



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

Reserva de semillas en el suelo de *Prosopis laevigata* (Willd.) M. C. Johnst. y *Mimosa biuncifera* Benth., en tres matorrales xerófilos del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A :  
**ARZOLA GALINDO CARLOS SIDRONIO**



DIRECTOR DE TESIS: DRA. MA. SOCORRO OROZCO ALMANZA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA VEGETAL

MÉXICO, D.F. 2006  
Investigación realizada con financiamiento de la DGAPA (Proyecto PAPIIT  
IN-208205).



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

A mis padres, Abad Arzola y Balbina Galindo.

A quienes no sabría como agradecer todo; su paciencia, sus consejos, su apoyo anímico, sus observaciones. Los cuales no sólo me han dado la vida, sino la libertad de vivirla.

A mis hermanos José Alfredo, Eduardo y Daniel.

A quien agradezco sus atenciones, sus críticas, sus elogios, en fin por toda la amistad que nos une. También a mi cuñada consentida (Ale) y a mis sobrinos Jorge A. y Jessica A., los cuales me han hecho y he hecho reír, enojar.

A HME, por ser la razón por la cual sonrío a la vida, la que me soporta, consiente, regaña, la que me hace enojar. Por compartir este sueño.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y a sus maestros por todas las enseñanzas y experiencias vividas en el campus universitario. Muy en especial a la Dra. Ma. Socorro Orozco, por su amistad, por todo el apoyo anímico, por sus consejos y la gran aportación hecha para la realización de la tesis. También a todas y todos los colaboradores que han participado en este proyecto de tesis, sin los cuales no se hubiese llevado a cabo (Raquel, Roberto, Dra. Esther, Gerardo, Salvador, Viridiana, Miriam).

A los sinodales que revisaron el manuscrito en su última etapa: Dr. Arcadio Ata, Dr. Gerardo Cruz Flores, Bióloga Balbina Vázquez Benítez, por las sugerencias tan acertadas para la mejora del trabajo.

Al Dr. Isaías H. Salgado Ugarte por su apoyo incondicional en la asesoría de la parte estadística del trabajo.

A los compañeros de la carrera de Biología por todo el apoyo brindado en los momentos difíciles. En especial a todos mis amigos, los cuales no nombro por miedo a que se me olvide alguno. Saben a quienes me refiero, no se hagan. (Álvaro, Dulce, Dulce Maria, Víctor, Elia, Israel, Ulises, Raquel, Armando, Sinuhé, Gilmar, Miriam, Daniel, Abril, Maximina, Gabriel, Janette, Héctor, José, Maribel, Verónica y Norma).

A la Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DEGAPA), por el financiamiento brindado al proyecto.

A Dios, sólo le puedo decir gracias, totales.

“Sólo le pido a Dios, que el mundo no me sea indiferente, es un mostró grande y pisa fuerte...”

# ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
I INTRODUCCIÓN	2
II ANTECEDENTES	3
2.1 Características de las especies	3
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M. C. Johnst.	3
Clasificación	3
Características botánicas	3
Fenología reproductiva	3
Distribución	4
Usos	5
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	6
Clasificación	6
Características botánicas	6
Fenología reproductiva	6
Distribución	6
Usos	7
2.2 Banco o reserva de semillas del suelo	8
Definición	8
Dinámica de la reserva de semillas en el suelo	9
Aplicación	10
Dispersión de semillas	10
Latencia de las semillas de la reserva del suelo	11
Longevidad	13
Germinación	14
Reclutamiento de plántulas	14
2.3 Estudios realizados en el tema	16
III HIPÓTESIS	19
IV OBJETIVOS	20

<b>4.1 Objetivo general</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Objetivos específicos</b>	<b>20</b>
<b>V MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>21</b>
<b>5.1 Sitios de muestreo</b>	<b>21</b>
<b>5.2 Predominio ecológico</b>	<b>23</b>
<b>5.3 Reserva de semillas</b>	<b>24</b>
<b>Toma de muestras de suelo</b>	<b>24</b>
<b>Separación y densidad de semillas de la reserva del suelo</b>	<b>24</b>
<b>Análisis estadístico</b>	<b>25</b>
<b>Viabilidad de las semillas de la reserva del suelo</b>	<b>25</b>
<b>Longevidad de semillas en campo</b>	<b>25</b>
<b>Reclutamiento de plántulas</b>	<b>26</b>
<b>VI RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>6.1 Predominio ecológico</b>	<b>27</b>
<b>6.2 Reserva de semillas del suelo</b>	<b>31</b>
<i>Prosopis laevigata</i>	<b>31</b>
<b>Distribución horizontal por localidad</b>	<b>31</b>
<b>Distribución vertical por localidad</b>	<b>32</b>
<b>Distribución temporal por localidad</b>	<b>33</b>
<i>Mimosa biuncifera</i>	<b>35</b>
<b>Distribución horizontal por localidad</b>	<b>35</b>
<b>Distribución vertical por localidad</b>	<b>36</b>
<b>Distribución temporal por localidad</b>	<b>37</b>
<b>6.3 Número de semillas por muestra</b>	<b>39</b>
<b>6.4 Viabilidad de las semillas localizadas en la reserva del suelo</b>	<b>41</b>
<b>6.5 Reclutamiento de plántulas</b>	<b>45</b>
<i>Prosopis laevigata</i>	<b>45</b>
<i>Mimosa biuncifera</i>	<b>47</b>
<b>6.6 Longevidad de semillas después de un año de enterramiento</b>	<b>50</b>
<b>VII DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>52</b>

<b>VIII CONCLUSIÓN</b>	<b>59</b>
<b>IX RECOMENDACIONES</b>	<b>60</b>
<b>X BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>66</b>
<b>Anexo 1. Análisis estadísticos</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución geográfica de <i>Prosopis laevigata</i> en México	4
2	Distribución geográfica de <i>Mimosa biuncifera</i> en México	7
3	Tipos de reservas de semillas del suelo presentes comúnmente en regiones templadas.	8
4	Sitios de muestreo en el estado de Hidalgo; Bingu, González-González y El Rincón.	22
5	Recolecta de suelo con pala (llenado de cubo de 1dm <sup>3</sup> ).	24
6	Enterramiento de semillas en campo bajo el dosel de <i>Prosopis laevigata</i> .	26
7	Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> , localidad de El Rincón.	31
8	Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> , localidad de Bingu.	32
9	Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> , localidad de El Rincón.	32
10	Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> , localidad de Bingu.	33
11	Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> , localidad El Rincón.	33
12	Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> , localidad de Bingu.	34
13	Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> , localidad de El Rincón.	35
14	Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> , localidad de González-González.	36
15	Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> , localidad de El Rincón	36
16	Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> , localidad de González-González.	37
17	Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> , localidad de El Rincón.	37
18	Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> , localidad de González-González.	38

19	Número de muestras con semillas: bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de <i>Prosopis laevigata</i> (El Rincón).	39
20	Número de muestras con semillas: bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de <i>Prosopis laevigata</i> (Bingu).	39
21	Número de muestras con semillas bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de <i>Mimosa biuncifera</i> (El Rincón).	40
22	Número de muestras con semillas: bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de <i>Mimosa biuncifera</i> (González-González).	40
23	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> durante un año de estudio (localidad El Rincón).	43
24	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de <i>Prosopis laevigata</i> durante un año de estudio (localidad Bingu).	43
25	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> durante un año de estudio (localidad El Rincón).	44
26	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de <i>Mimosa biuncifera</i> durante un año de estudio (localidad de González-González).	44
27	Densidad de plántulas de <i>Prosopis laevigata</i> durante los meses de muestreo.	45
28	Porcentaje de supervivencia de plántulas de <i>Prosopis laevigata</i> durante los meses de muestreo.	45
29	Altura de plántulas de <i>Prosopis laevigata</i> durante los meses de muestreo.	46
30	Cobertura de plántulas de <i>Prosopis laevigata</i> durante los meses de muestreo.	46
31	Densidad de plántulas <i>Mimosa biuncifera</i> durante los meses de muestreo.	47
32	Porcentaje de supervivencia de <i>Mimosa biuncifera</i> durante los meses de muestreo.	47
33	Altura de plántulas de <i>Mimosa biuncifera</i> durante los meses de muestreo.	48
34	Cobertura de plántulas de <i>Mimosa biuncifera</i> durante los meses de muestreo.	48

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies en un Matorral Alto Espinoso, en la localidad “El Rincón” municipio el Arenal en el Edo., de Hidalgo.	27
2	Densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies en un Matorral Crasicaule en la localidad “González-González” municipio de Santiago de Anaya en el Edo., de Hidalgo.	29
3	Densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies en un Matorral Rosetófilo en la localidad de Bingu municipio, el Cardonal en el Edo., de Hidalgo.	30
4	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante un año de muestreo para <i>Prosopis laevigata</i> .	41
5	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante un año de muestreo para <i>Mimosa biuncifera</i> .	42
6	Emergencia de plántulas de <i>Prosopis laevigata</i> .	46
7	Emergencia de plántulas de <i>Mimosa biuncifera</i> .	48
8	Variables micro climáticas (Temperatura y PAR).	49
9	Porcentaje de viabilidad de las semillas enterradas en el suelo (5 cm) durante un ciclo anual.	51

## RESUMEN

La reserva de semillas en el suelo representa un gran potencial de regeneración de especies de ecosistemas templados, tropicales, secos y semisecos; cuya importancia radica en su valor económico y ecológico. Actualmente, son pocos los trabajos que han estudiado la composición y dinámica de las semillas en la reserva del suelo de especies nativas de zonas semisecas de México. El objetivo de este trabajo fue evaluar la formación de reservas de semillas en el suelo de dos especies de leguminosas: *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera*, en tres matorrales xerófilos del Valle del Mezquital, Hidalgo, con el fin de determinar su potencial de regeneración natural. Se tomaron muestras de suelo en tres localidades del Valle del Mezquital: El Rincón, Municipio El Arenal; González-González, Municipio, Santiago de Anaya y Bingu, Municipio del Cardonal. En cada localidad, se tomaron muestras de suelo bajo el dosel y áreas inter-arbustivas de cinco individuos de cada especie. Se registró el número de semillas / m<sup>2</sup> y la viabilidad de las semillas de la reserva; se evaluó la longevidad de las semillas en campo durante un ciclo anual de enterramiento, así mismo se registró el reclutamiento de plántulas en campo. Se encontró que la distribución horizontal y vertical de las semillas en el suelo, para las dos especies en los tres matorrales estudiados, presenta una tendencia similar: la mayor acumulación de semillas se presentó bajo el dosel de los arbustos y disminuyó hacia las áreas inter-arbustivas; así mismo, la mayor acumulación de semillas se presentó en el mantillo y disminuyó con la profundidad. El grado de deterioro del ecosistema está relacionado con la densidad de semillas registradas en el suelo; así, los matorrales más conservados presentaron las mayores densidades (El Rincón > González-González > Bingu). La mayor acumulación de semillas en el suelo se presenta después de la época de dispersión de semillas y disminuye significativamente en los siguientes meses. Las semillas de ambas especies conservan su viabilidad (100%) tanto bajo el dosel de los arbustos como en las áreas inter-arbustivas, después de un año de enterramiento. Por otro lado, las reservas de semillas que forman las dos especies bajo estudio contribuyen de manera diferente al reclutamiento de plántulas; sin embargo su supervivencia durante la época seca fue nula (0%). Se concluye que las dos especies forman reservas de semillas viables en el suelo, con una permanencia de por lo menos un año y que una gran proporción de estas semillas contribuyen al reclutamiento de plántulas, lo cual implica un potencial de regeneración importante en ecosistemas naturales con diferente grado de perturbación.

## I INTRODUCCIÓN

El Estado de Hidalgo posee una gran superficie de zonas semiáridas (376,422 hectáreas) (Municipios del Estado de Hidalgo, 1988), de estas zonas casi el 94% presenta perturbación o alteración debido a la explotación humana; principalmente por la agricultura, la ganadería, el pastoreo y el crecimiento urbano. La pérdida del suelo y la vegetación por estas actividades es alarmante, ante esta situación es urgente encontrar alternativas que reviertan el deterioro. Una alternativa la constituye el estudio de la reserva de semillas del suelo, la cual se ha estudiado principalmente en áreas de cultivo como una herramienta para el control de malezas (Roberts y Nelson, 1981; Leck *et al.*, 1989; Carter e Ivana, 2006); sin embargo, actualmente los estudios se han enfocado a los ecosistemas naturales con el fin de conocer su participación en la dinámica, mantenimiento, diversidad y distribución de la vegetación *in situ* (Thompson, 1987); así como su importancia en la sucesión ecológica (Fenner, 1985). En las zonas semiáridas, las plantas anuales constituyen la mayor parte de la vegetación y sus semillas pueden permanecer viables en el suelo varios años (Guo *et al.*, 1998), constituyendo una importante estrategia para su regeneración. La reserva o el banco de semillas del suelo lo constituyen todos aquellos frutos, diásporas o semillas viables que han sido producidas por las plantas *in* o *ex situ* y que se almacenan en el suelo durante periodos variables (Molina *et al.*, 1991). Su papel es determinante para la dinámica de cualquier ecosistema, ya que representa una potencial reserva de material genético acumulado en el tiempo (Leck *et al.*, 1989), el cual es importante para la regeneración natural. La dinámica de la reserva de semillas del suelo está regulada por factores tales como la dispersión, longevidad y germinación de las semillas (Günster, 1994); sin embargo, la distribución de semillas en la dinámica de la reserva después de la dispersión es función de otros factores como la depredación y el movimiento de la semilla en el suelo (Guo *et al.*, 1998). En las zonas semiáridas de México, las especies de la familia Leguminosae como *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera*, son especies dominantes-codominantes de algunos tipos de vegetación, estas especies se caracterizan por ser fijadoras de nitrógeno atmosférico, crear un microclima bajo su dosel que permite el establecimiento de plántulas de diferentes especies e incrementar la fertilidad del suelo; además, sirven como barreras que evitan la erosión, por lo que se les considera especies claves para la regeneración de estas zonas (Fagg y Steward, 1994; Baskin y Baskin, 2001; Camargo-Ricalde *et al.*, 2001; Camargo-Ricalde *et al.*, 2002; Orozco-Almanza *et al.*, 2003; Dhillion y Camargo-Ricalde, 2005; Jiménez-Lobato y Valverde, 2006). Por otro lado estas especies son de gran importancia en la economía rural de muchas zonas áridas y semiáridas, ya que proveen forraje de alta calidad para los animales, proporcionan sombra, leña, carbón y goma entre otros productos (Guo *et al.*, 1998; Camargo-Ricalde *et al.*, 2001; Dhillion y Camargo-Ricalde, 2005). A pesar de la importancia de estas especies, poco se conoce acerca de su biología y procesos de regeneración, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la reserva de semillas en el suelo y la dinámica de plántulas de *P. laevigata* (Willd.) M. C. Johnst. y *M. biuncifera* Benth., especies nativas de tres matorrales xerófilos del Valle del Mezquital.

## II ANTECEDENTES

### 2.1 Características de las especies

*Prosopis laevigata* (Willd.) M. C. Johnst.

#### Clasificación

Reino: Plantae  
División: Antófitos  
Subdivisión: Angiospermae  
Clase: Dicotyledonea  
Subclase: Cotyloideae  
Superorden: Apetalae  
Orden: Rosales  
Familia: Leguminosae  
Subfamilia: Mimosoidae  
Género: *Prosopis*  
Especie: *Prosopis laevigata* (Willd.) M. C. Johnst.

*Prosopis laevigata* se le conoce comúnmente como “Mezquite” (México) “Chucata” y “Tziritzequa” (Michoacán), “Algarrobo” (Colima), “Thaco” (Bolivia) (Sánchez y Ríos, 2001).

#### Características botánicas

*Prosopis laevigata* es un árbol o arbusto leñoso, el tallo se ramifica a baja altura en ocasiones al nivel del suelo. Alcanza hasta 12 m de altura. La madera es dura y pesada, en el centro es café o negra, algo fisurada, muy resistente. Copa mas ancha que alta, ramas glabras o pilosas, armadas de espinas estipulares de 1 a 4 cm de largo; las hojas son bipinnadas, pecioladas, con uno a 3 pares de pinnas, cada una con 10 a 20 pares de foliolos sésiles, oblongos o linear-oblongos, de 5 a 15 mm de largo por 1 a 2 mm de ancho, ápice obtuso, margen entero, base obtusa, glabros o ligeramente pubescentes; las flores se encuentran agrupadas en inflorescencias en espigas de color amarillo verdoso densas de 5 a 10 cm de largo; son sumamente pequeñas y producen un aroma y néctar agradable para la polinización, son sésiles o casi sésiles; cáliz de 1 mm de largo, glabro o puberulento; corola de 2.5 a 3 mm de largo, pétalos agudos, tomentulosos en el margen y en el interior; estambres de 4 a 5 mm de largo, legumbre linear algo falcada de 7 a 20 cm de largo por 8 a 15 mm de ancho, comprimida glabra de color café-amarillento, a veces rojizo, algo constreñida entre las semillas; éstas oblongas comprimidas, de 8 a 10 mm de largo, de color blanco-amarillento (Rzedowski, 1979; Sánchez, 1980). La raíz es profunda (planta freatofita). El fruto es una vaina carnosa e indehiscente, de 10 a 15 semillas lisas color café claro (Ramírez y Villanueva, 1998), la semilla es del tamaño de un frijol o menor, en forma aplastada o aplanada. Las ramas presentan espinas laterales.

#### Fenología reproductiva

El mezquite florece durante un lapso corto que inicia en febrero-marzo y termina en abril-mayo, la época de floración coincide con la de brotación de los foliolos. La fructificación se extiende durante los meses de mayo y agosto. Las vainas que se desarrollan en cuanto la flor ha sido fecundada, empiezan a madurar en el mes de junio, de tal forma que para el mes de agosto adquieren una forma abultada y toman un color pajizo. La dispersión de las vainas se realiza a partir de agosto y hasta el mes de octubre (Villanueva, 1993).

## Distribución

El género *Prosopis* se encuentra distribuido en América y en algunas regiones de Asia y África. Se han reportado 44 especies, de las cuales 9 se encuentran en México; sus poblaciones se localizan en las zonas áridas y semiáridas, distribuidas a lo largo de todo el país (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1988). *Prosopis laevigata* (Willd.) M. C. Johnst., es el mesquite típico del sur y centro de México (altiplanicie, depresión del balsas y planicie costera nororiental) sus poblaciones muestran una marcada diferenciación morfológica y ecológica. En cuanto a su morfología no se trata de una unidad uniforme y lo mismo es valido para sus afinidades ecológicas. En un extremo se hallan plantas en tierra caliente, creciendo en climas semi-húmedos, mientras que otras poblaciones prosperan en altitudes próximas a 2500 msnm y hacia el norte la planta forma parte de matorrales xerófilos, donde la precipitación apenas llega a 300 mm anuales en promedio (Rzedowski, 1988).

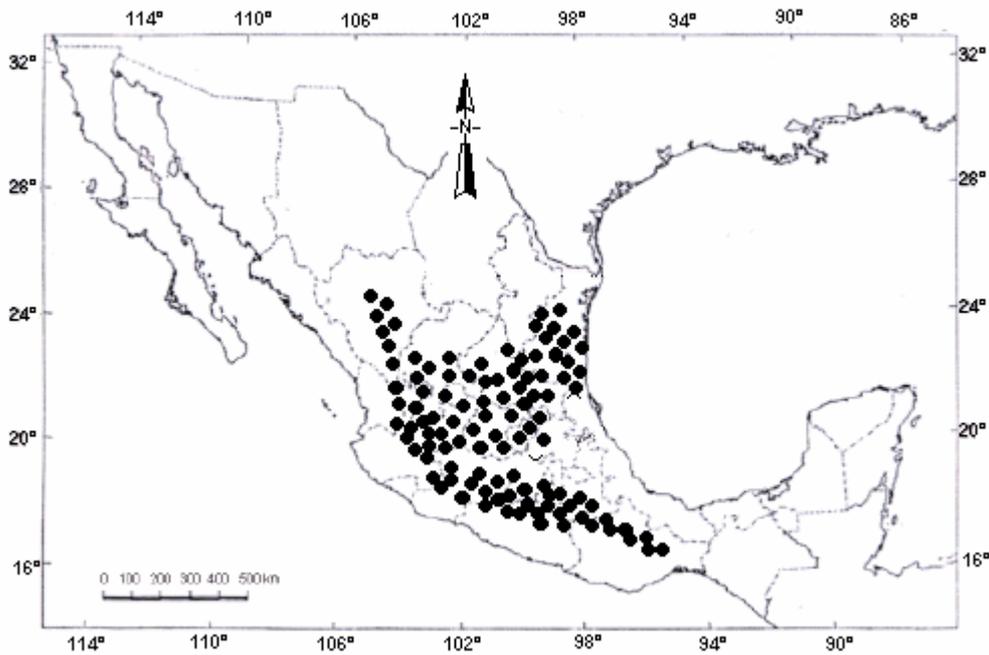


Figura 1. Distribución geográfica de *Prosopis laevigata* en México (Fuente: Rzedowski, 1988).

El mezquite se encuentra en forma natural formando parte de matorrales xerófilos, rosetófilos, espinosos entre otros y en selva baja subcaducifolia; también se encuentra, más aislado y vigoroso (en forma arbórea), entre mezclado con plantíos de maíz y alfalfa, sirviendo en este último caso para delimitar milpas o propiedades.

Los mezquites son propios de terrenos con precipitación pluvial de 300 a 900 mm anuales. En cuanto a las condiciones de suelo se encuentran tanto en suelos calizos como ígneos, en suelos planos y profundos con declive lento, generalmente predominan en suelos con una textura franca, franca-arenosa y arcillosa. Se encuentra también en laderas riolíticas o en terrenos aluviales con vegetación muy alterada (Gómez *et al.*, 1970).

*Prosopis laevigata* es una especie que se distribuye en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Jalisco, Hidalgo, Querétaro, Michoacán, Estado de México, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Puebla (Fig.1). Las adaptaciones morfológicas y fisiológicas que presenta el mezquite (raíces profundas, capacidad de asociarse con microorganismos simbióticos en su raíz) le permiten establecerse en condiciones extremas de humedad, salinidad y fertilidad del suelo (Rzedowski, 1988).

## Usos

El mezquite es considerado un recurso natural muy importante para las zonas áridas y semiáridas debido a las diferentes formas de aprovechamiento: las vainas molidas y transformadas en harinas se utilizan para la elaboración de productos de consumo humano como dulces, panes y bebidas fermentadas etc., o bien son cosechadas y utilizadas como forraje. Las hojas y vainas son ramoneadas por el ganado bovino y caprino; las inflorescencias producen néctar para los apiarios las cuales producen miel de alta calidad. De la corteza del árbol se extraen curtientes (taninos); la goma que exuda el tronco, tiene una composición química similar a la de la goma arábiga y es utilizada en la elaboración de medicamentos, pinturas y pigmentos. El árbol de mezquite es un excelente productor de leña y carbón. Su madera tiene un precio similar a la del cedro, es de fuerte consistencia y se utiliza para fabricar muebles, marcos, durmientes, carros, postes, barriles, toneles, duela, tarugos, parquet, poleas, hormas para zapatos, objetos de uso doméstico y para la construcción. También incrementa la fertilidad natural del suelo debido a su capacidad de fijar nitrógeno. Su sistema de raíces amplio y profundo, estabiliza y protege al suelo de agentes erosivos. Es además fuente de alimentación y refugio para la fauna silvestre. Medicinalmente se usa como vomitivo y purgante, la resina se emplea para la curación de disentería o algunas afecciones de los ojos (Gómez *et al.*, 1970; Estudios FAO 25, 1980; De la Vega, 1992; Fagg y Stewart, 1994; Ramírez y Villanueva, 1998; Redes de cooperación técnica, 2006).

## ***Mimosa biuncifera* Benth.**

### **Clasificación**

Reino: Plantae  
División: Antófitos  
Subdivisión: Angiospermae  
Clase: Dicotyledonea  
Subclase: Cotyloideae  
Superorden: Apopetalae  
Orden: Rosales  
Familia: Leguminosae  
Subfamilia: Mimosoidae  
Género: *Mimosa*  
Especie: *Mimosa biuncifera* Benth.

A *Mimosa biuncifera* Benth. se le conoce comúnmente como “Uña de gato” (Chihuahua) (Martínez, 1991), “Gatuño” (Zacatecas, Durango, Chihuahua) y “Xaxni” en Querétaro (Sánchez y Ríos, 2001).

### **Características botánicas**

Es un arbusto que llega a medir de 60 cm a 2 m de altura, con ramas anguladas pubescentes, armada con espinas recurvadas de base ancha; sus hojas son compuestas bipinnadas, de 2 a 5 cm de largo con pecíolo corto, pinnas de 4 a 10 pares, cada una provista de 5 a 12 pares de foliolos linear-oblongos de 1.5 a 3 mm de largo, por 1 mm de ancho, ápice obtuso, margen entero, base obtusa, pubescente (Rzedowski, 1979). Presenta flores reunidas en cabezuelas axilares; blanco rosadas, de 7-8 mm de diámetro sobre pedúnculos cortos, de 9-10 mm (Sánchez, 1980); el cáliz es muy pequeño con cinco puntillas peludas, la corola presenta cinco pétalos valvados y más o menos soldados, los estambres y el estilo son filiformes; sus frutos son legumbres lineares (vainas), curva o recta, oscura y comprimida, de unos 2-3.5 cm de largo por 3 a 4 mm de ancho, margen provisto de espinas, provistas de 6-8 semillas abovadas de 4 mm de largo por 2 mm de ancho de color café (Rzedowski, 1979).

