sin embargo, hay trabajos donde encontraron relaciones confusas, o incluso no encontraron relación entre las variables mencionadas. Por ejemplo, Heydari *et al.* (2022) observaron que las semillas (bellotas) provenientes de árboles adultos (*Quercus brantii* Lindl.) de tamaño intermedio alcanzan mayor largo y peso que las producidas por individuos adultos de tamaño pequeño o grande, mientras que Clark *et al.* (2007) y Augspurger *et al.* (2016, 2017) concluyeron que el tamaño de individuos adultos de diferentes especies de árboles nativos no tiene un valor predictivo para el peso de las semillas. En línea con estos trabajos y tal como se mencionó previamente, nuestros resultados no muestran diferencias significativas en el tamaño ni en el vigor de las semillas de *P. flexuosa* entre las categorías estudiadas (es decir, entre plantas adultas de mayor y menor altura) pero sí en el largo, ancho y grosor de los frutos.

Tal como se mencionó en apartados previos, el fruto de *P. flexuosa* es una legumbre globosa que consta de una vaina compuesta por tres capas (epicarpo, mesocarpo y endocarpo) en cuyo interior se encuentran las semillas. Las semillas y vainas (“frutos”) intervienen en diferentes etapas del proceso de regeneración de las plantas ya que las primeras contienen las reservas necesarias para el desarrollo del embrión, mientras que las vainas actúan como unidades de dispersión, y de hecho presentan diferentes especializaciones morfo-fisiológicas que favorecen la dispersión de la semilla (Fenner 2000). En base a esto, nosotros consideramos que la relación directa entre el tamaño de la planta madre y el largo, ancho y grosor de los frutos de *P. flexuosa* da indicios de la estrategia reproductiva de dicha especie, ya que una mejor “calidad” de los frutos puede significar una mayor probabilidad de dispersión y germinación para las semillas (Dalling, 2002; Campos y Vélez, 2015). Tanto la dispersión como la depredación por animales son procesos críticos para el reclutamiento de muchas especies de plantas (Janzen, 1984; Bonte y Dahirrel, 2017), tal es el caso de *P. flexuosa*. Las semillas de esta especie son dispersadas frecuentemente por animales

domésticos y silvestres y sus frutos presentan una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas que permiten la dispersión endozoócora (Peinetti *et al.*, 1993; Campos *et al.*, 2008). Estas adaptaciones incluyen la presencia de un mesocarpo dulce con altas proporciones de azúcares y proteínas y una cutícula seminal dura e impermeable que impide el ingreso de agua y la destrucción del embrión dentro del tracto digestivo de los herbívoros (Kingsolver *et al.*, 1977). Si bien en este trabajo no se analizó la composición nutricional de los frutos, sí podemos hipotetizar que frutos de mayor largo, ancho y grosor tendrán una mayor concentración de nutrientes, favoreciendo la preferencia y consumo de los mismos por parte de los animales que actúan como dispersores endozoócoros de las semillas. De hecho, hay estudios que demuestran que los frugívoros seleccionan los frutos a partir de diferentes plantas en base al tamaño de los mismos (Howe y Vande Kerckhove 1981; Wheelwright 1993; Alcántara *et al.* 1997; Martínez *et al.* 2007).

## **6. CONCLUSIÓN**

Este trabajo permitió estudiar la variación intraespecífica de algunos atributos morfofisiológicos de *P. flexuosa*, demostrando que diferencias en la altura de individuos adultos de dicha especie se traducen en variaciones en la morfología del fruto pero no en el tamaño ni en la performance de germinación y viabilidad de las semillas. Estos resultados tienen importantes implicancias para el diseño de programas de manejo y conservación de bosques nativos de *P. flexuosa* y de otras especies del género *Prosopis*. Por ejemplo, el conocimiento generado puede aplicarse para realizar recomendaciones acerca del tamaño de árboles cuya protección debe priorizarse, criterio de selección de individuos adultos y época de recolección de frutos y semillas ya sea para reproducción en vivero o para conservación de germoplasma y/o el manejo de especies de ganado doméstico que actúan como potenciales dispersores de *P. flexuosa*. Finalmente, resulta importante mencionar que este trabajo de tesis se realizó en el marco de una línea de una investigación que busca responder cómo los distintos usos de la tierra (pastoreo y extracción leña principalmente) afectan la variación intra e interespecífica de diferentes atributos funcionales de las plantas en el Monte central, y que en futuros trabajos se prevé estudiar cómo dicha variación afecta la dispersión endozoócora de las semillas de *P. flexuosa*.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Abdala, N.R., Bravo, S. y Acosta, M.2020. Germinación y efectos del almacenamiento de frutos de *Prosopis ruscifolia* (Fabaceae). *Bosque* 41(2): 103-111.

Abraham, E. 1996. Mapa Geomorfológico de la Provincia de Mendoza en escala 1:500.000. En Atlas básico de Recursos de la región Andina Argentina. Informe Final. Enviado a Universidad de Granada, Junta de Gobierno Andalucía, España.

Alcántara, J.M, Rey, P.J., Valera, F., Sainchez-Lafuente, A.M, Gutiérrez, J.E. 1997. Habitat alteration and plant intra-specific competition for seed dispersers. An example with *Olea europaea* var. *sylvestris*. *Oikos* 79:291–300.

Alonso-Crespo, I.M., Silla, F., del Nogal, P.J., Fernández, M.J., Martínez-Ruiz, C., Fernández-Santos, B. 2020. Effect of the mother tree age and acorn weight in the regenerative characteristics of *Quercus faginea*. *Eur. J. For. Res.* 1–11.

Alvarez, J.A., Villagra, P.E, Cony, M.A., Cesca, E. y 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*. Vol.79, p.75-87.

Alvarez, J.A y Villagra, P. 2009. *Prosopis flexuosa* DC. (Fabaceae, Mimosoideae) *Kurtziana* Tomo 35 (1): 49-63.

Augspurger, C.K., Franson, S.E., Cushman, C.K. y Muller-Landau, H.C.2016. Intraspecific variation in seed dispersal of a Neotropical tree and its relationship to fruit and tree traits. *Ecology and Evolution*. 6(4): 1128–1142.

Augspurger, C.K, Franson, S.E. y Cushman, K.C. 2017. Wind dispersal is predicted by tree, not diaspore, traits in comparisons of Neotropical species. *Functional Ecology* 31:808–820.

Bonte, D. y Dahirel, M. 2017. Dispersal: a central and independent trait in life history. *Oikos*. Wiley Online Library.

Burkart, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Ed. ACME Agency SRL. Buenos Aires - Argentina. p. 569. 26

Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfamilia Mimosoideae). *Journal Arnold Arbor*. Vol.57. p 219-455.

Campagna, S. 2018. El rol del ganado doméstico en la dispersión endozoocórica de semillas de *Prosopis flexuosa*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.

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

Campos, C.M, Peco, B., Campos, V.E., Malo, J.E., Giannoni, S.M.y Suárez, F. 2008. Endozoochory by native and exotic herbivores in dry areas: Consequences for germination and survival of *Prosopis* seeds. *Seed Science Research*. Vol. 18, p. 91-100.

Campos, C., Campos, V., Mongeaud, A., Borghi, C., De los ríos, C. y Giannoni, S. 2011. Relationships between *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) and cattle in the Monte desert: Seeds, seedlings and saplings on cattle-use site classes. *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol 84, p. 289-299.

Campos, C.M. y Velez, S. 2015. Almacenadores y frugívoros oportunistas: el papel de los mamíferos en la dispersión del algarrobo (*Prosopis flexuosa* DC) en el desierto del Monte, Argentina. *Ecosistemas*. Vol. 24, p. 28-34.

Capparelli, A. 2008. Caracterización cuantitativa de productos intermedios y residuos derivados de alimentos del algarrobo (*Prosopis flexuosa* y *P. chilensis*, Fabaceae): aproximación experimental aplicada a restos arqueobotánicos desecados. *Darwiniana*. Vol.46 (2), p.175-201.

Catalán, L., Balzarini, M., Taleisnik, E., Sereno, R. y Karlin, U. 1994. Effects of salinity on germination and seedling growth of *Prosopis flexuosa* (D.C.). *Forest Ecology and Management*. Vol. 63, p.347-357.

Chiappa, E., Villsenor, R., Toro H. y Covarrubias R. 1997. Táctica reproductiva de *Prosopis* (Mimosaceae) y asociaciones ecológicas de sus polinizadores, en el desierto del norte de Chile. *Multequina*. Vol. 6, p.9-20.

Chillo, V. Respuestas de la biodiversidad a gradientes de perturbación por pastoreo en el desierto del Monte Central, Argentina. *Revista Mastozoología Neotropical*. 2013. Vol. 20(1), p. 183-195.

Clark, D.A., Clark, D.B. 1999. Assessing the growth of tropical rain forest trees issues for forest modelling and management. *Ecol. Appl.* 9, p. 981–997.

Clark, J.S., Wolosin, M., Dietze, M., Ibáñez, I., LaDeau, S., Welsh, M. & Kloeppel, B. 2007. Tree growth inference and prediction from diameter censuses and ring widths Ecological Applications. Ecological Society of America. Vol. 17 (7), p. 1942-1953.

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

Dalling, J.W. Ecología de semillas. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales (pp. 346-375). Costa Rica: Ediciones LUR.

Dominic, A., Capriles J. y Camilo G. 2020. Evaluating the fitness effects of seed size and maternal tree size on *Polylepis tomentella* (Rosaceae) seed germination and seedling performance. Journal of Tropical Ecology, Vol 36, p. 115–122.

Durante, S., y Cabrera, N. En prensa. Megachilidae. En Debandi G. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Volumen II. Ed. Sociedad Entomológica Argentina, Tucumán Argentina.

Egea, A.V.; Campagna, S.; Cona, M.; Sartor, C.; Campos, C. 2022. Experimental assessment of endozoochorous dispersal of domestic ungulates. Applied Vegetation Science.

El-Abady, M. I. 2015. Accelerated ageing test for assessing viability of faba bean seed under laboratory and field conditions. J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 6 (6): 869 – 877.