### **Fenología reproductiva**

Los primeros brotes de *M. biuncifera* se desarrollan a finales de marzo y después de unos diez a quince días ya es posible encontrar hojas maduras; los brotes siguen desarrollándose en el verano y parte del otoño, en los meses de noviembre y diciembre persisten únicamente restos del follaje y la planta pierde las hojas en invierno. El periodo de floración se inicia desde abril y se prolonga hasta el mes de julio, empezando a fructificar en mayo, madurando los primeros frutos en el mes de agosto, los cuales persisten hasta noviembre (Sánchez, 1980).

### **Distribución**

El género *Mimosa* cuenta con alrededor de 300 especies, en su mayoría americanas; en México se encuentran representadas 102 de las cuales ca. 40% son endémicas (Orozco-Almanza *et al.*, 2003), las más representativas de nuestro país son *M. acanthocarpa* y *Mimosa biuncifera* (Reiche, 1977). La distribución de esta especie en el continente americano comprende del centro y sur de Arizona, sur de Nuevo México, oeste y centro de Texas y Norte de México (Arreguin *et al.*, 1997). Su distribución en la República Mexicana comprende los estados de Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y México (Arreguin *et al.*, 1997) (Fig. 2).

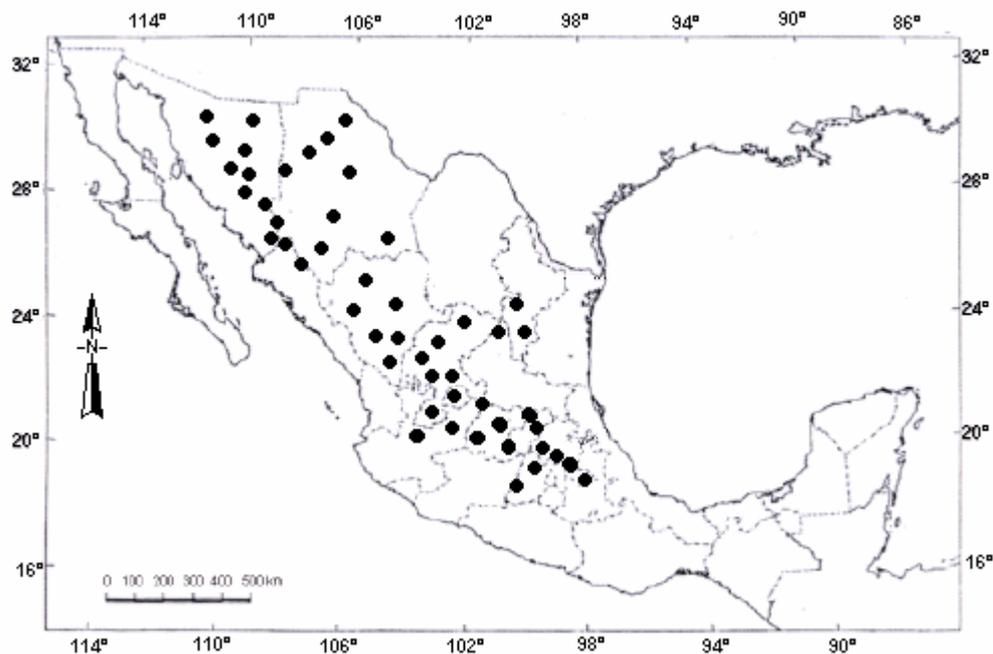


Figura 2. Distribución geográfica de *Mimosa biuncifera* en México (Fuente: Arreguin *et al.*, 1997).

Se encuentra en diversas condiciones ecológicas, tanto en zonas áridas y semiáridas como en regiones templadas y cálido húmedas (Grether, 1982). El tipo de vegetación donde se presenta *M. biuncifera* es en zonas arbustivas como en matorrales crasicaules, chaparral, bosque de *Juniperus* y pastizales. A menudo se encuentra asociada a otras especies como mezquite (*Prosopis spp.*), huizaches (*Acacia spp.*) y lechuguilla (*Agave lechuguilla*), entre otras. Algunas veces se encuentra de forma abundante en zonas secas, rocosas y abiertas.

### Usos

La uña de gato (gatuño) (*Mimosa biuncifera*) tiene gran importancia en las regiones áridas y semiáridas de México, donde es considerada una especie multipropósito (Camargo-Ricalde *et al.*, 2001; Dhillion y Camargo-Ricalde, 2005). Es una especie que crece en sitios perturbados y en terrenos agrícolas abandonados, con una gran capacidad para crecer en suelos pobres. Los usos que se le dan en las zonas semiáridas de México son variados: como cercas vivas, combustible (Carbón y leña) y forraje. La madera se utiliza como material de construcción, en la industria papelera, como un implemento en agricultura y también de ella se extraen taninos para la industria farmacéutica (Camargo-Ricalde *et al.*, 2001; Dhillion y Camargo-Ricalde, 2005).

## 2.2 Banco o reserva de semillas del suelo

### Definición

La reserva de semillas en el suelo representa un almacén de semillas de numerosas especies, producidas en diferentes momentos y con diferentes estados de viabilidad (Naylor, 1984). La reserva de semillas del suelo está formada por semillas viables que no han germinado aún y que se encuentran enterradas o depositadas sobre la superficie del suelo, mezcladas con la hojarasca y el humus (Leck y Schütz, 2005). El cúmulo de semillas en el suelo (reserva de semillas) está compuesto en parte por semillas producidas en el área (*in situ*), así como de las provenientes del exterior (*ex situ*), llegando al suelo comúnmente en una condición de latencia.

Las semillas exhiben una distribución vertical y horizontal, reflejo de la inicial dispersión sobre el suelo y de su subsiguiente movimiento. La reserva de semillas puede ser considerada transitoria cuando las semillas germinan dentro del primer año después de la inicial dispersión, o persistente, cuando las semillas permanecen en el suelo por más de un año sin germinar conservando su viabilidad (Fenner y Thompson, 2005).

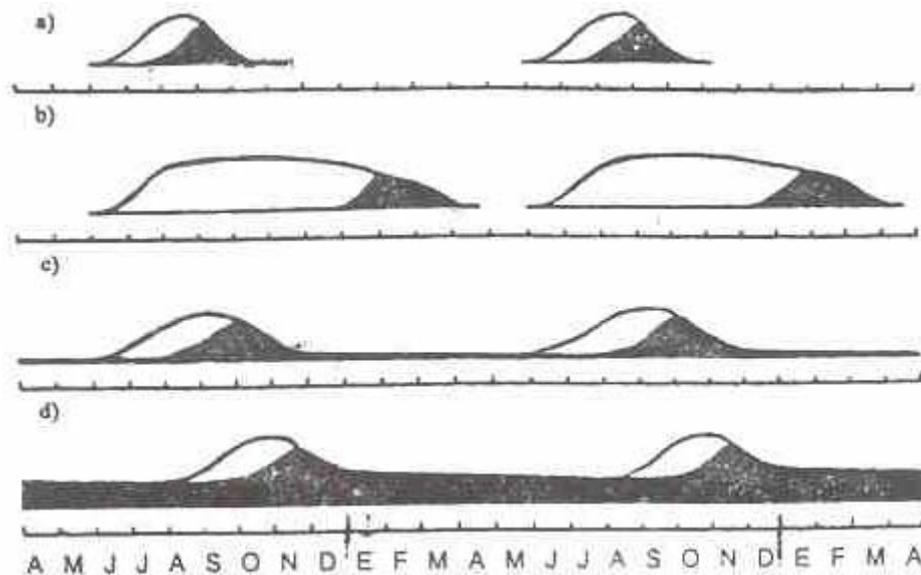


Figura 3. Tipos de reservas de semillas del suelo presentes comúnmente en regiones templadas: ■ las semillas son capaces de germinar inmediatamente al ser transplantadas a condiciones apropiadas de laboratorio; ■ semillas viables pero incapaces de germinar inmediatamente; a) pastos anuales y perennes de hábitats secos o alterados (*Hordeum murinum*, *Lolium perenne* y *Cotopodium rigidum*); b) herbáceas anuales y perennes, arbustos y árboles que colonizan los claros de la vegetación a principios de la primavera (*Impatiens glandulifera*, *Anthriscus sylvestri* y *Hacer pseudoplatanus*); c) anuales de invierno que germinan en su mayoría en el otoño, pero que mantienen una pequeña reserva de semillas (*Arenaria serpyllifolia*, *Saxifraga triductylites* y *Erophila verna*); d) herbáceas anuales y perennes y arbustos con una gran reserva de semillas persistente (*Stellaria media*, *Origanum vulgare* y *Calluna vulgaris*) (Fuente: Grime, 1979).

Thompson y Grime (1979) describen dos tipos de reservas o bancos de semillas transitorios (I y II) y dos tipos persistentes (III y IV) (Fig. 3). En el tipo I, las especies que germinan en otoño y están presentes únicamente durante el verano; en el tipo II, la germinación es en primavera y están presentes durante el invierno. Las ambas son descritas como transitorias, ya que las semillas no permanecen en el suelo por más de un año. En los tipos III y IV, una pequeña o grande fracción ingresa a la reserva del suelo, las cuales sobreviven por más de un año (Fenner y Thompson, 2005). En el tipo III muchas semillas germinan pronto después de la dispersión, pero una pequeña reserva de semillas viables permanece sin germinar. En el tipo IV, únicamente

una pequeña proporción de semillas germina inmediatamente después de la dispersión, y una gran reserva de semillas viables permanece sin germinar (Baskin y Baskin, 2001) (Fig. 3).

La reserva de semilla actúa como un filtro evolutivo, determinando los genotipos que pueden sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables. Este componente persistente de la reserva de semillas representa un potencial genético acumulado a través del tiempo, originando la diversidad genética de la población así como la última expresión genética donde la selección natural puede actuar. La reserva de semillas, es la fuente para el reclutamiento de nuevas poblaciones y actúa como almacén de la información genética sobre varias generaciones (Fenner y Thompson, 2005).

### **Dinámica de la reserva de semillas en el suelo**

La dinámica de la reserva de semillas de una población individual es primariamente influenciada por la entrada y la salida de semillas. Los factores que controlan esas variables tanto espaciales como de escala temporal, proveen procesos que actúan ecológica y evolutivamente. Algunos factores pueden influenciar la reserva de semillas y otros no. El primer factor es el biótico e incluye a la morfología, anatomía y las características fisiológicas de las semillas y su relación con los animales. El segundo factor es el abiótico que incluye a el viento, la lluvia, la estructura y las fuerzas físicas en el suelo (Ma *et al.*, 2006). La producción de semillas por ejemplo puede tener una influencia abrumadora en la tasa de entrada de semillas comparada con otros procesos, tales como la dispersión a gran distancia desde otro hábitat. Sí la población local es pequeña, o si las condiciones ambientales tienden a limitar la reproducción entonces los procesos de dispersión a gran distancia tienen una gran importancia. Similarmente, algunos procesos declinan en importancia o magnitud; otros, tales como viabilidad durante el tiempo de enterramiento, pueden incrementar proporcionalmente su importancia (Leck *et al.*, 1989). Las constantes fluctuaciones ambientales entre el espacio y el tiempo, tales como la fluctuación de la precipitación o los disturbios, también se presentan e influyen en las respuestas de la reserva de semillas.

La reserva de semillas es importante para la supervivencia de las especies individualmente; así como de las comunidades por un largo periodo de tiempo. Sin embargo no todas las especies de una comunidad están representadas en la reserva de semillas del suelo; algunas especies presentes en la reserva de semillas no se presentan en la vegetación existente. Si en un hábitat por un disturbio las plantas mueren, la reserva de semillas asegura la continuación de esas especies en ese sitio. Por lo que a la reserva de semillas se le ha puesto atención como medio de restauración de varias comunidades de plantas, en las que se incluyen a bosques de eucaliptos, pastizales templados, humedales, ciénegas, pantanos, ecosistemas tropicales secos, entre otros (Baskin y Baskin, 2001).

Una variedad de modelos se han observado en la dinámica de la reserva de semillas entre las especies de una comunidad y entre las comunidades. Esos modelos, están basados principalmente en el momento de la germinación y son indicativos de la oportunidad de regeneración. Dos diferentes modelos se presentan. Un modelo considera la edad a la cual las semillas germinan. Las semillas que germinan dentro de un año después de la dispersión son transitorias respecto a la reserva de semillas, mientras aquellas que germinan después son llamadas de la reserva de semillas permanente. El segundo modelo, refleja las variaciones ambientales físicas y biológicas que influyen la germinación. En un año, la germinación en una comunidad es controlada por varios factores (luz, temperatura, y lluvia) que restringen la germinación en uno o en dos periodos. Si el modelo espacial está fuertemente influenciado por el ambiente que se presenta en una comunidad, la vegetación refleja ese modelo. La reserva de semillas permanente es usualmente encontrada en aquellas poblaciones en donde el ambiente es altamente variable año con año, poniendo en riesgo a la población (Leck *et al.*, 1989).

## **Aplicación**

La reserva de semillas del suelo y su funcionalidad ecológica es la clave de muchos aspectos prácticos en el manejo de la conservación de especies (raras o importantes) y de diversos ecosistemas (Jalili *et al.*, 2003). La reserva de semillas del suelo puede ser explorada en dos contextos, el manejo de la composición y la estructura de la vegetación presente y la restauración o el establecimiento de la vegetación nativa. Después de la destrucción o el disturbio de la vegetación por el fuego, el pastoreo, la sequía o la inundación, la reserva de semillas puede jugar un papel muy importante en la regeneración natural (sucesión secundaria) (Leck *et al.*, 1989). El conocimiento de la composición de la reserva de semillas hace posible predecir la composición antes del reclutamiento de la vegetación. Los datos de la reserva de semillas en campo pueden brindar información sobre los rasgos de la nueva vegetación: 1) la composición de especies, 2) la abundancia relativa de las especies recientemente reclutadas y 3) la distribución potencial de cada especie. El análisis de la composición de los datos revela las especies deseables como las indeseables que se pueden establecer, así como las especies deseables que no se encuentran en la reserva de semillas (Leck *et al.*, 1989).

La composición de la reserva de semillas está en función de la producción de semillas de la presente y anterior vegetación, la longevidad de las semillas de cada especie bajo las condiciones locales. Un relicto de la reserva de semillas puede jugar un papel importante en la regeneración de la vegetación nativa, pero su utilidad disminuye ya que las semillas con el tiempo pierden viabilidad y las especies indeseables acumulan semillas (Leck *et al.*, 1989). Cada micro-hábitat tiene diferentes efectos sobre la composición y densidad de la reserva de semillas: esas características son importantes para que se lleve a cabo una restauración efectiva (Ma *et al.*, 2006).

## **Dispersión de semillas**

El comportamiento de las semillas en la reserva del suelo, está determinado por muchos factores como la dispersión, la latencia y la germinación. Así, la presencia y longevidad en el suelo dependen de una variedad de características de la semilla, que incluyen su tamaño, forma y fisiología (Leck y Schütz, 2005).

Las semillas son el medio de dispersión de las plantas superiores y su movimiento es de interés para la ecología de poblaciones por dos razones: primero, las semillas afectan el tamaño de la población, aumentando o disminuyéndolo; segundo, una pequeña población de semillas dispersadas puede actuar como fundadora de una nueva población, la cual puede crecer significativamente en pocas generaciones (Fenner y Thompson, 2005).

Las semillas dispersadas por el viento presentan adaptaciones, las cuales aprovechan la fuerza del viento. Entre estas estructuras tenemos a los pelos plumosos y alas (Silvertown, 1987). La dispersión por agua se presenta en especies que viven en el agua o muy cerca de ella, como es el caso del coco el cual puede flotar a grandes distancias antes de alcanzar tierra y establecerse.

La dispersión por animales se puede llevar a cabo por dos medios. El primero, involucra adaptaciones de la semilla como son ganchos y espinas, las cuales se enganchan en el cuerpo del animal (pelo, plumas, o patas) transportándolas a gran distancia. En el segundo, muchos animales pueden comer y/o digerir las semillas o comer los frutos y pasar las semillas por el tracto digestivo sin que les provoque algún daño. Las semillas transportadas pueden moverse a gran distancia según los hábitos de los dispersores. Por lo que los animales pueden coleccionar y concentrar una gran cantidad de semillas y enterrarlas en agregaciones locales en las cuales puede agruparse una mayor densidad de plántulas (Silvertown, 1990).

El significado de la dispersión en el ciclo de vida de una planta muchas veces depende de la heterogeneidad espacial y temporal. Así, la dispersión en un hábitat por parte de una especie refleja las ventajas selectivas de la calidad de dispersión que se tenía en el pasado, las características de la presente dispersión de la especie contribuyen para determinar el presente ecológico y el tamaño de la población (Harper, 1979).

### **Latencia de las semillas de la reserva del suelo**

Un aspecto importante de las semillas de la reserva, es la latencia, fenómeno de reposo que guardan las semillas antes de germinar y que presentan en su ciclo de vida un gran número de plantas. Este periodo de reposo de las semillas generalmente ocurre durante condiciones ambientales desfavorables, cuando el organismo esta fuera de su actividad normal de vida y entra en una fase de resistencia a las condiciones desfavorables del medio ambiente. En sí, es una fase de latencia en el ciclo de vida, es justo una manera en la cual un organismo busca sobrevivir en un medio cambiante o estacional (Granados y López, 2001).

La latencia es considerada como la presencia de un periodo de interrupción del crecimiento y disminución del metabolismo durante el ciclo de vida, es una estrategia adaptativa de supervivencia. Harper (1979) ha definido tres tipos de latencia en las semillas:

**A) Latencia innata o endógena.** Ocurre en el momento en el que el embrión deja de crecer, cuando aún está en la planta madre hasta que el impedimento endógeno cesa y las semillas están en condiciones de germinar en cuando se presenten las condiciones ambientales adecuadas. La presencia de inhibidores químicos de la germinación en el embrión es probablemente la causa principal de esta latencia. La latencia innata es un estado en el que el embrión o los tejidos maternos que lo envuelven tienen necesidad absoluta de algún estímulo externo especial para reactivar el crecimiento y desarrollo. El estímulo puede consistir en la presencia de agua, luz, foto período o un equilibrio adecuado de radiaciones. Tales necesidades externas para romper la latencia tienden a sincronizar la germinación con alguna fase de las estaciones. Las plántulas de las especies con este tipo de latencia suelen germinar casi simultáneamente. La latencia innata puede dividirse en cuatro grupos:

1. Latencia innata, provocada por el desarrollo incompleto.

Cuando la semilla que es liberada por la planta progenitora, aún no ha completado su desarrollo y el embrión continúa creciendo a expensas de las reservas extraembrionarias. Este proceso impone un retraso en el tiempo de germinación por ejemplo en *Heracleum sphondylium*.

2. Latencia innata con polimorfismo somático.

El polimorfismo somático implica la producción de semillas de diferentes partes de la planta. En el caso de las especies de *Xanthium* las semillas se encuentran sostenidas en pares (una semilla larga y otra corta), que son distribuidas juntas, pero los requerimientos para la interrupción de la latencia en las dos semillas son diferentes, normalmente doce meses separa la germinación entre una y otra. En *Avena fatua* var. *septentrionales* el primer grano de la espiga crece con latencia y el resto contiene semillas latencia profunda. Esta es una estrategia segura, ya que si en un año las condiciones para la germinación no son aptas, un segundo lote de semillas no germina sino hasta la siguiente estación.

3. Latencia innata controlada por un disparador bioquímico.

Un proceso bioquímico puede necesitar ser estimulado antes de que el proceso de germinación empiece. Generalmente este disparo en el proceso de germinación es un estímulo relacionado con la estación que puede desviar el proceso de germinación. El foto periodo hace funcionar el disparo actuando a través de las modificaciones del sistema fotocromo, así por ejemplo las semillas de *Betula pubescens* requieren luz y días largos para germinar. Varios estimulantes de la germinación son efectivos en prácticas de germinación en laboratorios, que pueden dilucidar algo sobre los mecanismos de control bioquímico de la germinación, por ejemplo, un estimulante comúnmente utilizado en laboratorio es el ion Nitrato. Posiblemente la germinación

se deba a la eliminación, remoción y filtración de un inhibidor que se encuentra en la misma semilla.

#### 4. Control genético de la latencia.

La latencia innata, frecuentemente tiene un estricto y simple control genético. Un ejemplo de la evidencia del control genético se presenta entre la cruce interespecífica de *Papaver divinum* y *Papaver lecoqui* con *P. apulum* que producen semillas sin latencia, siendo que las especies parentales producen semillas con latencia.

**B) Latencia inducida o secundaria.** Este tipo de latencia puede producirse cuando las semillas en condiciones de germinar se encuentran en un medio que presenta alguna característica muy desfavorable, como poco oxígeno, mucho CO<sub>2</sub>, temperatura alta, etc. En estos casos, las semillas pueden caer en un estado de latencia secundaria en el que ya no pueden germinar. En algunos casos este tipo de latencia puede romperse por medio de un estímulo hormonal

La latencia inducida es un periodo de reposo en una semilla que le impone requerimientos adicionales para poder germinar. Las semillas de muchas malas hierbas de los campos y las huertas germinan sin un estímulo luminoso cuando se desprenden de la planta madre; pero tras un periodo de latencia impuesta necesitan ser expuestas a la luz antes de poder germinar. Durante mucho tiempo resultó un misterio la razón de que las muestras de suelo tomadas en campo y llevadas al laboratorio produjeron en poco tiempo una gran cantidad de plántulas, aunque estas mismas semillas no habían conseguido germinar en el campo. Este tipo de latencia inducida es la responsable de la acumulación de grandes poblaciones de semillas en la tierra. Estas semillas sólo germinan cuando son transportadas a la superficie del suelo por las lombrices de tierra, o cuando las capas de tierra quedan al descubierto al caer un árbol, o cuando el suelo sufre la actividad de animales excavadores como los topes.

La latencia de las semillas puede ser inducida por una radiación de longitud de onda de 730 nm (rojo lejano) a 660 nm (rojo próximo). La luz que se ha filtrado a través de un estrato vegetal sufre una modificación en su composición espectral y las semillas de las especies sensibles pueden ser llevadas a un estado de latencia exponiéndolas a la luz que se ha filtrado a través de las hojas. En la naturaleza, ello debe tener el efecto de mantener a las semillas sensibles en estado de latencia cuando caen al suelo bajo un dosel de vegetación, permitiendo su germinación tan sólo cuando han sido suprimidas las plantas de dicho dosel. La latencia, también puede dispersar a una población de semillas en el tiempo, permitiendo que las semillas individuales sólo germinen cuando tienen una probabilidad razonable de no quedar tapadas por la vegetación.

**C) Latencia exógena.** Esta latencia se presenta en la naturaleza en semillas aptas para germinar, incluso en condiciones adecuadas de humedad y temperatura media, pero que continúan latentes por falta de luz, termoperíodo adecuado, oxígeno y algún otro factor. Esta es la latencia que generalmente presentan las semillas que se encuentran en el suelo y que germinan después de una perturbación que modifique el régimen lumínico o el contenido de oxígeno. Un tipo diferente de latencia impuesta es el que presentan las semillas almacenadas bajo condiciones artificiales.

Puede decirse que la latencia inducida y la forzada son oportunistas, es decir, cuando se presentan las condiciones medio ambientales favorables se interrumpe.

El reposo exógeno es un estado de la semilla que le ha sido impuesto por condiciones externas, por tanto, es una latencia consecuente. La ausencia de las necesidades normales para el crecimiento (agua, temperatura apropiada, abastecimiento de oxígeno) o la presencia de elementos inhibidores (tales como las elevadas concentraciones de dióxido de carbono) pueden mantener a una semilla en estado de latencia.

En la naturaleza, la latencia impuesta puede ser interrumpida por la lluvia que cae tras un período de sequía; o por la exposición a una atmósfera más favorable que reina cerca de la superficie del suelo (quizá como resultado de la actividad de las lombrices de tierra u otros animales excavadores). La progenie de una única planta con latencia impuesta puede ser dispersada en el tiempo a través de años, décadas o incluso siglos.

En las plantas, la latencia no está limitada a las semillas. La Cárice *Carex arenaria*, por ejemplo, tiende a acumular yemas latentes mientras crece, disponiéndolas a lo largo de su rizoma linear. Estas yemas pueden permanecer vivas, pero en latencia mucho después de que hayan muerto los brotes con lo que fueron producidas, se han encontrado yemas de este tipo con una densidad de hasta 400-500 por m<sup>2</sup>.

La umbelífera *Chaerophyllum prescottii*, que crece en los prados de la antigua URSS, carece de reservas de semillas latentes, pero puede permanecer en el suelo durante más de diez años en forma de tubérculo subterráneo latente. Cuando se labran los prados o cuando se queman áreas de hierba, cientos de tubérculos de esta planta son activados y empiezan a crecer. Las yemas latentes desempeñan un papel análogo al de la reserva de semillas latentes.

Otro tipo de latencia de las plantas se trata de los individuos de vida larga de muchas poblaciones de árboles que permanecen enanos hasta que se abre un hueco en el estrato arbóreo. El perder las hojas es una forma de latencia innata presente en numerosos árboles y arbustos perennes. De esta forma los individuos establecidos atraviesan periodos de adversidad (habitualmente de bajas temperaturas y de niveles bajos de luminosidad) en un estado resistente de poco consumo de energía y baja actividad metabólica.