Faruqi, S., Wu, A., Brolis, E., Ortega, AA. y Batista, A. 2018. El negocio de la plantación de árboles: una creciente oportunidad de inversión. Editorial Instituto de Recursos Mundiales. Pp.60.

Fenner, M. 2000. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. Chapter 2. DOI : 10.1079/9780851994321.0000

Folliot, P.F. y Thames, J.L. 1983. Collection, handling, storage and pretreatment of Prosopis seeds in Latin America. Rome. FAO [En línea] [<http://www.fao.org/docrep/006/Q2180S/Q2180S00.HTM>]

Fontana, M.L.; Perez, V.R. y Luna, C.V. 2015. Influencia de la procedencia geográfica sobre los parámetros morfométricos de semillas de *Prosopis alba*. Multequina, núm. 24, p. 33-45 Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas Mendoza, Argentina.

Galera, F. M. 2000. Los algarrobos. Las especies del género *Prosopis* de América Latina con especial énfasis en aquellas con interés económico. [En línea] Córdoba, Argentina, [<http://www.fao.org/docrep/006/AD314S/AD314S00.HTM>], [Consulta: 5 de abril de 2020].

García-Rodríguez, J.J., Ávila-Perches, M.A., Gámez-Vázquez, F.P., O-Olán, M. y Gámez-Vázquez, A.J. 2018. Calidad física y fisiológica de semilla de maíz influenciada por el patrón de siembra de progenitores. *Revista fitotecnia* 2018 Vol.41 (1).

Goirán, S.B., Aranibar, J.N. & Gomez, M.L. 2012. Heterogeneous spatial distribution of traditional livestock settlements and their effects on vegetation cover in arid groundwater coupled ecosystems in the Monte Desert (Argentina) *Journal of Arid Environments* 87 Vol. 87, p. 188-197.

Gonzalez Loyarte, M.M., Menenti, M. & Diblasi, A. 2009. Mapa bioclimático para las Travesías de Mendoza (Argentina) basado en la fenología foliar. *Revista FCA UNCuyo*. Tomo XLI N° 1. P. 105-122.

Harper, J.L., 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.

Herrera, C.M. 1995. Plant-vertebrate seed dispersal systems in the mediterranean: Ecological, Evolutionary, and Historical determinants. *Annual Review Ecological System*. Vol. 26, p. 705-27.

Herrera, C.M., 2000. Measuring the effects of pollinators and herbivores: evidence for non-additivity in a perennial herb. *Ecology* 81, 2170–2176.

Heydari, M., Asadi-Rad, H., Hosseinzadeh, J., Hajinia, S., Alexander Wait, D. y Prevosto, B. 2022. Managing semi-arid oak forests (*Quercus brantii* Lindl.): Mature oak trees of different dimensions create contrasted microhabitats influencing seedling quality. *Journal of Environmental Management* 304, p.114269.

Howe, H.F. y Vande Kerckhove, G.A. 1981. Removal of wild nutmeg (*Virola surinamensis*) crops by birds. *Ecology* 62. p. 1093–1106.

Janzen, D.H. 1984. Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *The American Naturalist* - [journals.uchicago.edu](http://journals.uchicago.edu)

Kingsolver, J. M., Johnson, C. D., Swier, S. R. y Teran, A. 1977. *Prosopis* fruits as a resource for invertebrates. En *Mesquite: Its biology in two desert scrub ecosystems*. Ed. B.B. Simpson, Pennsylvania – Estados Unidos. p. 108-122.

Llano, C., Ugan, A., Guerci, A. y Otaola, C. 2012. Arqueología experimental y valoración nutricional del fruto de algarrobo (*Prosopis flexuosa*): inferencias sobre la presencia de macrorrestos en sitios arqueológicos. *Intersecciones en antropología*. Vol. 13, p. 513-524.

Ma, X. Huete, A., Moran, S., Ponce-Campos, G. and Eamus, D. 2015. Abrupt shift in phenology and vegetation productivity under climate extremes. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. P. 2036–2052.

Martínez I, García D, Obeso JR. 2007. Allometric allocation in fruit and seed packaging conditions the conflict among selective pressures on seed size. *Evolutionary Ecology* 21:517–533.

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

Moreno, C., Torres, L. y 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*. Vol 16, Num. 3. P. 18-35.

ONU Programa para el medioambiente [6 de Marzo de 2019] [Accedido el 4 de octubre de 2020] Disponible en: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/nueva-decada-de-las-naciones-unidas-para-la-restauracion-de-los>

Pacala, S.W., Canham, C.D., Silander Jr., J.A., Kobe, R.K., 1994. Sapling growth as a function of resources in a northern temperate forest. *Can. J. For. Res.* Vol. 24, p. 2172–2183.

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

Peralta, M. y Serra, M.T. 1987. Caracterización del hábitat natural de las especies del género *Prosopis* en las Provincias de Huasco y Copiapó, III Región, Chile. En:

Investigación y desarrollo de áreas silvestres zonas áridas y semiáridas de Chile. Documento de trabajo N°9, CONAF (Chile). 120p.

Pérez-Harguindeguy, et al. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. Vol 61, (3), p.167–234.