En el caso de la sucesión secundaria, es posible añadir a las estaciones desfavorables y catástrofes ambientales, que la latencia de las semillas además permite en las especies sobrevivir a las fases sucesionales inadecuadas para su establecimiento y crecimiento y por tanto, es de esperarse que las condiciones especiales de cada hábitat a través de la sucesión, hayan conducido a una cierta selección de las plantas con el tipo de latencia más adecuada para una rápida respuesta a los cambios del ambiente (Granados y López, 2001).

### **Longevidad**

Un vía para obtener información sobre la longevidad de semillas en el suelo es recolectar muestras de éstas a intervalos regulares (anualmente o mensualmente) en las áreas donde las plantas han desaparecido o se pretende reestablecer, a éstos lotes de semillas se les hacen pruebas de germinación o con tinción con cloruro de tetrazolio para conocer su viabilidad (Harper, 1979). La conservación de semillas viables en el suelo es un problema de extraordinaria complejidad, ya que esta relacionada con muchos factores físicos y bióticos que interactúan entre sí (Baskin y Baskin, 2001). La longevidad de las semillas en el suelo depende principalmente de los mecanismos de latencia, lo cual varía entre las especies.

El interés de la viabilidad y la longevidad de las semillas se debe principalmente al desarrollo de sistemas de domesticación de plantas y almacenamiento de genotipos. La viabilidad de las semillas se ve afectada por la temperatura y la humedad, principalmente. Por regla general las semillas de muchas especies silvestres permanecen vivas por lo menos de 5 a 10 años, y unas pocas pueden permanecer en reposo de 25 a 50 años. Bajo condiciones favorables; las temperaturas elevadas aceleran la pérdida de viabilidad (Granados y López, 2001).

La longevidad de las semillas en plantas leguminosas está a menudo asociada a la testa impermeable al agua que previene la absorción de agua. La dureza de la cubierta impone latencia a la semilla influenciando el momento de la germinación, así como la longevidad de la semilla (Owens *et al.*, 1995). Durante el almacenamiento prolongado, las proteínas de las semillas se coagulan gradualmente o se transforman en formas insolubles, las cuales sólo se

hacen disponibles hasta que la semilla absorbe agua una vez eliminada la latencia. La longevidad de una semilla combinada con la latencia, representa una estrategia en donde la descendencia de una sola planta madre o las semillas producidas en el mismo año pueden ir germinando poco a poco durante una serie subsiguiente de años (Granados y López, 2001). Un prerequisite de la longevidad de las semillas en el suelo es que no germinen mientras están enterradas. Varios factores ambientales incluidos, la oscuridad, la relación  $\text{CO}_2 / \text{O}_2$ , los metabolitos volátiles y las fluctuaciones de temperatura pueden evitar la germinación de las semillas enterradas (Baskin y Baskin, 2001).

### **Germinación**

La germinación es el proceso fisiológico por medio del cual se reinicia el crecimiento del embrión, comienza con la imbibición de la semilla y termina cuando emerge la radícula (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996): una vez que la germinación ha iniciado, el embrión irrevocablemente crecerá o morirá. La germinación esta marcada por el rompimiento de la testa y la extrusión (elongación, emergencia) de la plúmula o la radícula (Fenner y Thompson, 2005).

Es posible marcar grados de germinabilidad para cada lote de semilla según: la especie, la variabilidad de la población y las condiciones ambientales en que germinan las semillas. La respuesta germinativa de las poblaciones de semillas puede variar en: capacidad germinativa, distribución de la germinación en el tiempo, tiempo en que germina la primera semilla, tiempo promedio de germinación para la muestra o la población, uniformidad, simultaneidad o sincronía de la germinación (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

### **Reclutamiento de plántulas**

El establecimiento de la plántula representa la fase más crítica del ciclo de las plantas así como de la regeneración natural. El inicio de la fase de plántula puede ser definido por la conclusión de la germinación. En la mayoría de los casos, está marcada por la extrusión de la radícula (raíz), que ancla la plántula al suelo, seguida por la plúmula (tallo), la cual crece hacia la luz. Si la semilla está enterrada, la plúmula tiene que empujarse a través del suelo hasta la superficie, un proceso que requiere la utilización de las reservas de energía de la semilla (Fenner y Thompson, 2005). El establecimiento de una plántula desde semilla, envuelve una serie de eventos deterministas dentro de un ambiente y dentro de una escala heterogénea influenciada por el tamaño de la semilla. La presencia o ausencia y la densidad de una población de plántulas depende no únicamente de la disponibilidad de semillas sino también de la frecuencia de sitios seguros que provean condiciones precisas para un particular tipo de semilla. El desarrollo de la semilla en una plántula depende de las condiciones locales del ambiente, el crecimiento de una población de plántulas depende a su vez de que cada individuo logre encontrar, él mismo, las condiciones adecuadas para su supervivencia. La semilla en el ambiente encuentra una gran heterogeneidad que no está únicamente influenciada por la distribución de la semilla en un determinado sitio, sino que también hay una serie de factores que influyen como: la sombra bajo el dosel, la radiación solar y las condiciones estacionales (Harper, 1979). Las plántulas son especialmente vulnerables al estrés por agua; así la germinación y el reclutamiento son estados críticos en el ciclo de vida de muchas especies de plantas de ecosistemas semi-áridos (Esler y Phillips, 1994), por lo que la tasa de mortalidad en estado juvenil es muy alta. La temperatura es otro factor importante en la germinación; la mayoría de las semillas sólo germinan en rangos de temperatura bien definidos. En cuanto al establecimiento, se ha encontrado que las bajas temperaturas constituyen un factor limitante en las cactáceas estudiadas (Granados y López, 2001).

Una de las mayores causas de mortalidad es la competencia con otras plántulas o con la vegetación vecina. Una nueva plántula está en desventaja con las plantas establecidas, ya que compite por la captura de recursos para la formación de raíces y hojas. Otro factor importante de mortalidad de plántulas es la herbivoría. Los herbívoros pueden ser vertebrados (a menudo

roedores) o invertebrados (usualmente insectos o moluscos). La remoción de una pequeña parte de la plántula puede tener una fatal consecuencia, especialmente si el tallo es atacado en la base (Fenner y Thompson, 2005).

## 2.3 Estudios realizados en el tema

El estudio de la reserva de semillas del suelo, ha sido poco abordado para los ecosistemas semiáridos de México, la mayoría de los estudios se presentan en otras regiones semiáridas del mundo, así mismo, las especies mejor estudiadas han sido las anuales y dentro de las perennes, las arbustivas de la familia leguminosae han sido poco evaluadas. Dentro de los trabajos mexicanos que se han realizado en zonas secas y semisecas sobresalen:

Molina *et al.* (1991), reportan el grado de sobrecarga por pastoreo en tres agostaderos en Jalisco y mencionan que el grado de deterioro de los pastizales por el sobre pastoreo afecta la cantidad y calidad de las semillas; así como también que el número de semillas en el suelo decrece con la profundidad.

Owens *et al.* (1995), en Tamaulipas, México, trabajaron con *Acacia berlandieri* y *Laucaena pulverulenta* analizando la persistencia de las semillas en el suelo. Encontraron que las semillas dispersadas naturalmente en el suelo, gradualmente se incorporan a la reserva. Las semillas de *Acacia* sobre la superficie del suelo son realmente más persistentes que las enterradas (las semillas enterradas pierden su viabilidad en los primeros dos meses, aunque son más susceptibles a los granívoros), por su parte *Leucaena* no presentó significativamente un decremento de su viabilidad después de 12 meses.

Jurado *et al.* (2006), estudió el establecimiento de plántulas de especies nativas: *Acacia berlandieri*, *Ebenopsis ebano*, *Abarrida pallens*, *Prosopis laevigata* y de una especie exótica: *Leucaena leucocephala*, las cuales tienen un amplio uso con propósitos de agroforestería en ciudad Victoria Tamaulipas, México. La emergencia de plántulas en el campo se registró en primavera y al inicio de verano siendo densas todas las especies. Las especies nativas presentaron alta supervivencia y crecimiento y presentaron más hojas que en otros ambientes. Todas las plántulas de todas las especies murieron al final de la primavera, posiblemente debido al estrés ambiental (alta temperatura y baja húmeda).

Otros trabajos realizados son:

Grice (1987), trabajó con *Acacia victoriae* y *Casia spp.*, analizando la dinámica de plántulas y la reserva de semillas en el suelo y encontró que el número de semillas de la reserva varía a través del tiempo y el espacio. Los requerimientos para la germinación son amplios, ya que observó que entre la temporada de calor y frío emergieron la mayoría de las plántulas.

García-Fayos y Verdú (1998), contribuyeron a la biología de la postdispersión de *Pistacia lenticius* en una comunidad arbustiva semiárida en Valencia, España. Sus resultados han mostrado que las semillas de esta especie germinan rápidamente después de la dispersión (en menos de un año), por lo que presenta una reserva de tipo transitoria. También encontraron que la viabilidad de las semillas decrecía drásticamente después de un año y que la mayoría de las plántulas emergían bajo el dosel. Además, observaron que se presenta una alta mortalidad de las plántulas pocas semanas después del establecimiento.

Guo *et al.* (1998), trabajaron en cuatro desiertos de América (Gran Cuenca y desiertos de Mojave, Sonora y Chihuahua), examinaron tanto la distribución horizontal como vertical de las semillas del suelo en relación a la morfología de la semilla, encontrando que horizontalmente el número de semillas decrecía de debajo del dosel a las áreas inter-arbustivas y que verticalmente el número decrecía al aumentar la profundidad, así como también una alta variación espacial y temporal.

Meyer *et al.* (1998), evaluaron la pérdida de latencia en semillas de *Atriplex confertifolia* en una región semiárida de Utah EU. Encontraron que el 30% de las semillas permanecen viables sin germinar después de 5 años. Menciona que se presentan errores que hacen difícil tener una

conclusión precisa sobre la pérdida de viabilidad, pero es claro que las semillas generalmente tienen la capacidad para permanecer viables bajo condiciones de campo por periodos extensos.

Rogers y Hartemink (2000), encontraron en *Piper aduncum* a través de las tierras bajas húmedas de la selva de Papua Nueva Guinea, que la densidad de semillas del suelo varía con el hábitat (408 a 1559 semillas / m<sup>2</sup>) y que un gran número de semillas se acumulan en el suelo, confiriéndole a la especie una gran ventaja competitiva durante la regeneración. *P. aduncum* tiene una tasa de crecimiento de 1.7 m al año, la cual se considera alta comparada con otras especies pioneras. La acumulación de biomasa va de 10 mg de materia seca ha<sup>-1</sup> en un año a 40 mg de materia seca ha<sup>-1</sup> en el segundo año. Estas características explican la agresiva invasión de esta especie siendo un gran competidor para las especies indígenas de Papua Nueva Guinea.

De Villiers *et al.* (2001), probaron la hipótesis de la planta nodriza en cinco especies arbustivas dominantes en zonas áridas de Sudáfrica. Observaron que la densidad de especies fue mayor en áreas abiertas que bajo los doseles (227 y 50 plántulas / m<sup>2</sup>, respectivamente), mientras que la supervivencia de las plántulas no difieren entre los micro sitios. Ellos consideran que no hay suficiente evidencia que soporte la hipótesis que el reclutamiento de plántulas y su supervivencia es facilitada por la presencia de especies arbustivas. La mayoría de las especies pueden ser capaces de establecerse en ausencia de arbustos, aunque estas especies pueden tener otras ventajas en restauración vegetal (funcionan como rompevientos).

Gul y Weber (2001), determinaron la relación de la reserva de semillas del suelo, la vegetación y la estacionalidad de la reserva en una comunidad de playa salada en Utah E.U. Encontraron que la mayoría de las semillas de las especies presentes naturalmente permanecen gracias a la reserva de semillas persistente del suelo, estacionalmente la densidad de semillas de la reserva del suelo se incrementa después de la dispersión y decrece en los subsiguientes meses. Concluyendo que las variaciones que se han presentado muestran la naturaleza transitoria de la reserva de semillas.

Barnes (2001), examinó la depredación de semillas de *Acacia erioloba*, la germinación y la supervivencia de plántulas en áreas salvajes del norte de Botswana en África. Observó que los mamíferos y los insectos son los mayores depredadores de las semillas. También que durante el año pocas plántulas emergieron y ninguna sobrevivió (la mitad de ellas murió por desecación; la otra parte murió durante la época seca). Los resultados sugieren que la depredación de semillas reduce el número de semillas en la reserva del suelo y la inadecuada precipitación limita el establecimiento de las plántulas.

Ortega *et al.* (2001), analizaron la reserva de semillas de *Prosopis ferox* en Argentina. Observaron que la dureza del fruto y la tasa de depredación por brúquidos hacen poco probable la incorporación de las semillas en el suelo y que el ganado es el principal dispersor y liberador de las semillas de su testa, para su incorporación a la reserva de semillas del suelo.

Caballero *et al.* (2003), evaluaron la densidad de la reserva de semillas y su composición a lo largo de un gradiente semiárido (Gypsum) a 40 km del sur de Madrid, España. Encontraron que la densidad de semillas es alta (16214 semillas / m<sup>2</sup>) con una gran acumulación de semillas. La presencia de especies perennes fue grande en comparación con otros ecosistemas áridos y semiáridos. Estos autores concluyen que las bandas de vegetación, el micrositio y la cobertura de la vegetación perenne son factores que dan forma a la composición de la reserva de semillas. El conocimiento de la dinámica de la reserva de semillas es una herramienta crucial para desarrollar apropiadamente el manejo de un ecosistema deteriorado.

Jalili *et al.* (2003), examinaron la reserva de semillas y la vegetación presente para conocer si estas especies pueden regenerarse vía reserva de semillas después de un disturbio en una zona semiseca dentro del área natural protegida de Arasbaran en Irán. Encontraron que la mayoría de las especies presentes en la vegetación no están representadas en la reserva de semillas.

También encontraron que hay diferencias en las densidad de semillas del suelo en diferentes hábitats ya sea por el tipo de suelo, la vegetación presente etc., pero todas esencialmente contienen pocas especies y bajas densidades de semillas.

Shiferaw *et al.* (2004), contribuyeron al manejo y control de *Prosopis juliflora* en comunidades rurales de Etiopia, estudiando la formación de las reservas de semillas en el suelo, así como su distribución horizontal. Encontraron que las semillas se concentran principalmente en el mantillo (85%) y que su densidad disminuye significativamente conforme aumenta la profundidad. Así mismo, las semillas pequeñas presentan latencia y una mayor capacidad de enterramiento. Una pequeña proporción de semillas germina después de la dispersión mientras que el resto permanece en latencia formando reservas en el suelo. Estas reservas pueden servir para la regeneración asegurando así el reclutamiento de plántulas.

Wang *et al.* (2005), investigaron la demografía de la reserva de semillas del suelo de *Stipagrostis pennata* en el desierto de Gurbantonggut en el noroeste de China, elucidando los factores ambientales que afectan los patrones temporales y espaciales de la reserva de semillas del suelo. Encontraron que la distribución espacial y la densidad de semillas de la reserva del suelo es altamente variable y que está influenciada por la dirección del viento y por la vegetación presente. La mayor parte de las semillas se acumulan bajo la planta madre. Los arbustos facilitan la acumulación de semillas, proveen sitios seguros para la germinación y el establecimiento de plántulas.

Wassie y Teketay (2005), estudiaron la composición, densidad y heterogeneidad espacial de la reserva de semillas del suelo en los bosques del norte de Etiopía. Encontraron que la acumulación de las semillas de la reserva del suelo es favorecida por su latencia, la cual es provocada por la presencia de un embrión latente o una cubierta impermeable. En los diferentes hábitats la densidad de semillas y el número de especies en la reserva del suelo ha variado significativamente. La mayoría de las semillas persistentes son de herbáceas, mientras que las especies dominantes de árboles no acumulan semillas en el suelo sugiriendo que su regeneración a partir de semillas es impedida por la remoción de los individuos maduros de la vegetación presente.

Jefferson y Penacchio (2005), determinaron si la sombra del dosel influye en el crecimiento de varias especies de Quenopodiáceas, bajo condiciones de campo en Colgardie al oeste de Australia. Las mediciones de la altura de la planta, la cobertura, la biomasa, la área foliar relativa y la superficie fotosintética han mostrado que cada especie tiene una respuesta diferente a los regímenes de luz y sombra.

### **III HIPÓTESIS**

La formación de reserva de semillas en el suelo de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* dependerá de la profundidad de enterramiento de las semillas, de sus mecanismos de latencia y de su longevidad.

La mayor acumulación de semillas en el suelo se localizará en el mantillo y disminuirá con la profundidad; así mismo, la densidad de semillas decrecerá del dosel hacia las zonas inter-arbustivas.

El reclutamiento de plántulas vía reserva de semillas del suelo, dependerá de la viabilidad de las semillas enterradas.

## IV OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

Evaluar la reserva de semillas en el suelo y la dinámica de plántulas de *Prosopis laevigata* (Willd.) M. C. Johnst. y *Mimosa biuncifera* Benth., en tres matorrales xerófilos del Valle del Mezquital.

### 4.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar el predominio ecológico de *P. laevigata* y *M. biuncifera* en tres matorrales xerófilos del Valle del Mezquital.
- b) Evaluar la distribución horizontal y vertical de la reserva de semillas del suelo.
- c) Evaluar la viabilidad de las semillas de la reserva.
- d) Evaluar la longevidad de semillas enterradas en campo durante un año.
- e) Evaluar la emergencia de plántulas de *P. laevigata* y *M. biuncifera*, procedentes de semillas de la reserva del suelo.

## V MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Sitio de muestreo

Se eligieron tres comunidades vegetales en el Valle del Mezquital, Hidalgo, correspondientes a matorral xerófilo (Fig. 4). Esta elección se hizo en función de la abundancia de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera*. La localización de estos sitios de muestreo es:

- 1) Localidad 1. El Rincón, Municipio el Arenal (20°16'13''N y 98°54'76''W), con presencia de *P. laevigata* y *M. biuncifera* en una ladera (3-4°), con una exposición sureste a una altitud de 2034 m.s.n.m. Vegetación: Matorral Alto Espinoso
- 2) Localidad 2. A 2.1 km al noreste de González-González, Municipio Santiago de Anaya (20°24'34''N y 98°58'32'' W), con presencia de *M. biuncifera* en una ladera (6-7°), con una exposición noreste, a una altitud de 2089 m.s.n.m. Vegetación: Matorral Micrófilo Mediano Espinoso.
- 3) Localidad 3. Bingu, Municipio el Cardonal (20°36'50''N y 99°06'55.3''W), con presencia de *P. laevigata* en una ladera (6°), con exposición noreste a una altitud de 2056 m.s.n.m. Vegetación: Matorral Rosetófilo

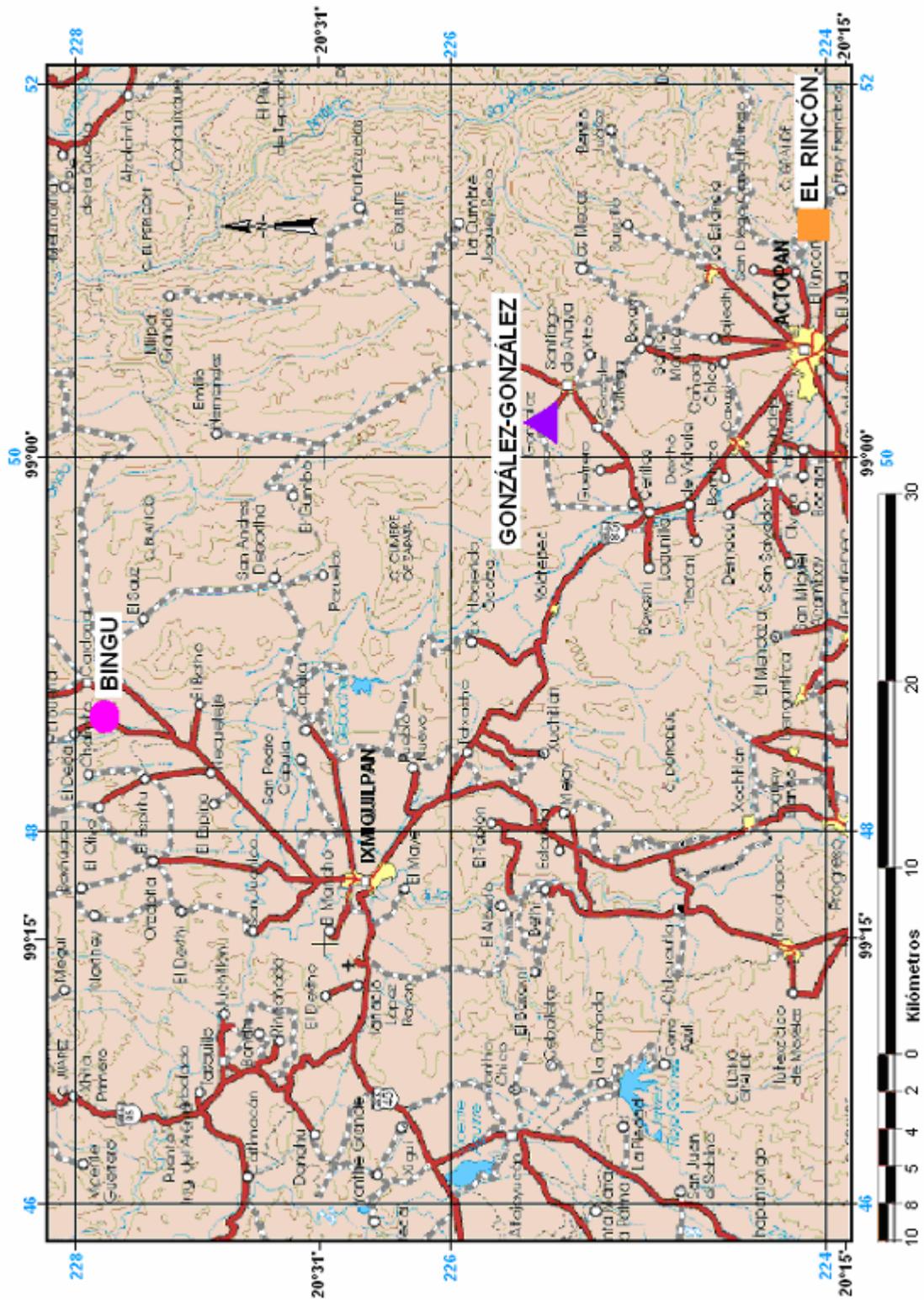


Figura 4. Sitios de muestreo en el Estado de Hidalgo: Bingu ● ; González-González ▲ ; El Rincón ■ (Fuente: INEGI, 1999).

## 5.2 Predominio ecológico

Para la evaluación del predominio ecológico en cada uno de los sitios de muestreo se realizaron cuatro transectos de 45 m de largo por 1 m de ancho durante la época seca y húmeda del año. Dos de estos transectos se ubicaron en el nivel más alto de la pendiente y los otros dos en el nivel más bajo. En total se muestrearon 180 m<sup>2</sup>. En cada sitio, cada uno de estos transectos se dividió en 45 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>. En cada uno de éstos cuadrantes se registraron las especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y de crecimiento arrosetado y para cada una de ellas se cuantificó: número de individuos, altura y cobertura y con estos datos se determinaron:

**Densidad absoluta** = Número de individuos por especie / Área muestreada (m<sup>2</sup>)

**Densidad relativa:** Densidad de una especie / Densidad para todas las especies

**Cobertura:**  $(\text{diámetro}^2 + \text{diámetro} / 4)^2 \pi$ , (Osorio *et al.*, 1996).

**Frecuencia:** Número de cuadrantes en que se presenta la especie / Número total de cuadrantes muestreados

**Frecuencia relativa:** Valor de frecuencia para una especie / Valor total de frecuencia para todas las especies

**Valor de importancia:** Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

El valor de importancia se calculó para determinar la dominancia de las especies (Cox, 1972). Todas las especies se recolectaron para su posterior identificación en el herbario.

### 5.3 Reserva de semillas

#### Toma de muestras de suelo.

La toma de muestras de suelo para evaluar la formación de reservas de semillas, se realizó de manera espacial (en tres localidades; bajo dosel y áreas inter-arbustivas) y de manera temporal, para lo cual se realizaron cinco muestreos durante el año (febrero, mayo, agosto, noviembre (05) y marzo (06)).

Por especie y por localidad, se seleccionaron 5 individuos y en cada uno de ellos se tomaron muestras de suelo, a diferente profundidad, bajo el dosel y en áreas inter-arbustivas. Bajo el dosel y las áreas inter-arbustivas se tomaron muestras a las siguientes profundidades del suelo: mantillo, 0-5 cm y 5-10 cm. Se tomaron 15 muestras bajo dosel y 15 muestras en áreas inter-arbustivas (tres muestras por individuo), tanto en el nivel más bajo de la pendiente como en el más alto. Los niveles de la pendiente se establecieron en función de la distribución de las especies.

Para la recolecta de mantillo, se trazó una parcela de 10 x 10 cm, en donde el suelo se recolectó superficialmente y se colocó en una bolsa de plástico previamente etiquetada.

Para las otras dos profundidades, se tomó un volumen de suelo de 1dm<sup>3</sup> con ayuda de una caja de madera con una dimensión de 10 x 10 x 10 cm (Fig. 5) y las muestras también se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas (Guo *et al.*, 1998).



Figura 5. Recolecta de suelo con pala (llenado de cubo de 1dm<sup>3</sup>).

#### Separación y densidad de semillas de la reserva del suelo

La separación de semillas de la reserva del suelo se realizó por el método de conteo directo. Para esto las muestras de suelo se tamizaron al chorro de agua con tamices de ocho pulgadas de diámetro del número 10 (2000 micrones) y 18 (1000micrones), posteriormente los residuos se colocaron en una charola para la identificación de semillas bajo el estereoscopio (4x) (Guo *et al.*, 1998).