Roig, F.A. 1985. Árboles y bosques de la región árida centro oeste de Argentina (provincias de Mendoza y San Juan) y sus posibilidades silvícolas. *Forestación en zonas áridas y semiáridas. 2° Encuentro Regional CIID América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile. p. 145-188.

Roig, F.A. 1987. Los árboles indígenas de las Provincias de Mendoza y San Juan. I parte. *Serie Científica*. Vol.31, p.13-15.

Rossi B.E. Heterogeneidad espacial a distintas escalas. 2004. Universidad Nacional de Cuyo, Programa de Postgrado de Biología. Mendoza, Argentina.152p.

Roulier, C., Anderson, C.B., Ballari, S.A. y Nielsen, E.A. 2020. Estudios sociales y socioecológicos sobre restauración ecológica: Una revisión de la literatura a escala global e iberoamericana. *Ecol. Austral*. Vol.30 no.1 (1).

Ruiz Leal, A. 1972. Aportes al inventario de los recursos naturales renovables de la Provincia de Mendoza. *Flora Popular Mendocina*. IADIZA. Deserta. Vol.3, p. 1-299.

Santamaría, L., Larrinaga, A.R., Arceiz, A. y Rodríguez Pérez J. 2006. La ecología espacial como punto de encuentro entre la ecología animal y vegetal. Modelos espacialmente explícitos de dispersión endozoócora. *Ecosistemas*. Vol.15 (3), p.100-106.

Simpson, B. B., Neff, J.L. y Moldenke, A.R. 1977. Prosopis flowers as a resource. En SIMPSON B.B. *Mesquite: its biology in two desert ecosystems*. Ed. Simpson B.B. Nueva York – Estados Unidos. 250p.

Smith, L.L y Ueckert, D.N. 1974. Influence of insects on mesquite seed production. *Journal of Range Management*. Vol.27, p. 61-65.

Solbrig, O.T. y Cantino, P.D. 1975. Reproductive adaptations in Prosopis (Leguminosae, Mimosoideae). *Arnold Arboretum*. Vol. 56 (2), p.183-210.

Song, X., Wan, F., Chang, X., Zhang, J., Sun, M., Liu, Y., 2019. Effects of nutrient deficiency on root morphology and nutrient allocation in pistacia chinensis bunge seedlings. Forests 10 (11), 1035.

Torroba-Balmori, P., Zaldívar, P., Alday, J.G., Fernandez-Santos, B., Martínez-Ruiz, C., 2015. Recovering Quercus species on reclaimed coal wastes using native shrubs as restoration nurse plants. Ecol. Eng. Vol. 77, p.146–153.

Traveset, A., Robertson, A.W. and Rodríguez-Pérez, J. A. 2007. Review on the Role of Endozoochory in Seed Germination. 04Seed Dispersal (4) Pp 78-103. Accedido el 6/4/22

Villagra, P. 2000. Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos. usos de algarrobo. Departamento de Dendrocronología e Historia Ambiental. IANIGLA-CRICYT. CC.330. 5500 Mendoza. Argentina. Multequina vol.9 no.2 Mendoza.

Villagra, P.E, Marone L. y Cony M. 2002. Mechanisms affecting the fate of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae, Mimosoideae) seeds during early secondary dispersal in the Monte Desert, Argentina. Austral Ecology. Vol.27, p.416–421.

Villagra, P., Cesca, E., Alvarez, J., Rojas, F, A., BourgueT, A. M., y Mastrangelo, P. 2010. Anexo II del Documento de Ordenamiento de las Áreas Boscosas de la Provincia de Mendoza. Secretaría de Medio Ambiente. Mendoza. [Consultado el 2 de febrero de 2021] Disponible en: [https://wiki.mendoza-conicet.gob.ar/images/7/75/ORDENAMIENTO\\_BOSQUES\\_NATIVOS\\_MENDOZA.pdf](https://wiki.mendoza-conicet.gob.ar/images/7/75/ORDENAMIENTO_BOSQUES_NATIVOS_MENDOZA.pdf)