El número de semillas de la reserva por centímetro cuadrado se calculó de acuerdo a Guo *et al.*, 1998:

$$\text{Numero de semillas / cm}^2 = \frac{\text{No. de semillas} \times \text{Densidad Aparente (g / cm}^3) \times \text{Profundidad (cm)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

Posteriormente el valor calculado se transformó a número de semillas por metro cuadrado.

### **Análisis estadístico**

Los resultados de la densidad de semillas / m<sup>2</sup>, se transformaron con logaritmo natural y posteriormente se les aplicó un análisis exploratorio de datos. Tanto para el análisis de la condición bajo dosel vs. área inter-arbustiva así como entre los niveles de la pendiente se aplicó una t-student. Para el análisis entre profundidades y entre meses de muestreo se aplicó una ANDEVA, si los datos cumplían la condición de homogeneidad de medias; a los datos que no cumplieron se les aplicó un análisis de Kruscal Wallis (Marques, 2001). Los análisis fueron llevados a cabo con los programas estadísticos Stata 8 y Excel. Las medias se compararon mediante pruebas de Bonferroni (Salgado-Ugarte, 1992).

### **Viabilidad de las semillas de la reserva del suelo**

La viabilidad de las semillas de la reserva del suelo, se cuantificó con una prueba de germinación. Previo a ésta prueba, las semillas fueron desinfectadas con una solución de jabón (0.4 g de detergente por cada 100 ml.) para posteriormente ser escarificadas mecánicamente utilizando un bisturí para cortar aproximadamente dos milímetros de la testa en uno de los lados más anchos de la semilla (cotiledón). Posteriormente, las semillas se colocaron en cajas petri de 9 cm de diámetro, utilizando como sustrato agar bacteriológico al 8%. Las pruebas de germinación se llevaron a cabo en una cámara de crecimiento (Lab Line Biotronette) a una temperatura de 28 °C. Diariamente se registró el número de semillas germinadas (longitud de la radícula de 1mm de largo) (Owens *et al.*, 1995; García-Fayos y Verdú, 1998; Ortega *et al.*, 2002; Fenner y Thompson, 2005).

### **Longevidad de semillas en campo**

Para evaluar el período de viabilidad de las semillas enterradas en el suelo, se formaron reservas de semillas artificiales, enterrando semillas recolectadas previamente en campo de las especies bajo estudio, debajo de su dosel y en áreas inter-arbustivas.

Previo al enterramiento, se seleccionó un lote de 60 semillas de *Prosopis laevigata* y de 100 de *Mimosa biuncifera*. Posteriormente se les evaluó el porcentaje de germinación (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). Para *P. laevigata* y *M. biuncifera* se colocaron 4 repeticiones de 15 y 25 semillas respectivamente. Se tuvieron dos tratamientos en cada especie: semillas escarificadas y un testigo. Diariamente se calculó el porcentaje de germinación (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

Los datos del porcentaje de germinación se transformaron por medio del logaritmo natural para posteriormente ser analizados con un análisis de varianza (ANDEVA) en el programa estadístico Stata. Las medias se compararon mediante la prueba de Bonferroni (Salgado-Ugarte, 1992).

Del mismo lote de donde se tomaron las semillas para la prueba de germinación, se tomaron 1560 semillas por especie y se colocaron en 156 cajas de inclusión. En cada caja se colocaron 10 semillas sanas por especie (sin rupturas o daños por brúquidos) (Orozco-Almanza *et al.*, 2003). Las cajas de inclusión, permiten aislar a las semillas, toleran el intercambio de gases y la acción de los microorganismos del suelo (Fig. 6). Las cajas fueron selladas con silicón para evitar la pérdida de semillas.



Figura 6. Enterramiento de semillas en campo bajo el dosel de *Prosopis laevigata*.

De las 156 cajas de inclusión por especie, 78 se enterraron a una profundidad de 5 cm bajo el dosel de un individuo y 78 fueron colocadas en un área inter-arbustiva. Cada tres meses durante un año cinco cajas de inclusión se desenterraron tanto de áreas inter-arbustivas como bajo del dosel. En el laboratorio a las semillas recolectadas se les hicieron pruebas de germinación para conocer su viabilidad en relación al tiempo de enterramiento (Orozco-Almanza *et al.*, 2003). A los resultados de porcentaje de germinación se les aplicó un ANDEVA, en el programa estadístico Stata. Las medias se compararon posteriormente con el criterio de Bonferroni (Salgado-Ugarte, 1992).

### Reclutamiento de plántulas

Para la evaluación de la emergencia de plántulas de las dos especies, se realizaron observaciones directamente en campo durante el periodo de lluvias. Únicamente se evaluó el número de plántulas en la localidad el Rincón. Para registrar el número de plántulas por m<sup>2</sup> se estableció un cuadrante de 5 x 5 m (25 / m<sup>2</sup>) para *Mimosa biuncifera* y seis de 3 x 3 m (9 / m<sup>2</sup>) para *Prosopis laevigata*; los cuadrantes se localizaron en áreas con gran abundancia de plántulas indistintamente del nivel de la pendiente y en cada uno de ellos las plántulas se marcaron con remaches de metal y se siguieron mensualmente para evaluar: densidad de plántulas, porcentaje de supervivencia, número de hojas, altura y cobertura. La identificación de plántulas se hizo en relación a un estudio paralelo de una tesis de licenciatura sobre morfología de plántulas (Báez, inédito), en donde se estudian las características distintivas de las dos especies a nivel plantular bajo condiciones de invernadero.

Para evaluar la procedencia de las plántulas, vía lluvia de semillas, se recolectó suelo debajo del dosel de ocho individuos de cada especie. Para esto se trazaron parcelas de 20 x 20 cm y se extrajeron los primeros 5 cm de profundidad. Estas muestras se llevaron al laboratorio y se esterilizaron en una autoclave a 120 °C por 70 minutos. Posteriormente, las muestras de suelo esterilizadas se llevaron a campo durante la etapa de dispersión de semillas y se colocaron en el mismo sitio (Luzuriaga *et al.*, 2005).

Durante los meses de evaluación de plántulas se midió bajo el dosel y las áreas inter-arbustivas de cuatro individuos por especie la radiación fotosintéticamente activa (PAR  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) con un ceptómetro y la temperatura del suelo con un teletermómetro. A los resultados de las variables se les calculó la media y la desviación estándar (Marques, 1990).

## VI RESULTADOS

### 6.1 Predominio ecológico

En el matorral localizado en el Rincón municipio el Arenal se registraron 34 especies, 27 géneros y 16 familias, de las cuales las mejor representadas fueron *Cacataceae* y *Leguminosae*. El género con el mayor número de especies fue *Opuntia*. En el nivel alto de la pendiente se encontró que *Mimosa depauperata* y *Dalea foliolosa* son las especies dominantes, mientras que *Mimosa biuncifera*, *Prosopis laevigata*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Karwinskia humboldtiana* son codominantes. Las especies asociadas son principalmente anuales tales como: *Ipomoea sp.*, *Heterosperma pinnatum*, *Kalanchoe tubiflora* y *Boerhavia sp.* (Cuadro 1). En el nivel bajo de la pendiente la especie dominante es *Prosopis laevigata*; mientras que las especies codominantes fueron *Karwinskia humboldtiana*, *Acacia schaffneri*, *Mimosa biuncifera*, *Cylindropuntia imbricata* y *Opuntia robusta*. La vegetación asociada fue *Dalea foliolosa*, *Mammillaria sp.*, *Tagetes micrantha*, *Ipomoea sp.*, *Dichondra argenta*, *Boerhavia sp* y *Physalis philadelphica*.

**Cuadro 1. Densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies en un Matorral Alto Espinoso, en la localidad “El Rincón” municipio el Arenal en el Edo., de Hidalgo.**

Espece	N	D. A.	D. R. (%)	F. A.	F. R. (%)	C	C. R. (%)	V. I.
<b>Leguminosae</b>								
<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby	322	6.44	38.88	0.5	9.14	2.63	1.78	49.8
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	8	0.16	0.96	0.16	2.95	18	12.21	16.12
<i>Mimosa depauperata</i> Benth.	26	0.52	3.14	0.44	8.04	24.17	16.39	27.57
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M. C. Johnst.	9	0.18	1.08	0.16	2.92	21.54	14.61	18.61
<i>Crotalaria pumila</i> Ort.	6	0.64	3.86	0.18	3.29	0.08	0.05	7.2
<b>Cactaceae</b>								
<i>Opuntia sp.</i>	7	0.14	0.84	0.14	2.55	10.67	7.23	10.62
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) Knuth.	23	0.46	2.77	0.14	2.55	4.34	2.94	8.26
<i>Cylindropuntia sp.</i>	3	0.06	0.36	0.06	1.09	0.04	0.27	1.72
<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	5	0.1	0.6	0.1	1.82	1.38	0.93	3.35
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Br. & Rose	1	0.18	1.08	0.18	3.29	2.26	1.53	5.9
<i>Mammillaria sp.</i>	1	0.02	0.12	0.02	0.36	0.12	0.08	0.56
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart.) Console	7	0.14	0.84	0.14	2.55	16.47	11.17	14.56
<b>Convolvulaceae</b>								
<i>Ipomoea sp.</i>	21	0.42	2.53	0.32	5.85	8.47	5.74	14.12
<i>Dichondra argentea</i> Willd.	3	0.06	0.36	0.06	1.09	0.05	0.03	1.48
<b>Compositae</b>								
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	58	1.12	6.76	0.3	5.48	0.3	0.2	12.44
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	2	0.04	0.24	0.04	0.73	0.04	0.02	0.99
<i>Zinnia peruviana</i> L.	5	0.1	0.6	0.06	1.09	0.05	0.03	1.72
<b>Cruciferae</b>								
<i>Lepidium virginicum</i> L.	2	0.04	0.24	0.04	0.73	0.02	0.01	0.98
<b>Rubiaceae</b>								
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlttdl.	17	0.34	2.05	0.2	3.65	0.75	0.5	6.2
<b>Amaranthaceae</b>								
<i>Iresine schaffneri</i> Wats.	1	0.02	0.12	0.02	0.36	0.37	0.25	0.73
<b>Polemoniaceae</b>								
<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don.	3	0.06	0.36	0.06	1.09	0.01	0.006	1.456
<b>Crassulaceae</b>								
<i>Kalanchoe tubiflora</i> Hamet.	88	1.76	10.62	0.44	8.04	0.38	0.25	18.91
<b>Euphorbiaceae</b>								
<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	3	0.06	0.36	0.04	0.73	0.81	0.54	1.63
<b>Portulacaceae</b>								
<i>Portulaca oleaceae</i>	4	0.08	0.48	0.08	1.46	0.08	0.05	1.99
<b>Rhamanaceae</b>								
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (R. & S.) Zucc.	11	0.22	1.32	0.2	3.65	17.85	12.1	17.07
<b>Solanaceae</b>								
<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	11	0.26	1.57	0.1	1.82	0.05	0.03	3.42
<b>Nyctaginaceae</b>								
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	17	0.34	2.05	0.16	2.92	2.31	1.56	6.53
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	1	0.02	0.12	0.02	0.36	0.45	0.3	0.78
<i>Boerhavia erecta</i> L.	26	0.46	2.77	0.14	2.55	4.34	2.94	8.26

<sup>∇</sup> Especies registradas en el nivel alto de la pendiente.

<b>Loasaceae</b>									
<i>Mentzelia Hispida</i> Willd.	2	0.04	0.24	0.04	0.73	0.3	0.2	1.17	
<b>Verbenaceae</b>									
<i>Lantana camara</i> L.	4	0.12	0.12	0.1	1.82	1.5	0.01	2.95	
<i>Citharexylum citharexylum</i> B. Juss.	2	0.04	0.24	0.04	0.73	6	4.07	5.04	
Espece	N	D. A.	D. R. (%)	F. A.	F. R. (%)	C	C. R. (%)	V. I.	
<b>Leguminosae</b>									
<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby	132	2.64	25.13	0.28	6.48	0.06	0.04	31.65	
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J.Herm.	2	0.04	0.35	0.04	0.92	14.51	9.83	11.1	
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	4	0.08	0.7	0.08	1.85	8.91	6.03	8.58	
<i>Mimosa depauperata</i> Benth.	3	0.06	0.52	0.06	1.38	2.49	1.68	3.58	
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M. C. Johnst.	8	0.16	1.4	0.16	3.7	60.15	40.77	45.87	
<b>Cactaceae</b>									
<i>Cylindropuntia</i> sp.	3	0.06	0.52	0.06	1.38	0.17	0.11	2.01	
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) Knuth.	15	0.3	2.63	0.2	4.62	6.96	4.71	11.96	
<i>Opuntia robusta</i> wendl.	8	0.16	1.4	0.16	3.7	9.37	6.35	11.45	
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch	8	0.16	1.4	0.12	2.7	1.98	1.34	5.44	
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Br. & Rose	1	0.02	0.17	0.02	0.46	0.36	0.24	0.87	
<i>Mammillaria</i> sp.	11	0.22	1.92	0.2	4.62	0.39	0.26	6.8	
<b>Compositae</b>									
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	20	0.04	0.35	0.04	0.92	0.23	0.15	1.42	
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	23	0.46	4.03	0.16	3.7	0.09	0.06	7.79	
<i>Zinnia peruviana</i> L.	25	0.5	4.38	0.2	4.62	0.42	0.28	9.28	
<b>Convolvulaceae</b>									
<i>Ipomoea</i> sp.	23	0.46	4.03	0.34	7.87	8.93	6.05	17.95	
<i>Dichondra argentea</i> Willd.	5	0.1	0.87	0.06	1.38	0.01	0.006	2.256	
<b>Chenopodiaceae</b>									
<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	37	0.74	6.49	0.28	6.48	1.47	0.99	13.96	
<b>Crassulaceae</b>									
<i>Kalanchoe tubiflora</i> Hamet.	1	0.02	0.17	0.02	0.46	0.45	0.3	0.93	
<b>Cruciferae</b>									
<i>Lepidium virginicum</i>	2	0.04	0.35	0.04	0.92	0.13	0.08	1.35	
<b>Nyctaginaceae</b>									
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	5	0.1	0.87	0.08	1.85	0.98	0.66	3.38	
<i>Mirabilis jalapa</i> L.									
<i>Boerhavia erecta</i> L.	17	0.34	2.98	0.16	3.7	0.89	0.6	7.28	
<b>Polemoniaceae</b>									
<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don.	5	0.1	0.87	0.02	0.46	0.028	0.018	1.348	
<b>Portulacaceae</b>									
<i>Portulaca oleaceae</i>	10	0.2	1.75	0.1	2.31	0.52	0.35	4.41	
<b>Rhamanaceae</b>									
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (R. & S.) Zucc.	11	0.22	1.92	0.2	4.62	19.77	13.4	19.94	
<b>Rubiaceae</b>									
<i>Bouvardia ternofolia</i> (Cav.) Schltld.	2	0.04	0.35	0.04	0.92	0.37	0.25	1.52	
<b>Solanaceae</b>									
<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	75	1.5	13.15	0.32	7.4	0.35	0.23	20.78	
<b>Verbenaceae</b>									
<i>Citharexylum citharexylum</i> B. Juss.	3	0.06	0.52	0.06	1.38	4.61	3.12	5.02	

N: número de individuos; D. A.: densidad absoluta; D. R.: densidad relativa; F. A.: frecuencia absoluta; F. R.: frecuencia relativa; C: dominancia; C. R.: dominancia relativa; V. I.: valor de importancia.

En el matorral localizado en González-González municipio de Santiago de Anaya, se registraron 18 especies, 18 géneros y 11 familias, las mejor representadas fueron la Cactaceae y Leguminosae (Cuadro 2). En el nivel alto de la pendiente la especie dominante fue *Acacia schaffneri* y las especies codominantes fueron *Mimosa biuncifera*, *Cylindropuntia imbricata*, *Cylindropuntia tunicata*, *Mimosa depauperata* y *Casia* sp. Las especies asociadas presentes fueron: *Mammillaria* sp., *Erigeron pubescens*, *Bouteloa curtipendula* y *Drimaria* spp. En el nivel bajo de la pendiente las especies dominantes fueron *M. biuncifera* y *A. schaffneri*, mientras que las especies codominantes fueron: *Opuntias* spp. y *Agave salmiana*. La vegetación asociadas fue: *Sanvitalia procumbens*, *Loeselia glandulosa*, *Tridax* sp. y *Portulaca oleracea*.

**Cuadro 2. Densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies en un Matorral Crasicaule en la localidad “González-González” municipio de Santiago de Anaya en el Edo., de Hidalgo.**

∇	Especie	N	D. A.	D. R. (%)	F. A.	F. R. (%)	C	C. R. (%)	V. I.
	<b>Leguminosae</b>								
	<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	3	0.06	0.62	0.06	1.53	29.45	78.09	80.24
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	13	0.26	2.27	0.2	5.1	3.67	9.73	17.55
	<i>Mimosa depauperata</i> Benth.	2	0.04	0.41	0.04	1.02	1.61	4.34	5.77
	<i>Cacia sp.</i>	6	0.12	1.25	0.1	2.55	0.03	0.07	3.87
	<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby	2	0.04	0.41	0.04	1.02	0.0006	0.001	1.431
	<b>Cactaceae</b>								
	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) Knuth.	58	1.16	12.15	0.62	15.81	0.194	0.51	28.47
	<i>Cylindropuntia tunicata</i> Lehm.	28	0.56	5.87	0.34	8.67	1.58	4.18	18.72
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Linch	3	0.06	0.62	0.06	1.53	0.03	0.07	2.22
	<i>Mammillaria sp.</i>	1	0.02	0.2	0.02	0.51	0.001	0.002	0.712
	<b>Rubiaceae</b>								
	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schechet.	36	0.72	7.54	0.3	7.65	0.12	0.31	15.5
	<b>Polemoniaceae</b>								
	<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) Schecht.	50	1	10.48	0.34	8.67	0.05	0.13	19.28
	<b>Asclepiadaceae</b>								
	<i>Asclepia linearia</i> Cav.	2	0.04	0.41	0.04	1.02	0.11	0.29	1.72
	<b>Malvaceae</b>								
	<i>Sida abutilifolia</i> Mill.	13	0.26	2.72	0.16	4.08	0.05	0.13	6.93
	<b>Compositae</b>								
	<i>Erigeron pubescens</i> H.B.K.	40	0.8	8.38	0.22	5.61	0.07	0.18	14.17
	<i>Tagetes sp.</i>	5	0.01	1.04	0.1	2.55	0.037	0.09	3.68
	<i>Dyssodia setifolia</i> (Lag.) B. L.	5	0.1	1.04	0.04	1.02	0.046	0.12	2.18
	<b>Graminae</b>								
	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	23	0.46	4.82	0.24	6.12	0.35	0.92	11.86
	<b>Scrophulariaceae</b>								
	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Pennell.	121	2.42	25.36	0.18	4.59	0.004	0.01	29.96
	<b>Caryophyllaceae</b>								
	<i>Drimaria sp.</i>	18	0.36	3.77	0.36	9.18	0.01	0.02	12.97
	<b>Sin identificar</b>								
	<i>Acalypha sp.</i>	13	0.26	2.72	0.1	2.55	0.031	0.08	5.53
⊙	Especie	N	D. A.	D. R. (%)	F. A.	F. R. (%)	C	C. R. (%)	V. I.
	<b>Leguminosae</b>								
	<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	6	0.12	2	0.12	4.13	16.25	37.99	44.17
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	17	0.34	5.66	0.3	10.34	13.24	30.96	46.9
	<b>Cactaceae</b>								
	<i>Opuntia sp.</i>	3	0.06	1	0.06	2.06	2.17	5.07	8.14
	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) Kunth.	15	0.3	5	0.2	6.89	0.41	0.97	12.84
	<i>Cylindropuntia tunicata</i> Lehmann.	5	0.1	1.6	0.1	3.44	0.38	0.89	5.92
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Linch	1	0.02	0.33	0.02	0.68	0.47	1.09	2.11
	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Br. & Rose	3	0.06	1	0.06	2.06	0.01	0.025	3.08
	<b>Agavaceae</b>								
	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm.- Dyck.	1	0.02	0.33	0.02	0.68	5.3	12.39	13.41
	<b>Amaranthaceae</b>								
	<i>Guilleminea densa</i> (Willd.) Moq.	7	0.14	2.33	0.1	3.44	0.030	0.078	5.84
	<b>Compositae</b>								
	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	48	0.96	16	0.42	14.48	0.06	0.16	30.62
	<i>Tridax sp. L.</i>	16	0.32	5.3	0.14	4.82	0.03	0.08	10.19
	<b>Polemoniaceae</b>								
	<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don.	41	0.82	13.6	0.2	6.89	0.0089	0.02	20.51
	<b>Portulacaceae</b>								
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	10	0.2	3.3	0.18	6.2	0.07	0.092	9.66
	<b>Hidrophyllaceae</b>								
	<i>Nama sp.</i>	2	0.04	1.3	0.02	0.68	0.0002	0.0065	1.98
	<b>Rubiaceae</b>								
	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schechet.	5	0.1	1.6	0.06	2.06	0.046	0.1	3.76
	<b>Euphorbiaceae</b>								
	<i>Euphorbia serpyllifolia</i> Pers.	19	0.38	6.3	0.2	6.89	1.63	3.82	17
	<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	80	1.6	26.6	0.44	15.17	1.98	4.63	46.4
	<b>Urticaceae</b>								
	<i>Urtica chamaedryoides</i> Pursh.	1	0.02	0.33	0.02	0.68	0.1	0.22	1.24
	<b>Caryophyllaceae</b>								
	<i>Drimaria sp.</i>	3	0.06	1	0.06	2.06	0.0084	0.019	3.07

N: número de individuos; D. A.: densidad absoluta; D. R.: densidad relativa; F. A.: frecuencia absoluta; F. R.: frecuencia relativa; C: dominancia; C. R.: dominancia relativa; V. I.: valor de importancia.

∇ Especies registradas en el nivel alto de la pendiente.

⊙ Especies registradas en el nivel bajo de la pendiente.

En Bingu, municipio el Cardonal se registraron a 15 especies, 12 géneros y 8 familias (Cuadro 3). Las especies dominantes en el matorral fueron *Prosopis laevigata* y *Agave lechuguilla*. La familia mejor representa fue la Cactaceae. En el nivel alto como en el nivel bajo de la pendiente las especies codominantes fueron *Mimosa depauperata*, *Karwinskia humboldtiana*, *Condalia mexicana* y *Cylindropuntia sp.* La vegetación asociada fue: *Mammillaria sp.*, *Jatropha dioica*, *Hechtia podantha*, *Bouvardia ternifolia* y *Urtica chamaedryoides*.

**Cuadro 3. Densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies en un Matorral Rosetófilo en la localidad de Bingu municipio, el Cardonal en el Edo., de Hidalgo.**

∇	Especie	N	D. A	D. R. (%)	F. A.	F. R. (%)	C	C. R. (%)	V. I.
	<b>Leguminosae</b>								
	<i>Mimosa depauperata</i> Benth.	5	0.1	1.58	0.08	3.77	6.4	7.78	13.13
	<i>Prosopis laevigata</i> (H. & B.) Johnst.	7	0.14	2.21	0.14	6.6	14.79	50.82	59.63
	<b>Cactaceae</b>								
	<i>Cylindropuntia sp.</i>	11	0.22	3.48	0.18	8.49	5.02	6.1	18.07
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	1	0.02	0.31	0.02	0.94	0.0063	0.007	1.25
	<i>Mammillaria compressa</i> D.C.	6	0.12	1.89	0.08	3.77	0.03	0.036	5.69
	<i>Mammillaria sp.</i>	2	0.04	0.63	0.04	1.88	0.01	0.012	5.52
	<b>Agavaceae</b>								
	<i>Agave lechuguilla</i> Torrey.	55	1.1	17.4	0.3	14.15	7.13	8.67	40.22
	<b>Bromeliaceae</b>								
	<i>Hechtia podantha</i> Klotzsch.	180	3.6	56.92	0.7	33.01	5.18	6.3	96.23
	<b>Rhamanaceae</b>								
	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (R. & S.) Zucc.	6	0.12	1.89	0.12	5.66	9.54	11.6	19.15
	<i>Condalia mexicana</i> Schl.	14	0.28	4.43	0.24	11.32	5.37	6.53	22.28
	<b>Euphorbiaceae</b>								
	<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	28	0.56	8.86	0.2	9.43	1.7	2.06	20.35
⊙	Especie	N	D. A	D. R. (%)	F. A.	F. R. (%)	C	C. R. (%)	V. I.
	<b>Leguminosae</b>								
	<i>Mimosa depauperata</i> Benth.	17	0.34	6.7	0.28	12.17	12.961	20.63	39.5
	<i>Prosopis laevigata</i> (H. & B.) Johnst.	7	0.14	2.7	0.14	6.08	31.58	50.27	59.05
	<b>Cactaceae</b>								
	<i>Cylindropuntia tunicata</i> Lehmann.	2	0.04	0.79	0.04	1.73	2.58	4.1	6.62
	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) Kunth.	1	0.02	0.39	0.02	0.86	0.56	0.89	2.14
	<i>Cylindropuntia sp.</i>	1	0.02	0.39	0.02	0.86	0.0012	0.001	1.25
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	1	0.02	0.39	0.02	0.86	0.01	0.02	1.272
	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Br. & Rose	5	0.1	1.97	0.06	2.6	0.04	0.06	4.63
	<i>Mammillaria compressa</i> C.V.	3	0.06	1.18	0.04	1.73	0.0031	0.004	2.91
	<b>Agavaceae</b>								
	<i>Agave lechuguilla</i> Torrey.	84	1.68	33	0.58	25.21	3.62	5.76	63.97
	<b>Bromeliaceae</b>								
	<i>Hechtia podantha</i> Klotzsch.	5	0.1	1.97	0.04	1.73	0.4	0.63	4.33
	<b>Rhamanaceae</b>								
	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (R. & S.) Zucc.	6	0.12	2.3	0.1	4.34	4.67	7.43	14.07
	<i>Condalia mexicana</i> Schl.	5	0.1	1.97	0.1	4.34	2.82	4.48	10.79
	<b>Rubiaceae</b>								
	<i>Bouvardia ternifolia</i> (cav.) Schechet.	1	0.02	0.39	0.02	0.86	0.03	0.04	1.29
	<b>Urticaceae</b>								
	<i>Urtica chamaedryoides</i> Pursh.	24	0.48	9.48	0.26	11.3	0.38	0.6	21.38
	<b>Euphorbiaceae</b>								
	<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	91	1.82	35	0.58	25.21	3.15	5.01	65.22

N: número de individuos; D. A.: densidad absoluta; D. R.: densidad relativa; F. A.: frecuencia absoluta; F. R.: frecuencia relativa; C: dominancia; C. R.: dominancia relativa; V. I.: valor de importancia.

∇ Especies registradas en el nivel alto de la pendiente.

⊙ Especies registradas en el nivel bajo de la pendiente.

## 6.2 Reserva de semillas del suelo

### *Prosopis laevigata*

#### Distribución horizontal por localidad

En la localidad del Rincón, *Prosopis laevigata* presentó una mayor densidad de semillas bajo el dosel (66-261 semillas / m<sup>2</sup>) que en las áreas inter-arbustivas (24-21 semillas / m<sup>2</sup>); sin embargo las diferencias no fueron significativas ( $t = 1.4716$ ,  $p = 0.1488$ ). En el nivel más bajo de la pendiente, también bajo el dosel de los individuos de *P. laevigata* se registró la mayor densidad significativa de semillas ( $t = -2.3155$ ,  $p = 0.0281$ ) (Fig.7).

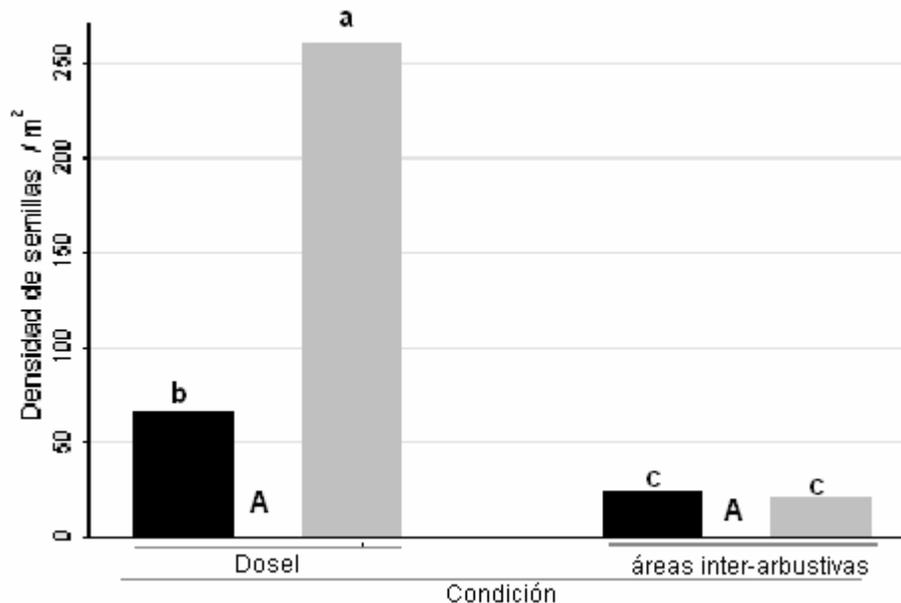


Figura 7. Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de *Prosopis laevigata*, localidad de El Rincón. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre zona de dosel y áreas inter-arbustivas; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de pendiente (Alto = ■; Bajo = ▒).

En la localidad de Bingu, se presentó la misma tendencia que en el Rincón. *Prosopis laevigata* acumuló mas semillas significativamente ( $F = 9.84$ ,  $p = 0.0120$ ) bajo el dosel (4-13 semillas /  $m^2$ ) que en las áreas inter-arbustivas. En ésta localidad, no se presentaron diferencias significativas entre los niveles de pendiente (Fig. 8).

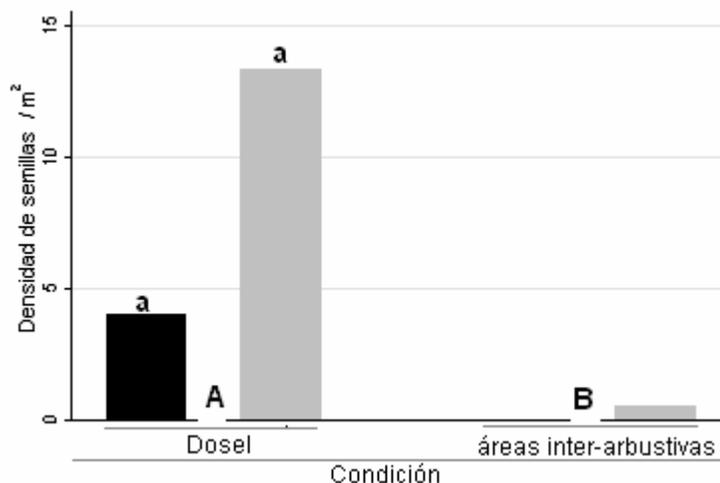


Figura 8. Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de *Prosopis laevigata*, localidad de Bingu. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre zona de dosel y áreas inter-arbustivas; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de pendiente (Alto = ■; Bajo = ■).

### Distribución vertical por localidad

*Prosopis laevigata* presentó una densidad significativamente mayor ( $F = 14.96$ ,  $p = 0.0000$ ) de semillas en el mantillo (126-420 semillas /  $m^2$ ) la cual decreció con la profundidad del suelo; en la profundidad de 0-5 cm la densidad de semillas fue de 3-10 semillas /  $m^2$  y en la profundidad de 5-10 cm no se registraron semillas. Entre los niveles de la pendiente en el mantillo no se registraron diferencias significativas ( $t = -1.3872$ ,  $p = 0.1753$ ) (Fig. 9).

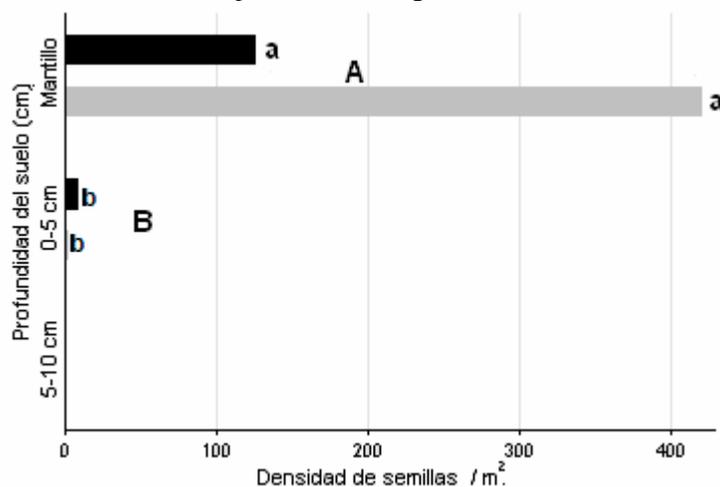


Figura 9. Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de *Prosopis laevigata*, localidad de El Rincón. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre las profundidades; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de pendiente (Alto = ■; Bajo = ■).

En la localidad de Bingu, se presentó la misma tendencia, *Prosopis laevigata* acumuló significativamente ( $F = 9.84$ ,  $p = 0.0120$ ) más semillas en el mantillo (6-20 semillas /  $m^2$ ) que en las profundidades (0-5 y 5-10 cm) (Fig. 10). Entre los niveles de pendiente en el mantillo tampoco se registraron diferencias significativas ( $t = -1.3416$ ,  $p = 0.2165$ ).

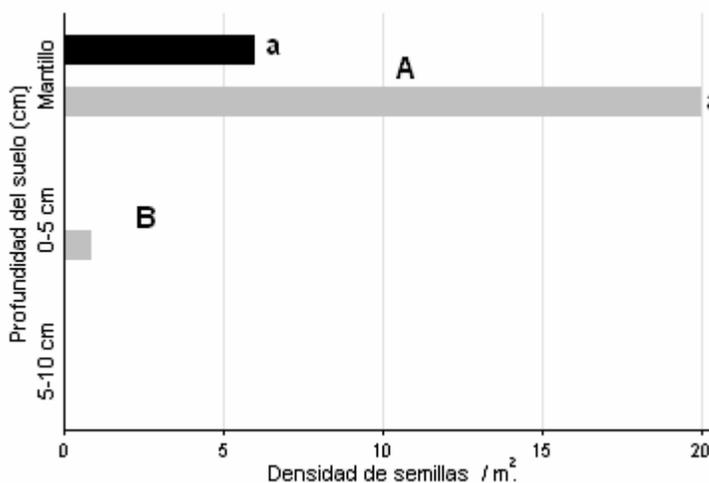


Figura 10. Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de *Prosopis laevigata*, localidad de Bingu. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre las profundidades; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de pendiente (Alto = ■; Bajo = ▒).

### Distribución temporal por localidad

*Prosopis laevigata* presentó el mayor número de semillas en el mes de agosto (293 semillas /  $m^2$ ) y el menor número en el mes de febrero (21 semillas /  $m^2$ ). Las diferencias fueron significativas ( $F = 4.11$ ,  $p = 0.0073$ ) entre los diferentes meses (Fig. 11).

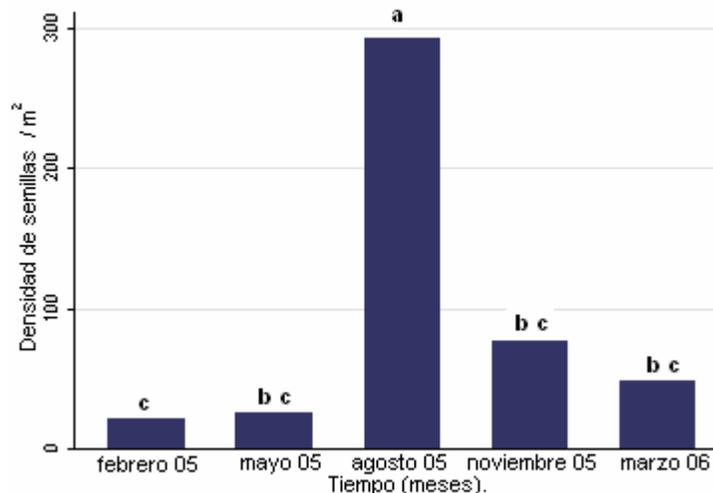


Figura 11. Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de *Prosopis laevigata*, localidad El Rincón. Letras diferentes representan diferencias significativas entre los meses.

Para la localidad de Bingu, *Prosopis laevigata* no presentó diferencias significativas ( $F = 2.41$ ,  $p = 0.1528$ ) en la densidad de semillas durante los meses de muestreo; el número de semillas promedio fue bajo, osciló entre 8-3 semillas /  $m^2$  (Fig. 12).

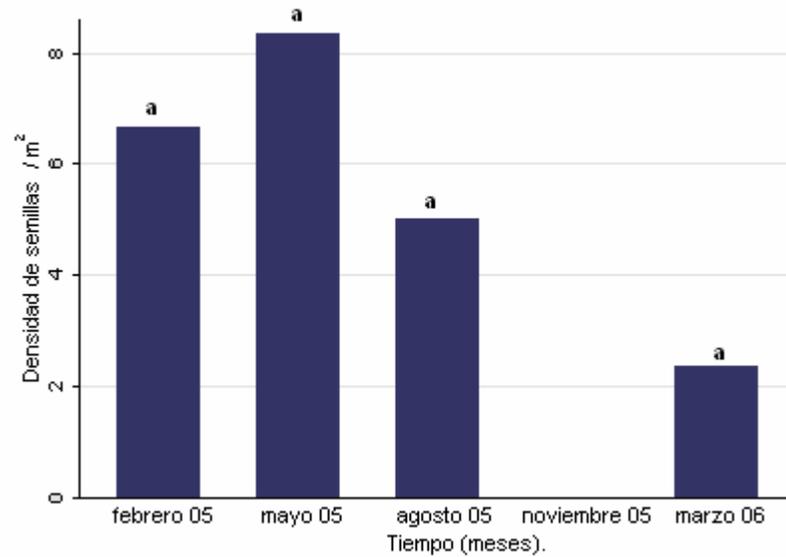


Figura 12. Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de *Prosopis laevigata*, localidad de Bingu. Letras diferentes representan diferencias significativas entre los meses.

## *Mimosa biuncifera*

### Distribución horizontal por localidad

En la localidad del Rincón, *Mimosa biuncifera* presentó una densidad significativamente ( $t = 2.6592$ ,  $p = 0.0097$ ) mayor de semillas bajo el dosel (302-266 semillas /  $m^2$ ) que en las áreas inter-arbustivas (66-21 semillas /  $m^2$ ) (Fig. 13). Entre el nivel alto de la pendiente y el nivel bajo de la pendiente no se observaron diferencias significativas ( $t = 0.0222$ ,  $p = 0.9824$ ).

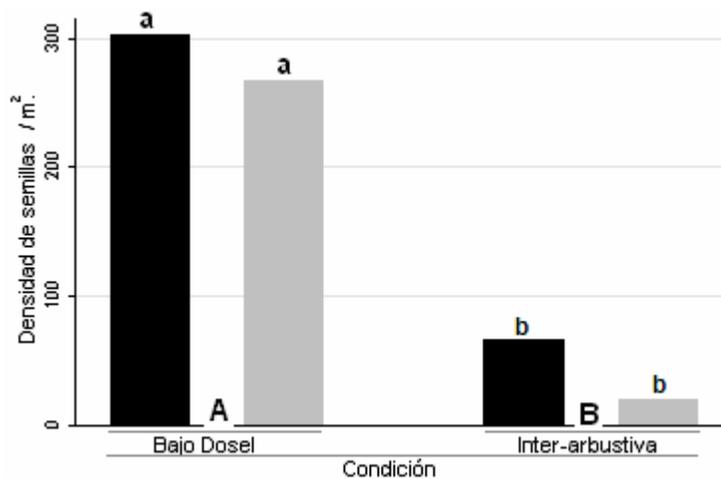


Figura 13. Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa biuncifera*, localidad de El Rincón. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre zona de dosel y áreas inter-arbustivas; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de pendiente (Alto = ; Bajo = ).

En la localidad de González-González, *Mimosa biuncifera* presentó mayor densidad de semillas bajo el dosel (35-15 semillas / m<sup>2</sup>) que en las áreas inter-arbustivas (4 semillas / m<sup>2</sup>), sin embargo estadísticamente no se presentaron diferencias significativas ( $t = 0.8666$ ,  $p = 0.3930$ ). En relación al nivel de la pendiente, tampoco se observaron diferencias significativas ( $t = 0.0110$ ,  $p = 0.9913$ ) (Fig.14).

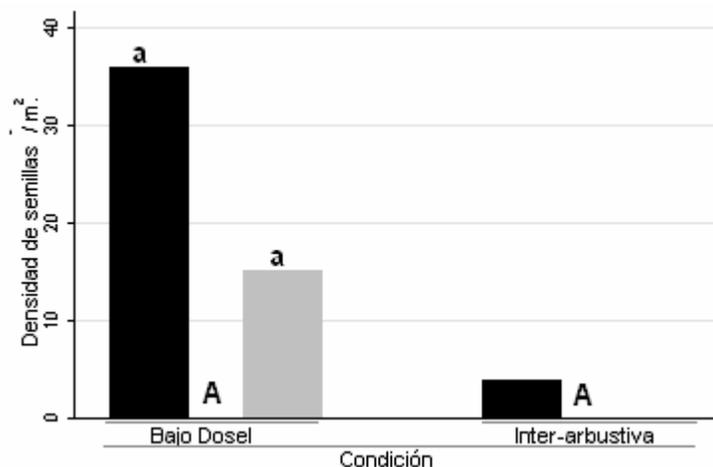


Figura 14. Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa biuncifera*, localidad de González-González. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre zona de dosel y áreas inter-arbustivas; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de pendiente (Alto = ■; Bajo = ■).

### Distribución vertical por localidad

En el Rincón, *Mimosa biuncifera* presentó significativamente ( $K_{wallis} = 45.662$ ,  $p = 0.0001$ ) una mayor densidad de semillas en el mantillo (444-364 semillas / m<sup>2</sup>) y ésta decreció con la profundidad: 90-44 semillas / m<sup>2</sup> (0-5 cm) y de 20 - 23 semillas / m<sup>2</sup> (5- 10 cm). Entre los niveles de pendiente no se observan diferencias significativas ( $t = 0.0222$ ,  $p = 0.9824$ ) (Fig. 15).

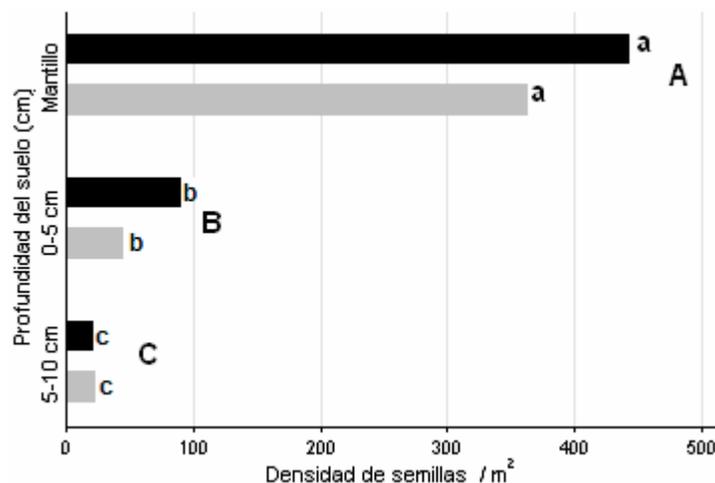


Figura 15. Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa biuncifera*, localidad de El Rincón. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre las profundidades; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de la pendiente (Alto = ■; Bajo = ■).

En González-González, *Mimosa biuncifera* presentó significativamente ( $F = 10.72$ ,  $p = 0.0003$ ) más semillas en el mantillo (38-12 semillas /  $m^2$ ) y el número decreció con el aumento de la profundidad: de 19-9 semillas /  $m^2$  (0-5 cm) y de 2-1 semillas /  $m^2$  (5-10 cm). En relación al nivel de la pendiente no se presentaron diferencias significativas ( $t = -0.1756$ ,  $p = 0.8618$ ) (Fig. 16).

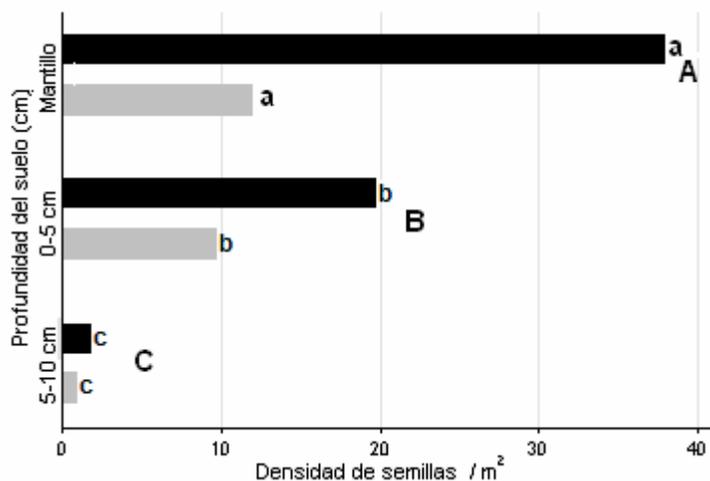


Figura 16. Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa biuncifera*, localidad de González-González. Letras mayúsculas diferentes representan diferencias significativas entre las profundidades; letras minúsculas diferentes representan diferencias significativas entre niveles de pendiente (Alto = ■; Bajo = ▒).

### Distribución temporal por localidad

En el Rincón, *Mimosa biuncifera* presentó significativamente ( $F = 3.74$ ,  $p = 0.0069$ ) una mayor densidad de semillas en el mes de marzo (06) (516 semillas /  $m^2$ ). El mes que registró la menor densidad de semillas fue el de febrero (05) (60 semillas /  $m^2$ ) (Fig. 17).

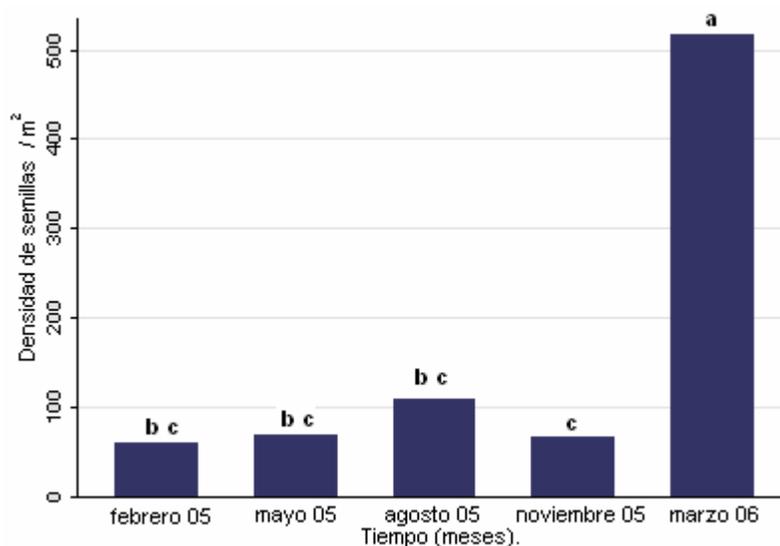


Figura 17. Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa biuncifera*, localidad de El Rincón. Letras diferentes representan diferencias significativas entre los meses.

En González-González, *Mimosa biuncifera* presentó la mayor densidad de semillas en el suelo, durante el mes de mayo (05) (29 semillas / m<sup>2</sup>); sin embargo no se presentaron diferencias significativas ( $F = 1.66$ ,  $p = 0.1872$ ) entre los meses, el mes con el menor registro fue marzo (06), (2 semillas / m<sup>2</sup>) (Fig. 18).

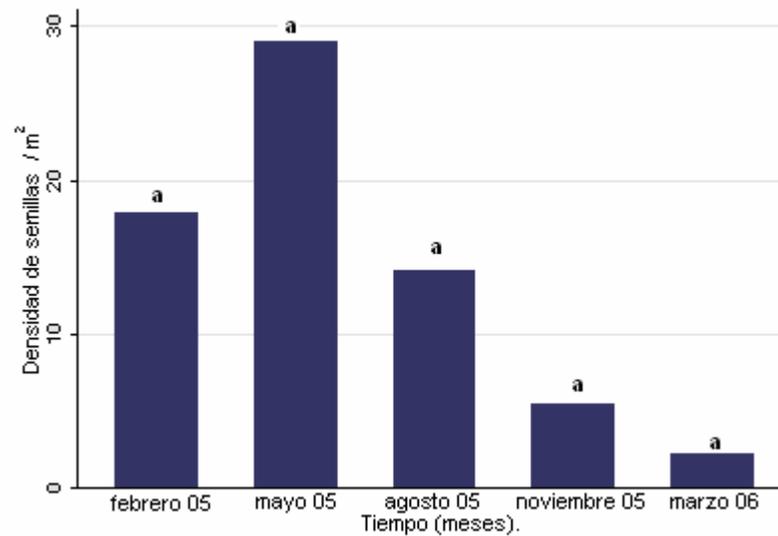


Figura 18. Distribución temporal de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa biuncifera*, localidad de González-González. Letras diferentes representan diferencias significativas entre los meses.

### 6.3 Número de semillas por muestra

Para las dos especies en las tres localidades de estudio, el número de semillas por muestreo presentó la misma tendencia: pocas muestras presentaron un gran número de semillas y un gran número de muestras presentaron pocas o ninguna semilla. *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera*, presentaron el mayor número de muestras con semillas, bajo el dosel y particularmente para la localidad del Rincón (Fig. 19-22).

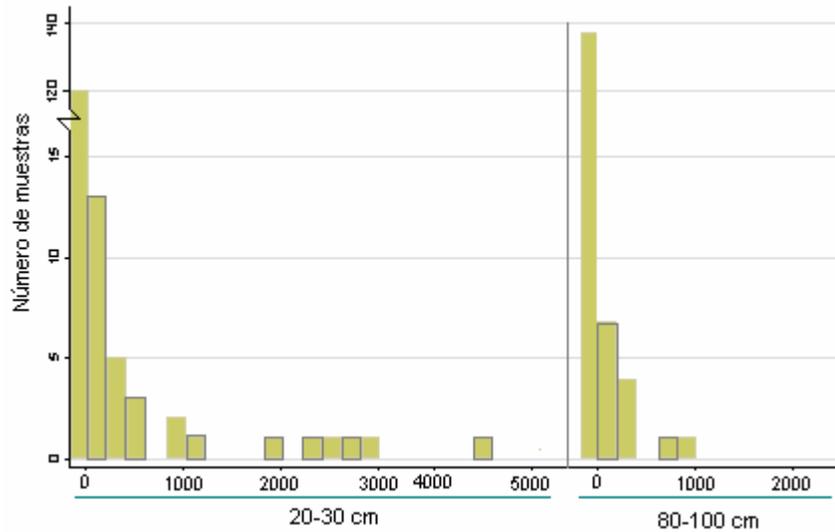


Figura 19. Número de muestras con semillas: bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de *Prosopis laevigata* (El Rincón).