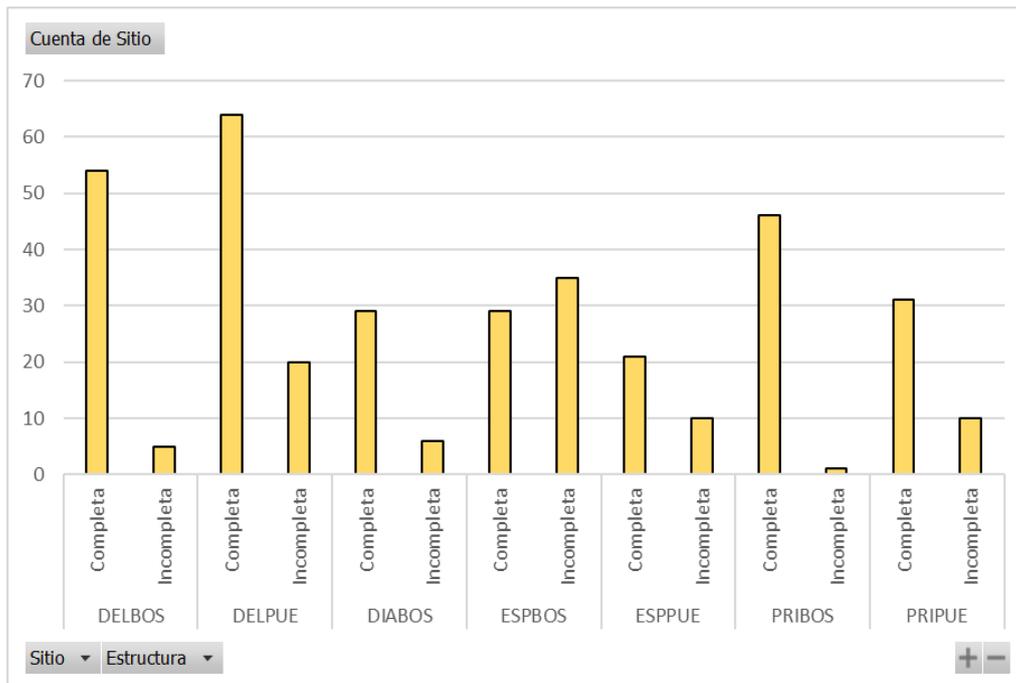
Villagra, P. y Alvarez, J.A. 2019. Determinantes ambientales y desafíos para el ordenamiento forestal sustentable en los algarrobales del Monte, Argentina146. Ecología Austral, Vol. 29, p. 146-155. Asociación Argentina de Ecología.

Wheelwright NT. 1993. Fruit size in a tropical tree species: variation, preference by birds, and heritability. Vegetatio 107/108:163–174.

## 8. ANEXO

**Tabla 5.** Peso de la chaucha de *Prosopis flexuosa*

Sitio	Peso (gramos)	Sitio	Peso (gramos)
DELPUE	4,2108	DELBOS	2,8555
	4,9154		2,2389
	4,7809		3,3776
	4,1205		2,9195
	2,021		1,8734
	2,299		3,6175
	2,0777		3,3236
	1,8095		2,9298
	1,9085		2,8747
	2,2878		1,9751
	1,6744		2,4637
ESPPUE	3,7167	ESPBOS	3,5816
	2,8189		2,8076
	2,5436		3,7542
	1,9314		2,7393
	3,1469		1,8172
	2,2335		2,7142
	2,4897		3,4063
	3,567		3,2725
	2,1271		2,6204
	1,9617		2,8471
	1,3012		2,5929
PRIPUE	5,0813	PRIBOS	2,4481
	5,6148		3,4871
	5,4463		3,219
	4,6212		2,8452
	3,2408		3,229
	5,5206		4,6271
	4,3947		2,1892
	4,8066		1,3695
	5,3662		1,3407
	2,6791		2,8183
	2,6954		2,7991
DIABOS	2,5741		
	2,7535		
	3,8629		
	2,2406		
	2,377		
	1,9459		
	4,0524		
	1,7984		
	2,6087		
	4,7301		
	2,9442		
<b>TOTAL</b>			<b>242,9759</b>

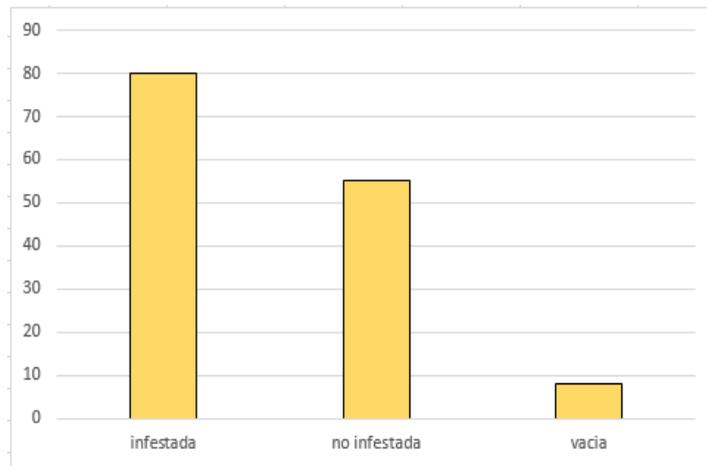


**Figura 8.** Estructura del fruto de *Prosopis flexuosa*.

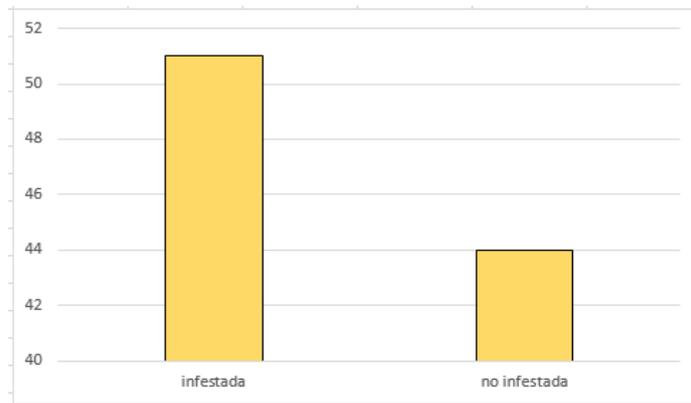
**Tabla 6.** Estructura fruto *Prosopis flexuosa* por sitio