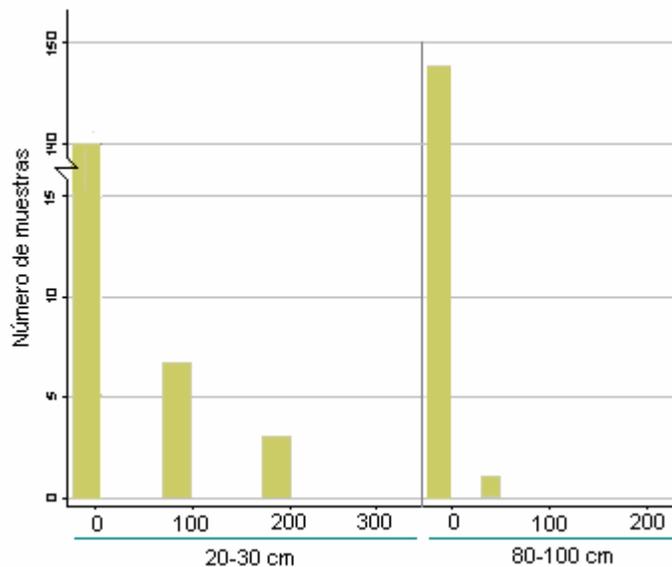


Figura 20. Número de muestras con semillas: bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de *Prosopis laevigata* (Bingu).

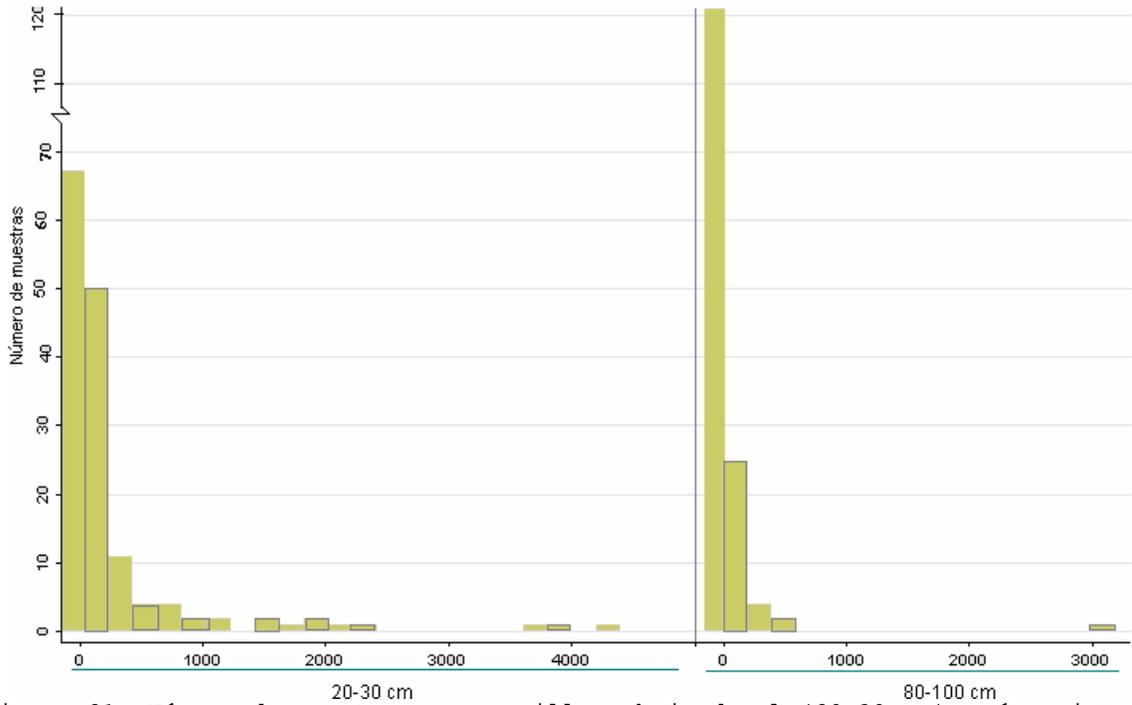


Figura 21. Número de muestras con semillas: bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de *Mimosa biuncifera* (El Rincón).

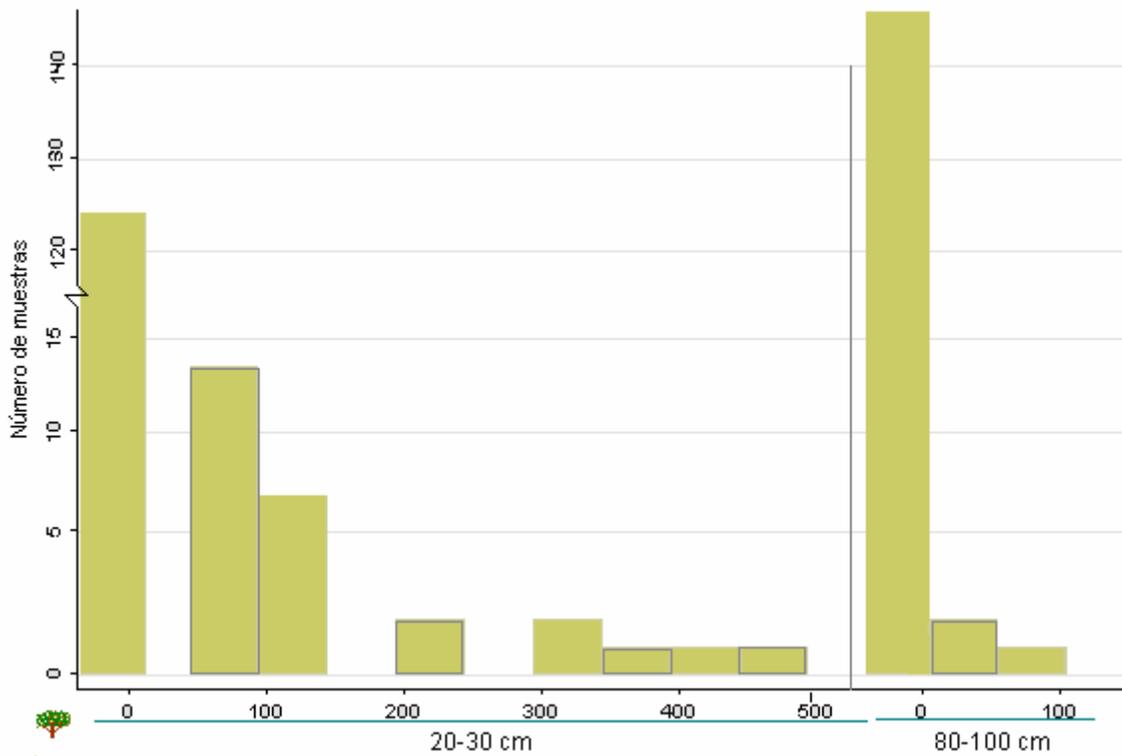


Figura 22. Número de muestras con semillas: bajo dosel (20-30 cm) y área inter-arbustiva (80-100 cm) desde el tronco de *Mimosa biuncifera* (González-González).

## 6.4 Viabilidad de las semillas de las semillas localizadas en la reserva del suelo

El porcentaje de germinación de las semillas de *Prosopis laevigata* de la reserva del suelo, fue de 50 a 100%, tanto debajo del dosel como en las áreas inter-arbustivas, en éstas últimas se presentaron las menores densidades (Cuadro 4). Indistintamente de la profundidad del suelo y del nivel de la pendiente.

**Cuadro 4. Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante un año de muestreo para *Prosopis laevigata*.**

Mes de muestreo	Localidad	Nivel de la pendiente	Condición										
			Bajo Dosel					Área Abierta					
			Profundidad del suelo										
			n	Mantillo	n	0-5	n	5-10	Mantillo	n	0-5	n	5-10
febrero 2005	El Rincón	Alto	1	100%	1	100%	-	-	-	-	-	-	-
		Bajo	11	23.7%	-	-	-	-	-	-	2	50%	1
	El Bingu	Alto	1	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Bajo	3	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mayo 2005	El Rincón	Alto	3	100%	8	88%	-	-	-	-	-	-	-
		Bajo	10	70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	El Bingu	Alto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Bajo	5	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto 2005 Época de dispersión.	El Rincón	Alto	36	94.44%	10	-	-	-	2	100%	-	-	-
		Bajo	124	92.74%	3	100%	-	-	4	75%	-	-	-
	El Bingu	Alto	2	100%	-	-	-	-	0	-	-	-	-
		Bajo	1	100%	-	-	-	-	0	-	-	-	-
noviembre 2005	El Rincón	Alto	6	83%	1	100%	-	-	6	63%	-	-	-
		Bajo	32	92%	-	-	-	-	2	50%	-	-	-
	El Bingu	Alto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Bajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
marzo 2006	El Rincón	Alto	1	100%	-	-	-	-	1	100%	-	-	-
		Bajo	18	61%	-	-	-	-	8	87.5%	-	-	-
	El Bingu	Alto	-	-	-	-	-	-	-	1	100%	-	-
		Bajo	1	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n = tamaño de la muestra = número de semillas por muestra

El porcentaje de germinación de las semillas de la reserva de *Mimosa biuncifera* también presentó altos valores (50-100%), bajo el dosel y el área inter-arbustiva en donde se presentaron las densidades más bajas, indistintamente de la profundidad del suelo y del nivel de la pendiente (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante un año de muestreo para *Mimosa biuncifera*.**

Mes de muestreo	Localidad	Nivel de la pendiente	Condición											
			Bajo Dosel						Área Abierta					
			Profundidad del suelo						Profundidad del suelo					
			Mantillo	N	0-5	n	5-10		Mantillo	n	0-5	n	5-10	
febrero 2005	El Rincón	Alto	20	95%	11	100%	3	100%	-	-	2	100%	-	-
		Bajo	4	100%	18	94.4%	2	100%	-	-	-	-	-	-
	González González	Alto	4	75%	4	75%	-	-	1	100%	-	-	-	-
		Bajo	3	66.7%	9	66.7%	1	100%	-	-	-	-	-	-
mayo 2005	El Rincón	Alto	18	94%	56	100%	5	100%	-	-	1	100%	-	-
		Bajo	1	100%	3	100%	-	-	1	100%	2	100%	2	100%
	González González	Alto	8	75%	8	88%	1	100%	1	100%	2	50%	-	-
		Bajo	3	0.0%	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto 2005	El Rincón	Alto	24	100%	21	95.2%	1	100%	1	100%	3	100%	1	100%
		Bajo	25	100%	12	83.3%	6	100%	1	100%	2	100%	1	100%
	González González	Alto	8	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Bajo	1	100%	-	-	-	-	-	-	1	100%	-	-
noviembre 2005 Época de dispersión.	El Rincón	Alto	7	86%	7	100%	4	75%	8	100%	3	100%	2	100%
		Bajo	14	86%	7	100%	4	100%	2	50%	1	100%	-	-
	González González	Alto	1	100%	4	75%	1	100%	-	-	-	-	-	-
		Bajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
marzo 2006	El Rincón	Alto	60	73%	35	80%	12	83%	35	71.4%	3	33%	-	-
		Bajo	50	86%	26	77%	16	68%	10	60%	4	80%	6	83%
	González González	Alto	-	-	3	100%	-	-	-	-	-	-	-	-
		Bajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n = tamaño de la muestra = número de semillas por muestra

Las semillas registradas en la reserva del suelo para las dos especies y las tres localidades, durante un año de estudio presentaron un alto potencial germinativo (>50%); el mayor número de semillas viables se acumuló en el mantillo y en la profundidad 0-5 cm; así mismo la semillas registradas tanto en el nivel alto como bajo de la pendiente no presentaron diferencias en su potencial germinativo (Fig. 23-26).

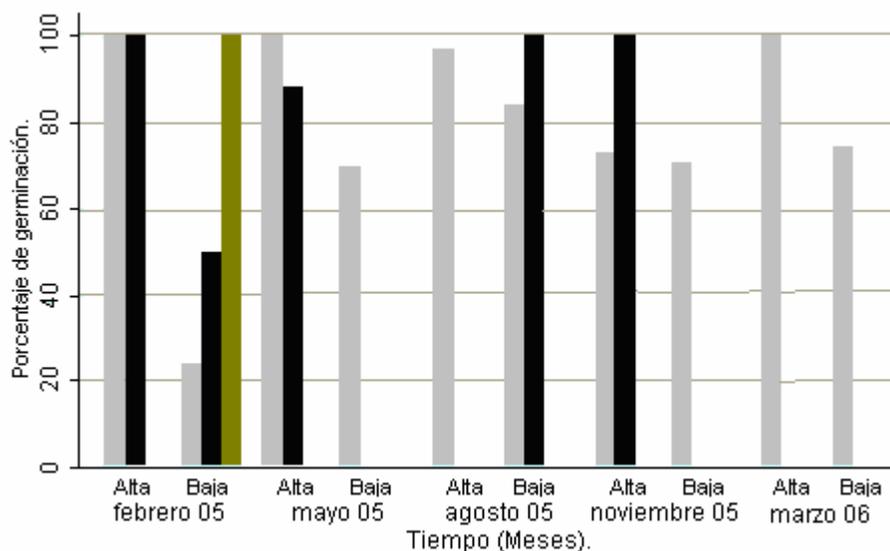


Figura 23. Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de *Prosopis laevigata* durante un año de estudio (localidad El Rincón). Profundidad: mantillo ; 0-5 cm ; 5-10 cm .

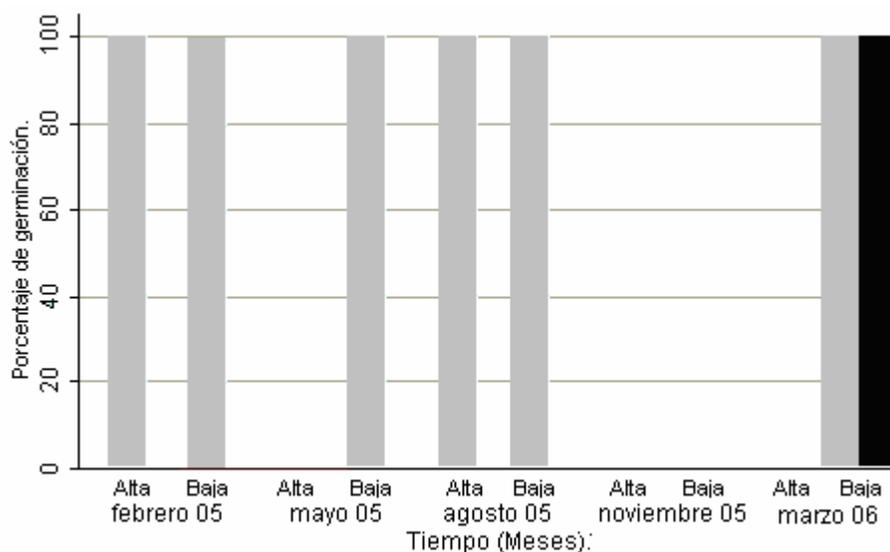


Figura 24. Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de *Prosopis laevigata* durante un año de estudio (localidad Bingu). Profundidad: mantillo ; 0-5 cm ; 5-10 cm .

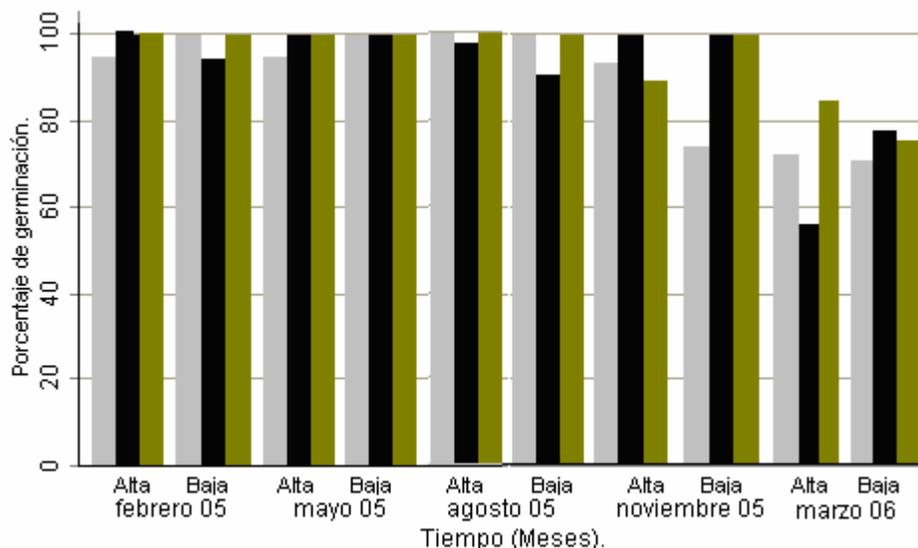


Figura 25. Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de *Mimosa biuncifera* durante un año de estudio (localidad El Rincón). Profundidad: mantillo ; 0-5 cm ; 5-10 cm .

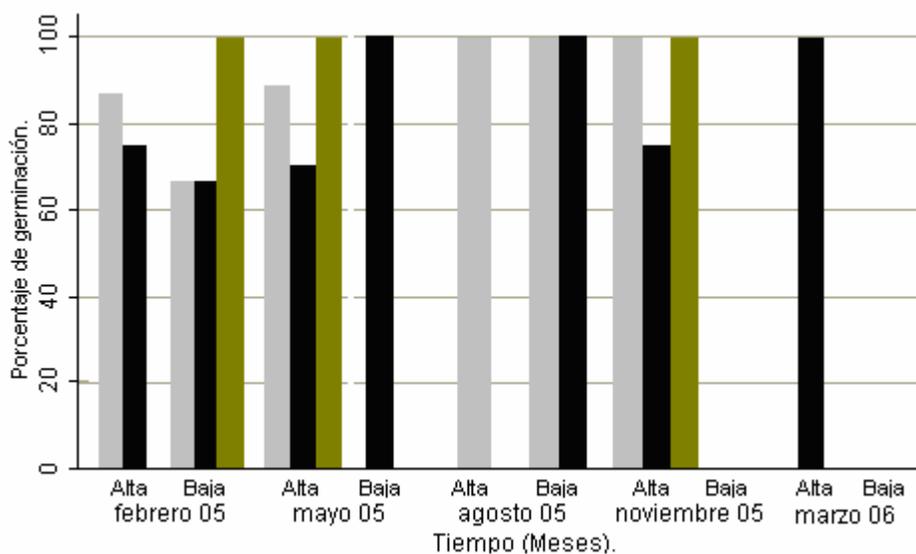


Figura 26. Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo de *Mimosa biuncifera* durante un año de estudio (localidad de González-González). Profundidad: mantillo ; 0-5 cm ; 5-10 cm .

## 6.5 Reclutamiento de plántulas

### *Prosopis laevigata*

El primer registro de emergencia de plántulas de *Prosopis laevigata* se presentó en el mes de agosto de 2005, donde se registró la mayor densidad (6.61 plántulas / m<sup>2</sup>), decreciendo en los siguientes meses, en el último mes de muestreo (marzo 06) ya no se registraron plántulas vivas (Fig. 27).

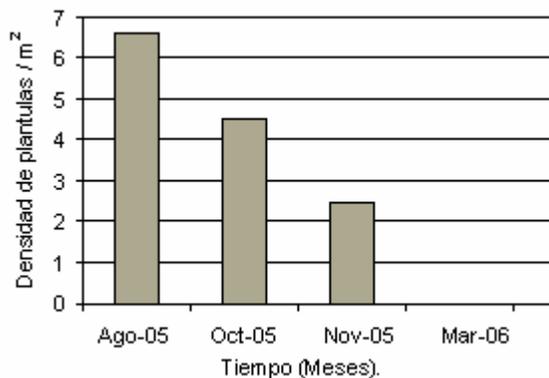


Figura 27. Densidad de plántulas de *Prosopis laevigata* durante los meses de muestreo.

La supervivencia de plántulas de *Prosopis laevigata* disminuyó desde agosto (05) a marzo (06); durante los primeros meses de muestreo la mortandad fue del 30% y durante los meses más secos del año (enero-marzo) la mortandad se incrementó hasta un 100% (Fig. 28).

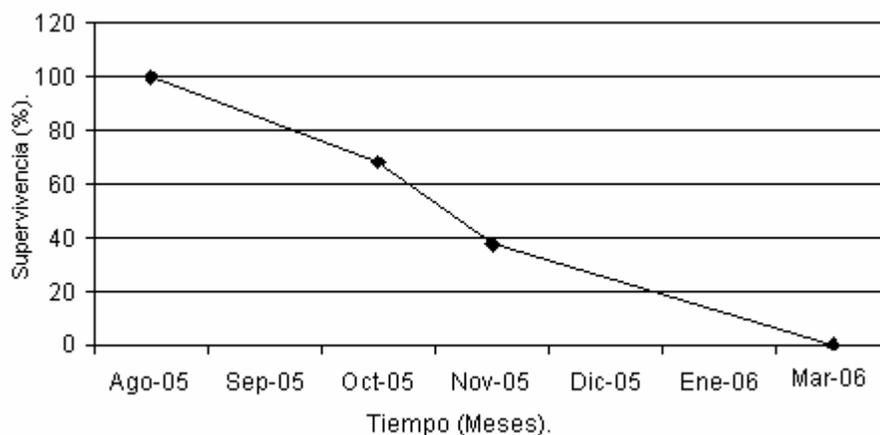


Figura 28. Porcentaje de supervivencia de plántulas de *Prosopis laevigata* durante los meses de muestreo.

Las plántulas de *Prosopis laevigata* durante los meses de estudio presentaron una altura entre ca. 2-4 cm (Fig. 29). Así mismo también presentaron una cobertura entre ca. 1.4-5.12 cm<sup>2</sup> (Fig. 30).

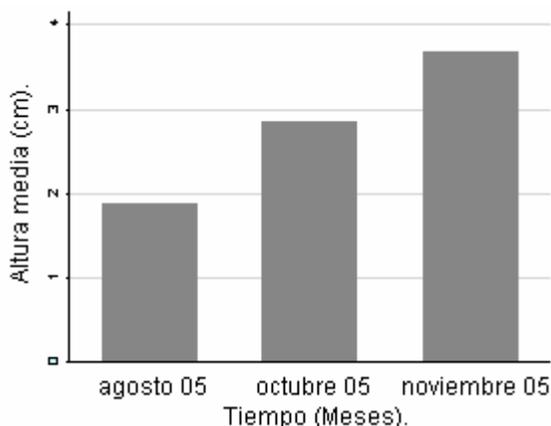


Figura 29. Altura de plántulas de *Prosopis laevigata* durante los meses de muestreo.

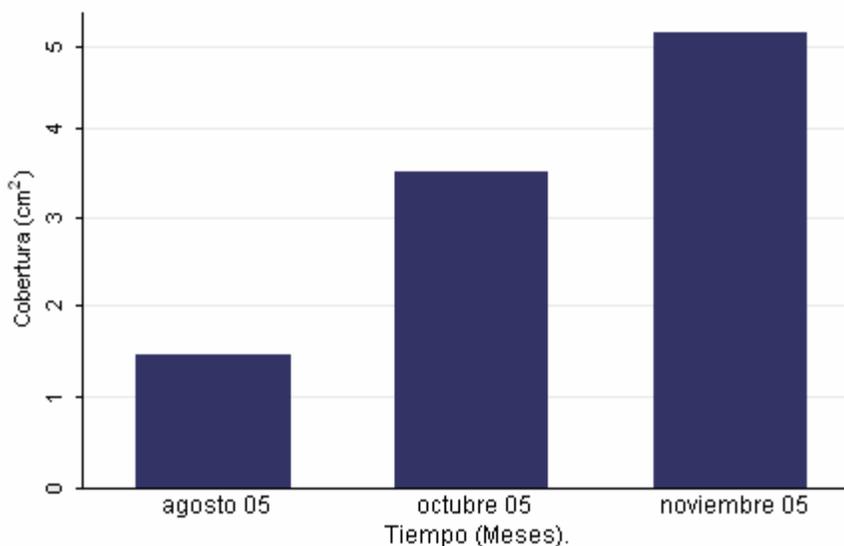


Figura 30. Cobertura de plántulas de *Prosopis laevigata* durante los meses de muestreo.

La emergencia de plántulas se presentó durante los meses de agosto, octubre y noviembre del 2005; el mayor porcentaje de emergencia se presentó en el mes de agosto. Las plántulas presentaron en su mayoría dos cotiledones y una menor proporción entre una y seis hojas (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Emergencia de plántulas de *Prosopis laevigata*.**

Mes	Número de hojas						
	1	2	3	4	5	6	7
agosto	354	2	1				
octubre	76	68	62	38	9	1	
noviembre	31	12	36	22	21	10	2
marzo 06	-	-	-	-	-	-	-

1= hojas cotiledonares; 2= Protófila; 3-7= Pronomófilas

## *Mimosa biuncifera*

El primer registro de emergencia de plántulas de *Mimosa biuncifera* en el cuadrante de 25 / m<sup>2</sup> se presentó en el mes de junio. En el mes de agosto (05) se registró la mayor densidad (1.2 plántulas / m<sup>2</sup>), la cual fue decreciendo en los siguientes meses, para el último mes de muestreo (marzo de 2006) ya no se registraron plantas vivas (Fig. 31).