Sitio	Estructura de la chaucha	Nº (unidad)
DELBO	Completa	54
	Incompleta	5
DELPUE	Completa	64
	Incompleta	19
	Vacía	1
ESPBOS	Completa	29
	Incompleta	35
ESPPUE	Completa	21
	Incompleta	10
PRIBOS	Completa	46
	Incompleta	1

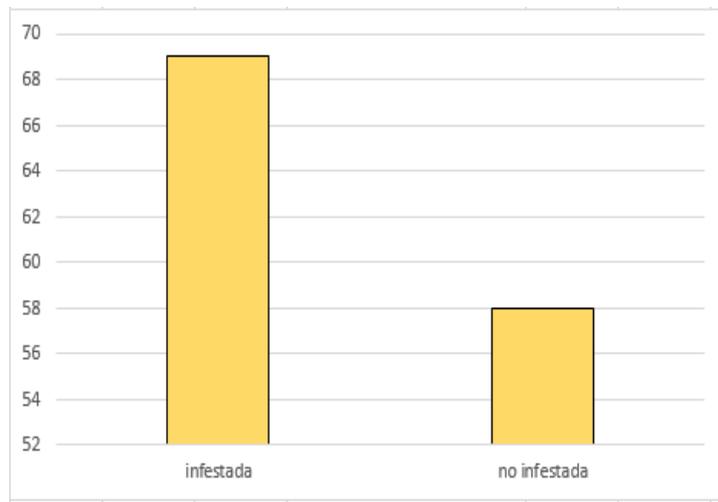
PRIPUE	Completa	31
	Incompleta	10
DIABOS	Completa	29
	Incompleta	5
Total		328



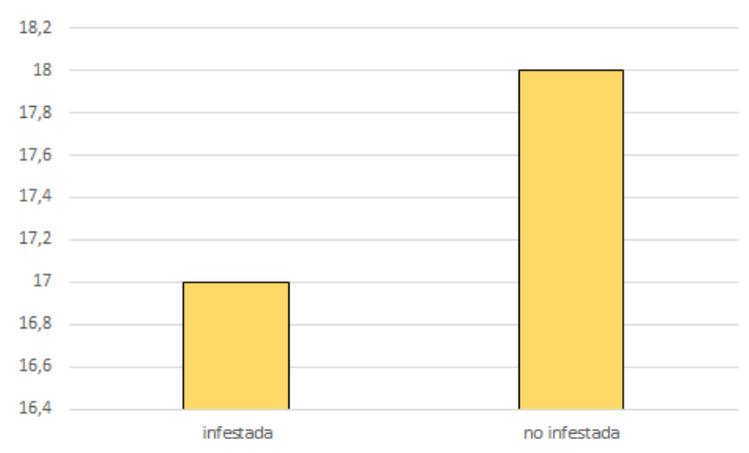
**Figura 9** Estado del fruto de *Prosopis flexuosa* en el Puesto Las Delicias.



**Figura 10** Estado del fruto de *Prosopis flexuosa* en el Puesto La Esperanza.



**Figura 11** Estado de la vaina de *Prosopis flexuosa* en el Puesto La Primavera.



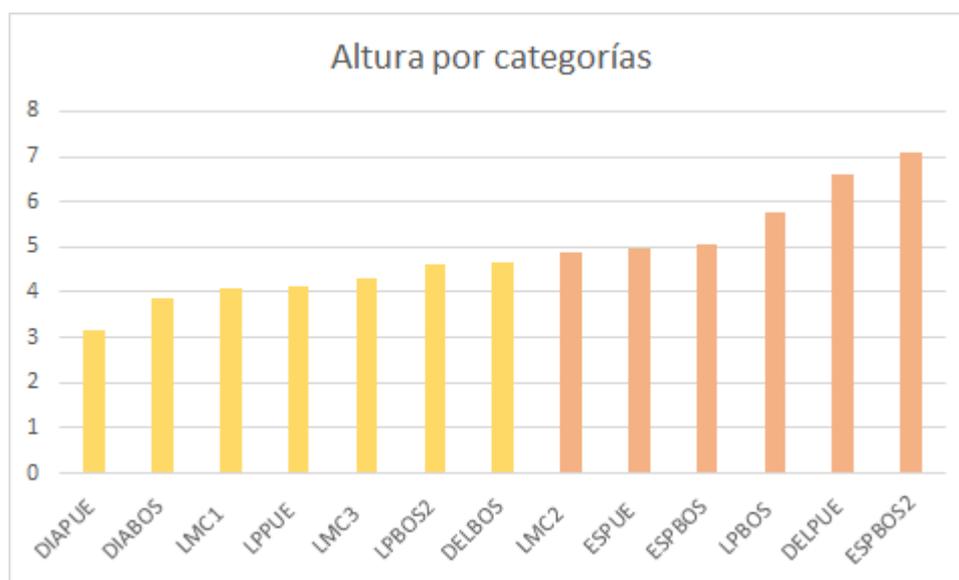
**Figura 12** Estado de la vaina de *Prosopis flexuosa* en el Puesto Diamante Bosque.

**Tabla 7.** Cantidad de semillas totales e infestadas por sitio

Sitio	N° de semillas	N° de semillas infestadas
DELBOS	893	68
DELPUE	634	102
DIABOS	35	25
ESPBUS	713	58
ESPPUE	376	37
PRIBOS	500	90
PRIPUE	606	11
<b>Total</b>	<b>3757</b>	<b>391</b>

**Tabla 8.** Altura ejemplar materno por sitio.

LPPUE	LPBOS	LPBOS2	DELPUE	DELBOS	DIAPUE	DIABOS	ESPPUE	ESPBOS	ESPBOS2	LMC1	LMC2	LMC3
4.17	3.24	3.87	8	5.87	3.85	2.9	5.36	5.3	5	4.5	6	5.2
4.67	3.5	5.3	10	8.466666667	2.6	3.25	4.1	5.7	7.8	2.77	3.5	4.65
3.07	4.6	4.7	7	2.3	2.8	5.08	3.25	4.83	6.5	2.45	5.57	3.95
4.69	7.5		3.68	6.3	3.4	3.15	6.2	4.62	7	4.1	4.35	5.5
3.98	4.7		5.7	2.2	2.2	3.77	5	4.85		7.3	2.94	4
4.32	11		5.3	2.9	3.97	5	6	5		3.45	7	2.5
4.014												



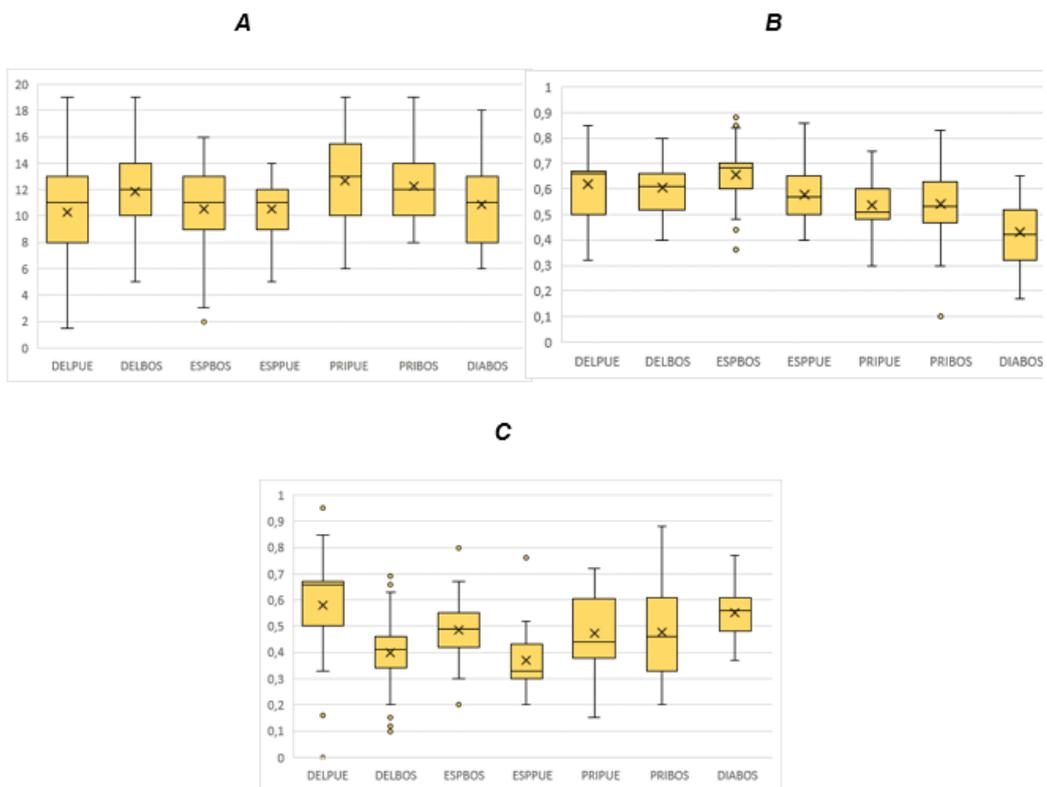
**Figura 13.** Altura ejemplar materno por categoría. Fuente: Elaboración propia. 2021.

Referencias:

- Baja
- Alta

**Tabla 9.** Estructura fruto *Prosopis flexuosa*

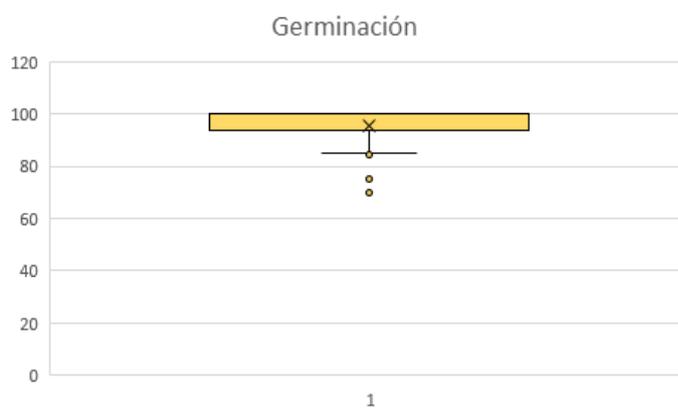
Estructura	Cantidad (n°)
Completa	274
Incompleta	87
<b>Total</b>	<b>361</b>