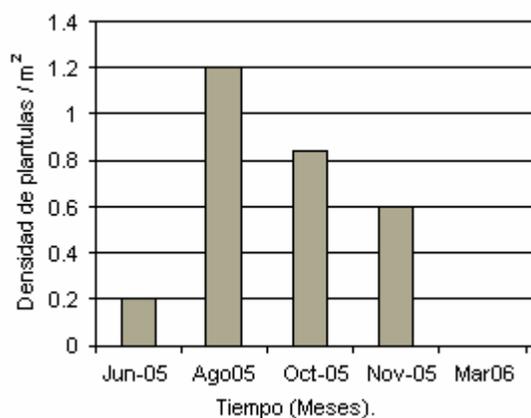


Figura 31. Densidad de plántulas de *Mimosa biuncifera* durante los meses de muestreo.

El porcentaje de supervivencia de plántulas disminuyó progresivamente desde el mes de agosto (05) hasta marzo (06) donde ninguna plántula sobrevivió (Fig. 32); en los primeros tres meses de muestreo el porcentaje de supervivencia disminuyó en un 50%.

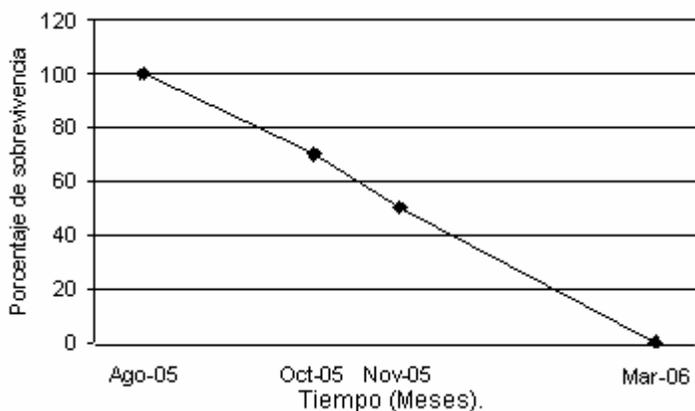


Figura 32. Porcentaje de supervivencia de plántulas de *Mimosa biuncifera* durante los meses de muestreo.

Las plántulas de *Mimosa biuncifera* durante los meses de estudio presentaron una altura entre *ca.* 1.6-4.2 cm (Fig. 33). Así mismo presentaron una cobertura entre *ca.* 0.87-5.13 cm<sup>2</sup> (Fig. 34).

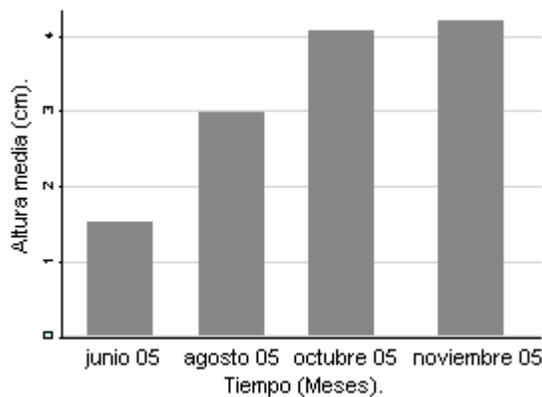


Figura 33. Altura de plántulas de *Mimosa biuncifera* durante los meses de muestreo.

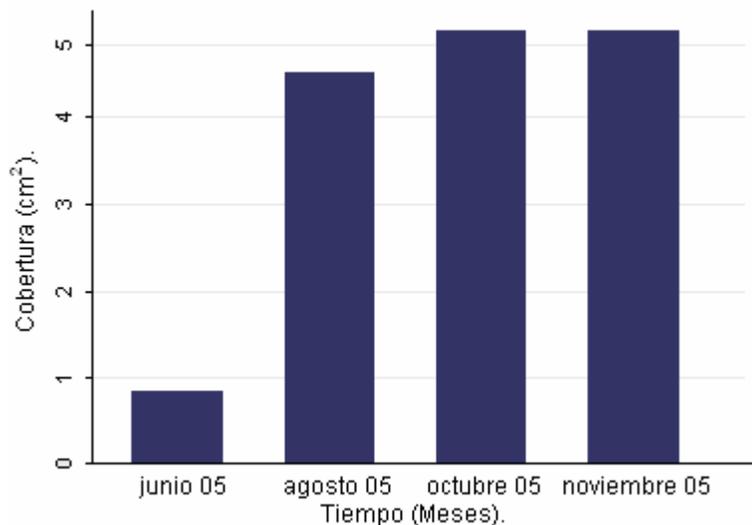


Figura 34. Cobertura de plántulas de *Mimosa biuncifera* durante los meses de muestreo.

La emergencia de plántulas se presentó únicamente durante los meses de junio y agosto de 2005; en el mes de octubre solo una plántula se registró con siete hojas (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Emergencia de plántulas de *Mimosa biuncifera*.**

Mes	Número de hojas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
junio	4	1						
agosto	6	2	6	3	11	1	1	
octubre	-	-	2	8	6	2	2	1
noviembre	-	-	-	4	7	1	1	1
marzo 06	-	-	-	-	-	-	-	-

1= hojas cotiledonares; 2= Protófila; 3-8= Pronomófilas

Bajo el dosel de los individuos de *Prosopis laevigata* se concentró el 87.5% de las plántulas. *Mimosa biuncifera* concentra el 66.2% de las plántulas bajo el dosel. La temperatura del suelo bajo el dosel de los individuos es menor (28.5 °C y 27 °C) que en las áreas inter-arbustivas (34.6 °C), así mismo la PAR (Radiación fotosintéticamente activa) es menor bajo el dosel de 188.7-148.45  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  que en las áreas inter-arbustivas (1337.8  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Variables micro climáticas (Temperatura y PAR).**

Especie	Bajo Dosel		Área Inter-Arbustiva	
	Temperatura (° C)	PAR $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	Temperatura (° C)	PAR $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
<i>Prosopis laevigata</i>	28.7	188,7	34,6	1337,8
<i>Mimosa biuncifera</i>	27,95	148,45	34,6	1337,8

## **6.6 Longevidad de semillas después de un año de enterramiento**

Las semillas de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* después de un año de haber sido enterradas manualmente, presentaron un alto porcentaje de germinación (88 y 100%), lo que indica una gran capacidad para conservar su viabilidad; No se presentaron diferencias significativas entre las semillas enterradas bajo el dosel y las áreas inter-arbustivas ( $t = 1.5608$ ,  $p = 0.1289$ ) (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Porcentaje de viabilidad de las semillas enterradas en el suelo (5 cm) durante un ciclo anual.**

Especie	Enterramiento								
	Febrero 2005	A 3 meses, mayo		A 6 meses, agosto		A 9 meses, noviembre		A 12 meses, febrero de 2006	
	% $\pm$	B. D.	Inter-arbustivas	B. D.	Inter-arbustivas	B.D.	Inter-arbustivas	B.D.	Inter-arbustivas
<i>Prosopis laevigata</i>	100 a	100 a	100 a	97.14 $\pm$ 6.4 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
<i>Mimosa biuncifera</i>	88 $\pm$ 5.65 a	81.8 $\pm$ 24.63 a	74.62 $\pm$ 10.75 a	86.34 $\pm$ 13 a	88 $\pm$ 17.8 a	97.14 $\pm$ 6.4 a	87.5 $\pm$ 12.5 a	93.5 $\pm$ 9.28 a	88.57 $\pm$ 15.64 a

B. D.: Bajo dosel; %: porcentaje de germinación;  $\pm$ : desviación estándar; las letras diferentes representan diferencias significativas entre columnas.

## VII Discusión de Resultados

*Prosopis laevigata* (Mezquite), se distribuye en el Valle del Mezquital en varios tipos de vegetación, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: Matorral alto espinoso, Matorral crasicaule y Matorral rosetófilo (Rzedowski, 1978). Las densidades de esta especie varían en las diversas asociaciones vegetales, en algunas es dominante y en otras es codominante. Es dominante en las localidades del Rincón (Municipio el Arenal) y Bingu (Municipio El Cardonal); se distribuye tanto en el nivel alto y bajo de la pendiente (3-4°) dependiendo de las condiciones de suelo y de la topografía del terreno, es poco abundante en el nivel alto de la pendiente en la localidad de el Rincón; sin embargo en la localidad de Bingu, se distribuye abundantemente a lo largo del gradiente de la pendiente; esto puede ser debido a que en el Rincón, el nivel más alto de la pendiente presenta características rocosas con poco suelo en comparación con Bingu, en donde se presentan mejores condiciones de suelo.

*Prosopis laevigata* es característico de terrenos planos así como de suelos profundos con declives suaves y el tipo de suelo donde se establece es oscuro casi negro preferentemente arenoso, profundo y de buen drenaje (Villanueva, 1993; Redes de Cooperación Técnica, 2006). En el caso de las dos localidades estudiadas, un trabajo preeliminar (Duran, inédito) reporta suelos con textura de migajón arenoso para el Rincón y arenoso migajonoso para Bingu, de aquí su dominancia en ambos sitios. En los tres sitios de estudio el mezquite (*Prosopis laevigata*) se asocia con *Dalea foliolosa*, *Mimosa depauperata*, *M. biuncifera*, *Kalachoe tubiflora*, *Agave lechuguilla*, *Hechtia podanta* y *Jatropha dioica*.

Por otro lado *Mimosa biuncifera* en los sitios de estudio se localiza en los siguientes tipos de vegetación: Matorral alto espinoso y Matorral Crasicaule (Rzedowski, 1978). Las densidades de esta especie, también varían en las diversas asociaciones vegetales, en algunas es dominante y en otras es codominante. Es una especie codominante en el Rincón y dominante en González-González (Municipio Santiago de Anaya), en ambas localidades *Mimosa biuncifera* se distribuye desde el nivel bajo hasta el nivel alto de la pendiente (3-4°), sin importar la cantidad de suelo; es decir *M. biuncifera* puede crecer en sitios con poco suelo a sitios incluso donde la roca madre está expuesta. En los sitios de estudio se asocia con *Acacia schaffneri*, *Cylindropuntia imbricata*, *Bacopa monieri*, *Dalea foliolosa*, *Mimosa depauperata* y *Prosopis laevigata*.

Otros trabajos realizados con estas especies reportan su dominancia-codominancia en los ecosistemas donde crecen. Ortiz (2001), reporta a *M. arenosa* var. *leiocarpa* en la costa de Jalisco como monodominante; Camargo-Ricalde *et al.* (2002), reportan a *Mimosa lacerata*, *M. luisana*, *M. polyantha* y *M. Texana* var. *filipes* como dominantes y *M. calcicola*, *M. adenantheroides* y *M. purpusii* como codominantes en el Valle de Tehuacan-Ciucatlán (Puebla, Oaxaca); Orozco-Almanza *et al.* (2003), reportan la dominancia de *M. lacerata* y *M. depauperata* y la codominancia de *M. similis* y *M. texana* var. *texana* en la zona semiseca de Querétaro; Estrada-Castillón *et al.* (2003), reportan a *M. aculaticarpa* como una especie invasora que reemplaza a *Bouteloua gracilis* (Gramma azul) en el desierto de Chihuahua; Rivera-Aguilar *et al.* (2005), reporta a *P. laevigata*, *M. luisiana*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia pumila* y *Vallesia glabra* como especies dominantes en el Valle de Zapotiltán, Puebla; Jiménez-Lobato y Valverde (2006), reportan a *P. laevigata* como una especie dominante en Zapotiltán Puebla.

La dominancia-codominancia de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* esta relacionada con su potencial de producción de semillas y formación de reserva en el suelo. Las dos especies producen grandes cantidades de semillas anualmente y una proporción significativa de éstas, forma reservas en el suelo.

*Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* forman reservas de semillas viables en el suelo con diferentes densidades dependiendo de: a) la fecha de muestreo (época de producción y dispersión de semillas); b) del nivel de la pendiente y c) la localidad. La distribución horizontal

de las semillas para ambas especies presentó la tendencia reportada por diversos autores (Guo *et al.*, 1998; Caballero, 2003; Shiferaw *et al.*, 2004; Luzuriaga *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2005), en donde una gran proporción de semillas se acumuló bajo el dosel de los individuos y disminuyó con el incremento de la distancia hacia las áreas inter-arbustivas; así mismo, las semillas se acumularon con mayores densidades en el mantillo y a profundidades someras (0-5 cm). Entre los factores que contribuyen a la variabilidad de la densidad de semillas en el suelo se incluyen: la germinación, la intensidad de la lluvia de semillas, los patrones de dispersión y la mortalidad (Leckie *et al.*, 2000). Las dos especies de leguminosas presentan tendencias particulares en relación a la formación y permanencia de las reservas de semillas en el suelo:

*Prosopis laevigata* forma reservas de semillas en el suelo con densidades anuales variables dependiendo de la localidad, grado de deterioro, profundidad de enterramiento y distribución espacial.

En la localidad de el Rincón, *Prosopis laevigata* presentó las mayores densidades de semillas en la reserva del suelo (93.22 semillas / m<sup>2</sup>) y en la localidad de Bingu presentó las menores densidades (4.46 semillas / m<sup>2</sup>), representando éstas, sólo el 4.78% de las semillas acumuladas en el Rincón. Esto puede ser debido al grado de deterioro que presentan las localidades, Bingu es un matorral rosetófilo en donde la cobertura vegetal es de 30 a 40%, con grandes áreas de suelo expuestas a la erosión, con un menor número de individuos por área, como menciona Bossuyt *et al.*, (2005), la baja densidad de semillas en el suelo también es debida a una menor producción de semillas por individuos y una alta depredación de semillas en el sitio. El Rincón es un matorral alto espinoso con una cobertura vegetal mayor del 50%, con menos áreas de suelo expuestas a la erosión, con un mayor número de individuos por área, y con una mayor producción de semillas, algunos autores (Owens *et al.*, 1995; Leckie *et al.*, 2000; Leck y Schütz, 2005; Godefroit *et al.*, 2006; Carter e Ivana, 2006) mencionan que esto es resultado de las mejores condiciones edáficas presentes en este sitio: húmeda, el tipo, textura y nutrientes del suelo (NH<sub>4</sub>-N, K, Ca y P).

Por otro lado, en el Rincón los individuos de *Prosopis laevigata* localizados en el nivel alto de la pendiente presentaron menores densidades de semillas en el suelo (45.23 semillas / m<sup>2</sup>) comparadas con las presentes en el nivel bajo de la pendiente (141.20 semillas / m<sup>2</sup>), las semillas que se acumularon en el nivel alto de la pendiente representaron un 32.03% de las semillas acumuladas en el nivel bajo. Esto esta relacionado con el arrastre de las semillas por el viento, el agua y los animales, las cuales tienden a ser acumuladas en mayor proporción en las partes bajas de la pendiente. La mayor densidad de semillas en la reserva del suelo se presentó en el mes de agosto (05) como una función directa de la producción y dispersión de semillas (Pavón y Briones, 2001; Gul y Weber, 2001; Wang *et al.*, 2005). La densidad de semillas disminuyó con el avance de la época seca del año (Gul y Weber, 2001; Wang *et al.*, 2005) así, el menor número de semillas se presentó en los meses de noviembre (05) y marzo (06) representando ambas sólo el 42.8 % de las semillas acumuladas en el mes de agosto en la localidad el Rincón. Bajo el dosel de los individuos de *Prosopis laevigata* se acumuló la mayor densidad de semillas (163.76 semillas / m<sup>2</sup>) que en el área inter-arbustiva y estas representaron el 13.84% de las semillas acumuladas bajo dosel, debido al patrón de dispersión; donde las semillas se acumulan por gravedad bajo el dosel y de aquí son dispersadas a las áreas inter-arbustivas (Ortega *et al.*, 2001). *Prosopis laevigata* presentó mayores densidades de semillas en la reserva del suelo en un ciclo anual en el mantillo (273 semillas / m<sup>2</sup>) que en las profundidades de 0-5 y 5-10 cm (6.25 y 0.41 semillas / m<sup>2</sup>), en el mantillo se acumuló el 97.56% de las semillas.

En la localidad de Bingu, los individuos de *Prosopis laevigata* distribuidos en el nivel alto de la pendiente, presentaron menores densidades de semillas en el suelo (2 semillas / m<sup>2</sup>) comparadas con las semillas en el nivel bajo de la pendiente (6.93 semillas / m<sup>2</sup>); las semillas que se acumularon en el nivel alto de la pendiente representaron sólo el 28.86% de las que se acumularon durante el año de muestreo. La mayor densidad de semillas en el suelo se presentó

en los meses de febrero (05) y mayo (05) (6.66 semillas / m<sup>2</sup> y 8.33 semillas / m<sup>2</sup>), representando el 67.12% de las semillas encontradas en la reserva del suelo en el año de estudio, todas estas semillas corresponden a la producción del año anterior al año de muestreo. Es importante resaltar que en esta localidad la producción de semillas fue baja, lo cual se vio reflejado en la densidad de semillas registradas en la reserva del suelo, la cual fue baja en los meses de agosto (05), noviembre (05) y marzo (06). Los individuos de *Prosopis laevigata* acumularon más semillas bajo el dosel (8.66 semillas / m<sup>2</sup>) que en el área inter-arbustiva (0.2727 semillas / m<sup>2</sup>); es decir en el área inter-arbustiva se acumuló el 3.48% de las semillas registradas bajo el dosel. En esta localidad *Prosopis laevigata* en el año de estudio acumuló una mayor densidad de semillas en el mantillo (13 semillas / m<sup>2</sup>); en la profundidad de 0-5 cm se acumularon solo 0.4091 semillas / m<sup>2</sup>, lo cual representa el 3.14% de las semillas registradas durante el año de muestreo.

Por otro lado la distribución vertical y horizontal de las semillas de la reserva del suelo para *Mimosa biuncifera* presentó el mismo comportamiento que *Prosopis laevigata*; sin embargo se presentaron diferencias en cuanto a las densidades de semillas en función de la localidad.

En la localidad el Rincón, *Mimosa biuncifera* presentó densidades altas de semillas (30 a 4400 semillas / m<sup>2</sup>), en relación a la distribución horizontal, en las áreas bajo dosel se acumuló un mayor número de semillas (284.82 semillas / m<sup>2</sup>) que en las áreas inter-arbustivas. Bajo dosel se acumuló el 86.60% de las semillas registradas en el suelo durante un ciclo anual, esto debido al peso de las vainas las cuales al caer quedan bajo el dosel y su dispersión posterior por escorrentía hacia las áreas inter-arbustivas es difícil si el terreno es una planicie. En relación a las semillas registradas a lo largo del año de muestreo, en marzo (06) se registró la mayor densidad (516 semillas / m<sup>2</sup>), esto como producto de la acumulación de semillas después de la dispersión (noviembre-diciembre). En relación al nivel de la pendiente el mayor número de semillas en la reserva del suelo se acumuló en el nivel bajo (184.93 semillas / m<sup>2</sup>); sin embargo las diferencias con el nivel alto fueron mínimas (se acumuló un 22.28% más en el nivel bajo de la pendiente); esto debido a la gran producción de semillas también en el nivel alto de las semillas.

En relación a la distribución vertical, se observó un mayor número de semillas en la reserva del suelo en el mantillo, donde se acumuló el 80.87% (404 semillas / m<sup>2</sup>) del total registrado en la reserva y solo entre 13.59-4.46% (67-22 semillas / m<sup>2</sup>) entre 0-5 y 5-10 cm de profundidad. Esta tendencia se presentó durante todos los meses de muestreo; ca. 18.05% de las semillas se registró en ambas profundidades, lo cual indica un potencial bajo de enterramiento de las semillas.

Para la localidad de González-González, la densidad de semillas para *Mimosa biuncifera* en la reserva del suelo fue menor, bajo el dosel se acumuló solamente el 8.93% de las semillas registradas en la localidad de el Rincón; esto es debido a que la población de individuos en González-González de acuerdo a observaciones personales son más jóvenes que en el Rincón, lo cual se manifestó en menores tasas de producción de semillas. Bajo el dosel de los individuos de *M. biuncifera* se acumuló la mayor densidad de semillas (25.45 semillas / m<sup>2</sup>) y solo el 34% de las semillas registradas en la reserva se presentó en las áreas inter-arbustivas (1.96 semillas / m<sup>2</sup>).

El mes de mayor densidad de semillas en el suelo fue el de mayo (05), como producto de la época de dispersión de semillas de la producción anterior; en este mes se acumuló ca. 40.6% de las semillas acumuladas durante todo el año, y solo el 3.23% de las semillas permaneció en el suelo el siguiente año (marzo 2006). En el nivel alto de la pendiente se acumuló más semillas (19.85 semillas / m<sup>2</sup>) que en el nivel bajo (7.57 semillas / m<sup>2</sup>) de la pendiente representando estas solo el 27.60% de las semillas registradas durante un ciclo anual.

En relación a la distribución vertical el 60.79% de las semillas se acumuló en el mantillo (25 semillas / m<sup>2</sup>) y en las profundidades sólo se acumuló ca. 39.21% (35.91% en 0-5 y el 3.28% en 5-10 cm); las diferencias entre las profundidades son debidas a las condiciones de micro topografía del sitio. Por ejemplo el sustrato rocoso encontrado en el sitio, que no permite el movimiento de la semilla a mayor profundidad o hendiduras, hoyos, zanjas que permiten el enterramiento de las semillas (Bossuyt *et al.*, 2005).

Guo *et al.* (1998), reportan un patrón de distribución vertical y horizontal de las semillas de la reserva del suelo en los desiertos de Norte América semejante a la encontrada en este trabajo, la mayor concentración de semillas se presenta bajo el dosel de los individuos y disminuye su número hacia las áreas abiertas, las densidades de semillas que reporta son altamente variables debido a la heterogeneidad de los sitios de estudio; un gran número de muestras tiene pocas o ninguna semilla y muy pocas muestras tienen muchas semillas. Shiferaw *et al.* (2004), encontró en el noreste de Etiopia al igual que en estos matorrales xerófilos de Hidalgo que *Prosopis juliflora* concentra la mayor densidad de semillas a profundidades someras (el 85% de las semillas se acumulan en el mantillo). El 85% de las semillas se acumula a una profundidad de 0-2 cm disminuyendo con la profundidad. Wang *et al.* (2005), reportaron también que la mayor acumulación de semillas se presenta bajo la planta madre y que esta disminuye con la distancia en *Stipagrostis pennata* en el desierto de Gurbantonggut al noroeste de China. Al igual que Gul y Weber (2001) encontramos que estacionalmente el número de semillas aumenta después de la dispersión y disminuye en los siguientes meses. Carter e Ivana (2005) reportan que en campos de cultivo la mayor acumulación de semillas se presenta a una mayor profundidad (10-20 cm; 63% de las semillas), contrario a lo que se presenta en sitios naturales. Al igual que en este estudio Héraul y Hiernaux (2004), en un trabajo realizado en el centro de investigaciones ICRISAT al sur oeste de Nigeria reportan que *Cassia mimosoides* (entre otras especies) también acumula una gran cantidad de semillas a profundidades someras; ca. 90% de las semillas a una profundidad de 2 cm del suelo, la cual decrece conforme aumenta la profundidad. Luzuriaga *et al.*, (2005) trabajaron en el norte de España en un sitio abandonado de la agricultura, encontrando que la abundancia de semillas y la riqueza de especies disminuye conforme aumenta la profundidad.

En general la viabilidad de las semillas registradas en la reserva fue alta (>50%), no hubo diferencias en cuanto a la profundidad, el nivel de la pendiente y a la condición de luz (dosel e inter-arbustivas). Esta viabilidad de semillas representa un alto potencial para la regeneración de la especie y es debida a la presencia de cubiertas duras, impermeables al agua y los gases que es característica de muchas leguminosas (Baskin y Baskin, 2001; Fenner y Thompson, 2005). Este alto porcentaje de viabilidad de las semillas esta directamente relacionado con la dominancia-codominancia de las especies en los matorrales bajo estudio.

La viabilidad de las semillas durante un año de enterramiento en el suelo (longevidad de semillas) de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* no presentaron diferencias significativas conservado su viabilidad, también no se presentaron diferencias en el porcentaje de germinación entre las semillas enterradas bajo el dosel y las áreas inter-arbustivas. Esto es debido a las características morfológicas de las semillas; testas duras, impermeables al agua y los gases. Ortega *et al.* (2001), reportan que en el parque los Cardones en Argentina las semillas de *Prosopis ferox* almacenadas en el suelo después de un año, permanecen ca. 40% intactas; así mismo en dos y seis años el porcentaje de semillas disminuye del 33% al 5% respectivamente, manteniendo un alto porcentaje de germinación (100%); datos semejantes a los obtenidos en este estudio.

Otras especies presentan un comportamiento diferente, García-Fayos y Verdú (1998), reportan que bajo condiciones de laboratorio las semillas de *Pistacia lentiscus* mantienen su viabilidad por pocos meses y esta decrece dramáticamente durante el primero-segundo año. Owens *et al.* (1995), reportan que en la provincia biótica de Tamaulipas al sureste de Norte América las

semillas de *Acacia berlandieri* que son enterradas a diferentes profundidades disminuye su viabilidad rápidamente en los dos primeros meses (<55%); en el caso de *Leucaena pulverulenta* se presenta una alta persistencia, germinación y viabilidad de las semillas durante un año enterramiento, reduciendo su porcentaje de germinación de 97% a 83%; En otro estudio en la región árida de Australia, Auld (1995), encontró que en *Acacia ligulata* se conserva un alto porcentaje de germinación (>70%) durante dos años de estudio; en *Acacia loderi* el porcentaje de germinación disminuye gradualmente de un 90% a un 30%; en *Acacia oswaldii* el porcentaje de germinación disminuye después de un año de un 100% a un 20%, en tres años este porcentaje es inferior a el 5%; por el contrario *Casuarina pauper* disminuye su porcentaje de germinación rápidamente durante los dos primeros meses un 99%. Orozco-Almanza *et al.* (2003), reportan que después de un año de enterramiento las semillas de *Mimosa depauperata* y *Mimosa similis* pierden entre el 56 y 73% de su viabilidad, así mismo *Mimosa lacerata* y *Mimosa texana* pierden del 20-50% de su viabilidad.