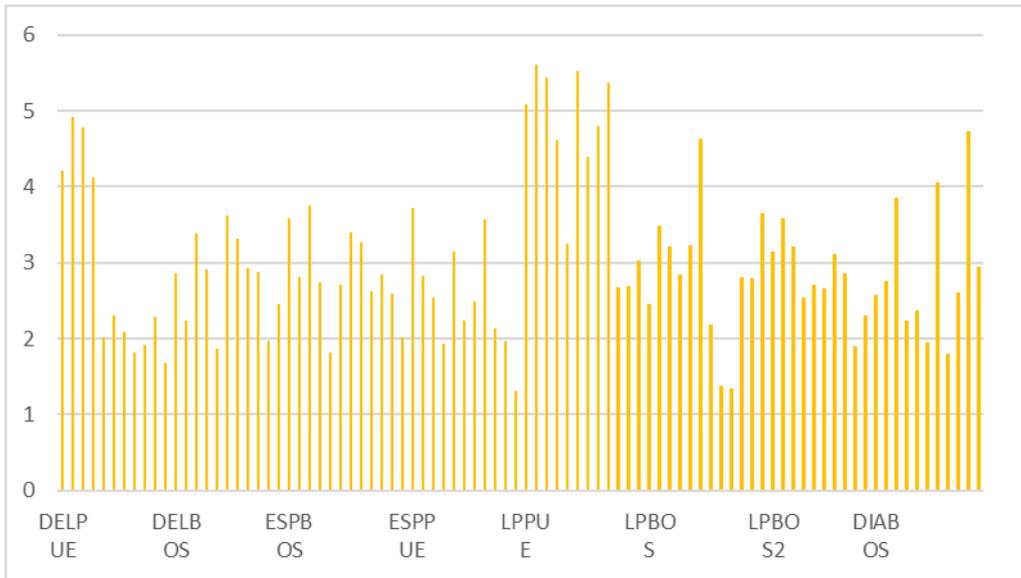
**A.** Figura 14. Longitud de la vaina de *Prosopis flexuosa* por sitios.

**B.** Figura 15. Ancho de la vaina de *P. flexuosa* por sitios.

**C.** Figura 16. Grosor de la vaina de *P. flexuosa* por sitios.

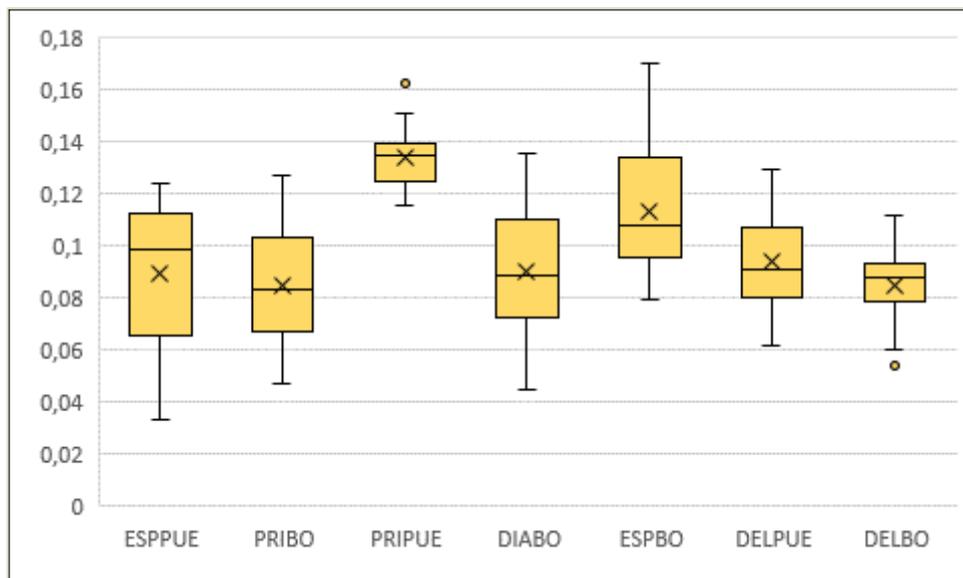


**Figura 17.** Box plot Porcentaje de Germinación



**Figura 18.** Peso de vainas de *P. flexuosa* por sitio

El peso total de las chauchas es de 242,97 gramos y la cantidad de chauchas es de 77 unidades.



**Figura 19.** Peso de semillas de *Prosopis flexuosa* por sitio.

En general la estructura de la chaucha se encuentra en buen estado, completa, en todos los sitios, a excepción del sitio La Esperanza Bosque donde las chauchas con estructura incompleta superan a las completas, 35 a 29 respectivamente.

El número de chauchas total es de 328 unidades, aunque la cantidad de frutos de nuestro interés (estructura completa) es de 274.