El hecho de que las semillas permanezcan viables por periodos mayores a un año, es importante para la persistencia de las especies en un ecosistema; Adams *et al.* (2005), mencionan que la supervivencia de la semilla en la reserva es el mayor contribuyente para que la población de una especie de plantas permanezca por un largo periodo en un hábitat. Reporta al igual que la tendencia de las especies bajo estudio, las semillas de *Heleniumvir ginucum* permanecen viables por más de un año con un alto porcentaje de germinación (95% y 80% después de siete años), funcionando la reserva de semillas como un buffer en un ambiente estocástico que no reduce sustancialmente la velocidad de crecimiento de la población. En otra familia Meyer *et al.* (1998), reporta en *Atriplex confertifolia* bajo condiciones de campo que después de 5 años un 30% de las semillas permanece viable sin germinar; es claro que las semillas pueden permanecer viables por largos periodos de tiempo.

En relación al reclutamiento de plántulas a partir de la reserva de semillas del suelo se encontró que las dos especies presentan emergencia de plántulas durante la época de lluvias. *Mimosa biuncifera* presentó reclutamiento de plántulas durante los meses junio (05)-octubre (05) y dispersión de semillas durante los meses de noviembre (05)- abril (06); por lo que el origen de las plántulas registradas en junio-agosto (05) es de la reserva de semillas del suelo formada en el año 2004. *Mimosa biuncifera* presentó una mayor densidad de plántulas durante el mes de agosto (05) y menor durante el mes de junio (05) posiblemente como una respuesta a las mejores condiciones de humedad durante el mes de agosto (05). El número promedio de plántulas registradas para *Mimosa biuncifera* fue de 0.46 plántulas / m<sup>2</sup>. ca. 66.2% de las plántulas se localizó bajo el dosel, debido a las mejores condiciones de humedad relativa (<temperatura), y radiación solar (PAR). Las plántulas registradas desde junio (05) a marzo (06) presentaron una alta tasa de mortandad (100%). Hasta el mes de noviembre (05) la supervivencia fue del 50%, lo cual se relacionó con la humedad del suelo producto de las últimas precipitaciones del año. Durante el mes de marzo (05) el suelo presentó condiciones de sequía y temperaturas de ca. 50 °C lo que provoco el 100% de la muerte de las plántulas.

*Prosopis laevigata* presentó reclutamiento de plántulas durante los meses de agosto (05)-noviembre (05) y dispersión de semillas durante los meses de julio (05)-octubre (05); el 90% de las plántulas registradas son de origen de la dispersión de semillas (julio-agosto 05) y solo un 10% de la reserva de semillas del suelo formada en años anteriores. *Prosopis laevigata* presentó una mayor densidad de plántulas durante el mes de agosto (05) y disminuyó en los siguientes meses como respuesta directa de las condiciones de humedad del suelo. El número promedio de plántulas registradas para *Prosopis laevigata* fue de 4.5 plántulas / m<sup>2</sup>. ca. del 86% de la las plántulas se registraron bajo el dosel; Jefferson y Penacchio (2005), mencionan que esto es debido a las mejores condiciones de humedad relativa y radiación solar (PAR), el incremento del oxígeno en el suelo, la protección contra el viento y la herbivoría. Las plántulas de *Prosopis laevigata* registradas desde agosto (05) a noviembre (05) también presentaron una

alta tasa de mortandad (100%). En el mes de noviembre (05) la supervivencia de plántulas fue del 39% y en el mes de marzo del 0%.

Estudios sobre diferentes especies del género *Prosopis* indican que su crecimiento es extremadamente lento durante los primeros estadios de desarrollo y que bajo condiciones naturales, las plántulas muestran muy bajo porcentaje de supervivencia. Villagra y Cavagnaro (2006), mencionan que el estrés hídrico es un factor determinante para el establecimiento y el desarrollo de *Prosopis apatlaco* y *Prosopis argentina* (en regiones semisecas de Argentina) las cuales pueden soportar altas concentraciones de sales (toxicidad por sales); el estrés por el agua produce un decremento en el crecimiento de las especies que es evidente en la reducción del área foliar, la altura de la plántula y su biomasa.

Por otro lado Jiménez-Lobato y Valverde (2006), también encontraron que el establecimiento de las plántulas de *Acacia bilimekii* es mayor bajo la sombra de los árboles que en las condiciones abiertas; así mismo reportan una alta mortalidad de plántulas de esta especie en Zapotitlán, México. En la provincia de Entre Ríos en Argentina, Protolongo *et al.* (2003), también reportaron que bajo condiciones controladas las plántulas de *Prosopis nigra* y *Acacia caven* presentan bajo porcentaje de supervivencia debido principalmente al estrés hídrico y a los hábitos de herbivoría de los animales; éstos son los principales factores de mortalidad. García-Fayos y Verdú (1998), encontraron en el este de España, baja supervivencia de plántulas de *Pistacia lentiscus*; la mayoría de las plántulas murieron pocas semanas después de la germinación y menos del 10% permaneció después de 5 meses (densidad promedio: 0.42 plántulas / m<sup>2</sup>), evidenciando que la desecación es la causa de mortalidad de plántulas, este mismo comportamiento se observó en este trabajo para las plántulas de *P. laevigata* y *M. biuncifera*.

En el noreste de Botswana, Barnes (2001) encontró una alta mortalidad de plántulas de *Prosopis Juliflora* y registró que la emergencia se presentó durante la época de lluvias y que durante la época seca todas las plántulas murieron. Por otro lado De Villiers *et al.*, (2001) reportan que la mayor densidad de semillas de diferentes especies oportunistas localizadas en la reserva del suelo producen plántulas que se localizan principalmente las áreas inter-arbustivas (0.2-227 plántulas / m<sup>2</sup>) que bajo el dosel (0.2-50.4 plántulas / m<sup>2</sup>) en el sur de África, en la época seca se presenta una alta mortalidad de plántulas.

En cuanto a la procedencia de plántulas, el método utilizado no permitió evaluar con exactitud el porcentaje de plántulas que emergen de la lluvia de semillas. Luzuriaga *et al.* (2005), realizó un trabajo similar en donde evaluó la procedencia de plántulas vía lluvia o reserva de semillas, y mencionan que la lluvia de semillas tiene un papel discreto en la regeneración natural y que las semillas y los propágulos que forman la reserva del suelo representan la principal contribución a la regeneración natural de aquellas áreas después que han sufrido alguna alteración. Por otro lado Rogers y Hartemink (2000), evaluaron la emergencia de plántulas correspondientes a la lluvia de semillas de *Piper aduncun*, en una parcela de 50 x 50 cm; por lo que una posible solución sería aumentar el área muestreada y mantenerla en exclusión para su valoración exitosa.

Los resultados obtenidos demuestran el cumplimiento de las hipótesis planteadas. La formación de una reserva de semillas en el suelo para *Mimosa biuncifera* y *Prosopis laevigata*, depende:

- a) Capacidad de enterramiento de las semillas (en este caso son semillas abovadas y aplanadas respectivamente, cuya forma y tamaño permite el enterramiento de acuerdo a la textura que presenta el suelo en las localidades bajo estudio),
- b) Presencia de latencia (semillas con testas duras impermeables al agua) y
- c) Semillas viables durante periodos largos (las dos especies conservan su viabilidad después del enterramiento por lo menos durante año y medio).

Las dos especies presentan una mayor densidad de semillas bajo el dosel que las áreas inter-arbustivas; así mismo las densidades de semillas decrecen con la profundidad y por último el reclutamiento de plántulas de ambas especies depende en gran parte de la viabilidad de las semillas almacenadas en la reserva del suelo.

## VIII CONCLUSIONES

*Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* son especies dominantes-codominantes en los matorrales xerófilos estudiados en el Valle del Mezquital.

Para ambas especies la mayor densidad de semillas en la reserva se localizó bajo el dosel (65%) y a profundidades someras (ca. 80%); sin embargo en ambos casos las semillas presentaron un potencial germinativo mayor al 60%.

*Prosopis laevigata* forma una reserva de tipo permanente, en donde las semillas permanecen en el suelo durante un periodo mayor a un año; con densidades promedio de ca. 900 semillas / m<sup>2</sup>, con una viabilidad del 100% y con un alto potencial germinativo (>60%).

*Mimosa biuncifera* forma una reserva de tipo permanente, donde las semillas permanecen en el suelo durante un periodo mayor a un año, con densidades promedio de ca. 800 semillas / m<sup>2</sup>, con una viabilidad del 100%.

Las semillas de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* después de un año de enterramiento conservan su viabilidad ca. 80-100%.

Las reservas de semillas del suelo de ambas especies contribuyen en diferente grado al reclutamiento de plántulas; sin embargo éstas presentan una alta tasa de mortandad durante la época seca del año (enero-marzo).

La acumulación de semillas de *Prosopis laevigata* en la reserva del suelo de años anteriores sólo contribuye ca. 10% al reclutamiento de plántulas, la mayor contribución proviene de la lluvia de semillas. *Mimosa biuncifera* acumula semillas en el suelo contribuyendo ca. 100% al reclutamiento de plántulas.

## **IX RECOMENDACIONES**

El registro de la reserva de semillas en el suelo de *Prosopis laevigata*, pone de manifiesto que sólo acumula semillas en el mantillo y a una profundidad de 0-5 cm., por lo que se recomienda sólo muestrear a estas profundidades.

Por otro lado se recomienda aumentar el número de individuos muestreados por localidad; ya que se registró que el número de muestras con semillas en promedio fue del 15.39% en relación a todas las muestras obtenidas.

Para la evaluación de la longevidad de semillas, se recomienda incrementar el número de semillas enterradas, para asegurar la evaluación por lo menos en un periodo de tres años.

## X BIBLIOGRAFÍA

- Adams V.M., Marsh D.M. y Knox J.S. 2005. Importance of the seed bank for population viability and population monitoring in a threatened wetland herb. *Biological Conservation*. (124): 425-436.
- Leck L.M., Parker V.T. y Simpson R.L. 1989. *Ecology of soil seed banks*. Academic press, INC. San Diego, California. 462pp.
- Leck L. M. y Schütz W. 2005. Regeneration of Cyperaceae, with particular reference to seed ecology and seed bank. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. (7): 95-133.
- Arreguin. S.M.L., Cabrera L.G. Fernández N.R., Orozco L.C. Rodríguez C.B. y Yopez B.M. 1997. *Introducción a la flora del estado de Querétaro*. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro, del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma Chapingo. 361pp.
- Auld. T.D. 1995. Soil seed bank patterns of four trees and shrubs from arid Australia. *Journal of Arid Environments*. (29): 33-45.
- Barnes M. E. 2001. Seed predation, germination and seedling establishment of *Acacia erioloba* in northern Botswana. *Journal of Arid Environments*. (49): 541-554.
- Baskin C.C. y Baskin J.M. 2001. *Seed, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Ed. Academic. Press. 666pp.
- Bossuyt B., Butaye J. y Honnay O. 2005. Seed composition of open and overgrown calcareous grassland soils-a case study from southern Belgium. *Journal of Environmental Management*. (20): 1-8.
- Caballero I., Olano J.M., Loidi I. y Escudero A. 2003. Seed bank structure along a semi-arid gypsum gradient in Central Spain. *Journal of Arid Environments*. (55): 287-299.
- Camargo-Ricalde S.L., Grether, R., Martínez-Bernal A., García-García V. Y Barrios-Del-Rosal. 2001. Especies útiles del género *Mimosa* (Fabaceae-Mimosoidae) en México. *Sociedad Botánica de México*. (68): 33-44.
- Camargo-Ricalde S.L., Dhillion, S.S. y Grether, R. 2002. Community structure of endemic *Mimosa* species and environmental heterogeneity in a semi-arid Mexican Valley. *Journal of Vegetation Science*. (13): 697-704.
- Carter M.R. e Ivana J.A. 2006. Weed seed bank composition Under three long-term tillage regimes on a fine sandy loam in Atlantic Canada. *Soils & Tillage Research*. (90): 29-38.
- Cox, W.G., 1972, *Laboratory Manual of general ecology*, Brown Company publishers, 3a. Ed., San Diego California, USA, 232 pp.
- De la Vega C.F.R. 1992. *Principales productos forestales no maderables de México*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 376pp.
- De Villiers A. J., Van Rooyen M. W. y Theron G. K. 2001. The role of in seedling recruitment and survival patterns, in the Strandveld Succulent Karoo, South Africa. *Journal of Arid Environments*. (49): 809-821.
- Dhillion S.S. y Camargo-Ricalde S.L. 2005. The cultural and ecological roles of *Mimosa* species in the Tehuacán –Cuicatlán Valley, México. *Economic botanic* (59): 390-394.
- Esler J.K. y Phillips N. 1994. Experimental effects of water stress on semi-arid Karoo seedlings: implications for field seedling survivorship. *Journal of Arid Environments*. (26): 325-337.

- Estrada-Castillon, E., Jurado E., Navar J.J., Jiménez-Pérez y Gorza-Ocañas F. 2003. Plant associations of Cumbres de Majalca Nacional Park, Chihuahua, México. *The Southwestern Naturalist*. (48): 177-187.
- Fagg .C. W. y Steward J. L. 1994. The value of *Acacia* and *Prosopis* in arid and semi-arid environment. *Journal of Arid Environments*. (27): 3-25.
- Fenner, M. 1985. *Seed ecology*. Chapman and Hand London. Great Britain. 151pp.
- Fenner, M. y Thompson K. 2005. *The Ecology of Seed*. Cambridge. University press. Inglaterra. 250pp.
- García-Fayos P. y Verdú M. 1998. Soil seed bank, factors controlling germination and establishment of a Mediterranean shrub: *Pistacia lentiscus* L. *Acta Oecológica*. (19): 357-366.
- Godefroid S., Phartyal S. S. y Koedam N. 2006. Depth distribution and composition of seed banks under different tree layers in a managed temperate forest ecosystem. *Acta Oecológica*. (29): 283-292.
- Gómez L.F., Signoret P.j. y Abuín M.M.C. 1970. Mezquites y Huizaches. Algunos aspectos de la economía, ecología y taxonomía de los géneros *Prosopis* y *Acacia* en México. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México D. F. 192pp.
- González-Zertuche. L. y Orozco-Segovia. A. 1996. Método de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Sociedad Botánica de México*. (58): 15-30.
- Granados S. D. y López R.G.F. 2001. *Ecología de Poblaciones Vegetales*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 143pp.
- Grether, 1982. Aspectos ecológicos de *Mimosa biuncifera* y *Mimosa monancistra* en el noreste del estado de Guanajuato. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 43: 43-60.
- Grice A. C. 1987. Aspects of the dynamics of the seed-banks and seedling population of *Acacia victoriae* and *Cassia spp*. In arid western New South Wales. (12): 209-215.
- Gul B. y Weber D.J. 2001. Seed Bank dynamics in a Great Basin Salt playa. *Journal of Arid Environment*. (49): 785-794.
- Günster A. 1994. Seed bank dynamics –longevity, viability and predation of seed the serotinous plants in the central Namib Desert. *Journal of Arid Environments*. (28): 195-205.
- Guo Q., Rundel P.W. y Goodall D. W. 1998. Horizontal and Vertical Distribution of Desert Seed Banks: Patterns, Causes, and Implications. *Journal of Arid Environments*. (38): 465-478.
- Harper J.L. 1979. *Population Biology of Plants*. 3a edición. Academic Press inc. London. 892pp.
- Héraul B. y Hiernaux P. 2004. Soil seed bank and vegetation dynamics in Sahelian fallows; the impact of past cropping and current grazing treatments. *Journal of Tropical Ecology*. (20): 683-691.
- Jefferson L.V. y Penacchio M. 2005. The impact of shade on establishment of shrubs adapted to the high light irradiation of semi-arid environments. *Journal of Arid Environments*. (63): 706-716.
- Jiménez-Lobato V. y Valverde T. 2006. Population dynamics of the shrub *Acacia bilimekii* in a semi-desert region in central México. *Journal of Arid Environments*. (65): 29-45.

- Jalili A., Hamzeh'ee B., Asri Y., Shirvany a., Yasdani S., Khoshnevis M., Zarrinkamar F., Ghahramani M., Safari R., Shaw S., Hodgson J.G., Thompson K., Akbarzadeh M. y Pakparvar M. 2003. Soil seed bank in the Arasbaran Protec Area of Iran and their significance for conservation management. *Biological Conservation*. (109): 425-431.
- Jurado E., García J.F. y Estrada E. 2006. Leguminous seedling establishment in Tamaulipan thornscrub of northeastern México. *Forest Ecology and Management*. (221): 133-139.
- Leckie S., Vellend M., Bell G., Waterway M.J y Martin J. 2000. The seed bank in an old-growth, temperate deciduos forest. *Journal Botanic Canada*. (78): 181-192.
- Luzuriaga A.L., Escudero a., Olano J.M. y Loidi J. 2005. Regenerative role of seed bank following an intense soil disturbance. *Acta Oecologica*. (27): 57-66.
- Ma. J. Y., Ren J., Wang G. y Chen F.H. 2006. Influence of different microhabitats and stand age on viable soil seed bank of sand-stabilising species. *South African Journal of Botany*. (72): 46-50.
- Marques M. J. 1990. Probabilidad y Estadística para ciencias químico biológicas. Editorial McGraw-Hill Interamericana de México, S. A. de C. V. México, D.F. 657pp.
- Marques M. J. 2001. Estadística básica, un enfoque no paramétrito. Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Zaragoza. D.F. México. 171pp.
- Martínez M. 1991. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. 2ª edición. Fondo de Cultura Económica. Mexico. Pp 106, 108 y 1089.
- Meyer E.S., Carlson L.S. y Garvin S.C. 1998. Seed germination regulation and field seed bank carryover in shadscale (*Atriplex confertifolia*: Chenopodiaceae). *Journal of Arid Environment*. (38): 255-267.
- Miranda F. y Hernández X.E. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. (28): 29-179.
- Molina M. C., García M. J. R., Aguirre R. y González C. 1991. La reserva de semillas de un pastizal de *Bouteloua gracilis*. *Agrociencias series, Recursos naturales renovables*. 1(3): 93-113.
- Municipios del estado de Hidalgo. 1988. 1ª ed. Enciclopedia de los Municipios de México. 320pp.
- Naylor R.E.I. 1984. Seed ecology. *Advances in research and technology of seed*. (9): 61-43.
- Orozco-Almanza M.S., Ponce L.G.L., Grether R., García M.E. 2003. Germination of four species of the genus *Mimosa* (Leguminosae) in a semi-arid zone or Central México. *Journal of Arid Environments*. (55): 75-92.
- Ortega, B. P., De Viana M. y Saravia M. 2001. The fate of *Prosopis ferox* seeds from unremoved pods at National Park los Cardones. *Journal of Arid Environments*. (48): 185-190.
- Ortega, B. P., De Viana M. y Saravia M. 2002. Germination in *Prosopis ferox* seed: effects of mechanical, chemical and biological scarificators. *Journal of Arid Environments*. (50): 185-189.
- Ortiz, T. 2001. Estructura arbórea en sitios perturbados y caracterizados por la presencia de *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir. var. *leiocarpa* (D.C.) Barneby, en el bosque tropical seco de la Costa de Jalisco, México. Honors Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

- Osorio B.O., Valiente-Banuet., Dávila P. Y Medina R. 1996. Tipos de vegetación y diversidad  $\beta$  en el Valle de Zapotitlán de las salinas, Puebla, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. (59):35-58.
- Owens M.K., Wallece R.B. y Archer S. 1995. Seed dormancy and persistence of *Acacia berlandieri* and *Leucaena pulverulenta* in a semi-arid environment. Journal of Arid Environments. (29): 15-23.
- Pavón N.P. y Briones O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical se-arid Mexican scrub. Journal of Arid Environments. (49): 265-277.
- Protolongo P., Quintana R., Malvárez I y Cagnoni M. 2003. Comparative análisis of variables associated with germination and seedling establishment for *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron and *Acacia caven* (Mol.) Mol. Forest Ecology and Management. (179): 15-25.
- Ramírez G. A. y Villanueva D. J. 1998. Selección y manejo de material reproductivo de mezquite (*Prosopis spp.*). Fundación Produce. San Luis Potosí, México. pp. 20.
- Reiche C. 1977. La flora excursoria en el Valle central de México. Manuel Porrúa, México. 80-81pp.
- Rivera-Aguilar V., Gódinez-Alvarez, I., Manuelle-Cacheux y Rodríguez-Zaragoza S. 2005. Physical effects of biological soil crusts on seed germination of two desert plants under laboratory condition. Journal of Arid Environments. (63): 344-352.
- Roberts H.A. y Nelson J.E. 1981. Chances in the soils seed bank of your long term crop/herbicide experiments. Journal Apply Ecology. (18): 661-668.
- Rogers H.M. y Hartemink A.E. 2000. Soil seed bank and growth rates of an invasive species, *Piper aduncum*, in the lowlands of Papua New Guinea. Journal Tropical Ecology. (16): 243-251.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432pp.
- Rzedowski J. y Rzedowski G.C. 1979. La flora fanerogámica del Valle de México. 2ª Edición. Volumen 1. Compañía Editorial Continental, S.A. D.F. México. 403pp.
- Rzedowski J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo: *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norte América. Acta Botánica Mexicana. (3): 7-19.
- Salgado-Ugarte I.H. 1992. Análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones. Coeditado por ENEP-Zaragoza, UNAM y Marc Ediciones. México, D.F. 243pp.
- Sánchez S.O. 1980. La flora del Valle de México. Sexta edición. Editorial Herrero, S.A. México. pp.519.
- Sánchez G.D y Ríos G.F.L. 2001. Ecología de Poblaciones Vegetales. Universidad Autónoma Chapingo. 143pp.
- Shiferaw H., Assefa F., Teketay D. y Nemomissa S. 2004. Some biological characteristics that foster the invasion of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. At Middle Awash Rift Valley Area, north-eastern Ethiopia. Journal of Arid Environments. (58): 135-154.
- Silvertown J.W. 1990. Tintroduction to plant population ecology. 2a edición. Editorial Logman, Scientific & Technical. Singapore. 229pp.
- Thompson K y Gime J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. Journal of Ecology. (67): 893-921.
- Thompson K. 1987. Seeds and seed bank. New Physiologist. (106): 23-48.

- Villagra P.E. y Cavagnaro J.B. 2006. Water stress on the seedling growth of *Prosopis argentina* y *Prosopis apatlaco*. Journal of Arid Environment. (64): 390-400.
- Villanueva, D.J. 1993. Distribución actual y características ecológica del Mezquite (*Prosopis laevigata* H. & B. Johnston), en el estado de San Luis Potosí. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Boletín divulgativo No. 74. 2ª edición., México. 35pp.
- Wang, M.S., Zhand X., Li Y., Zhang Y.C., Xiong Y.C. y Wang G. 2005; Spatial distribution patterns of the soil seed bank of *Stipagrostis pennata* (Trin.) de Winter in the Gurbantonggut Desert of north-west China. Journal of Arid Environment. (63): 203-222.
- Wassie A. y Teketay D. 2005. Soil seed bank in church forest of northern Ethiopia: implications for the conservation of woody plants. Flora- Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. (201): 32-43.

### **Paginas de internet**

- <http://www.rlc.Fao.org/redes/sisag/arboles/Mex-pr-1.htm> Redes de Cooperación Técnica, 2006
- <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6342s/x6342s00.htm> Estudio fao 25. Margarida M. Carvalho, Deise F. Xavier, Maurílio J. Alvim. 1980. Uso de leguminosas arbóreas en la recuperación y sustentabilidad de pasturas cultivadas. Investigadores de la Embrapa.
- <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/hgo/hgo.pdf?c=459&e=13&> INEGI. 1999 Condensado estatal de Hidalgo. Escala 1:40000

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis estadísticos.

*Prosopis laevigata* localidad El Rincón.

**Cuadro 1. t-student para el análisis espacial horizontal entre niveles de pendiente para *Prosopis laevigata* en El Rincón.**

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	20	5.096358	.2785804	1.245849	4.513283	5.679434
2	23	5.982269	.2873478	1.378072	5.386346	6.578192
combined	43	5.570217	.2100288	1.377251	5.146362	5.994073
diff		-.8859111	.403105		-1.699998	-.071824

Degrees of freedom: 41

Ho: mean(1) - mean(2) = diff = 0

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = -2.1977	t = -2.1977	t = -2.1977
P < t = 0.0168	P >  t  = 0.0281	P > t = 0.9832

**Cuadro 2. t-student para el análisis espacial horizontal bajo el dosel de *Prosopis laevigata* entre los niveles de pendiente El Rincón.**

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	13	5.110458	.382852	1.380393	4.276295	5.944621
2	17	6.275968	.3287448	1.355449	5.57906	6.972875
combined	30	5.770913	.2675317	1.465331	5.22375	6.318077
diff		-1.16551	.5033583		-2.196592	-.1344268

Degrees of freedom: 28

Ho: mean(1) - mean(2) = diff = 0

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = -2.3155	t = -2.3155	t = -2.3155
P < t = 0.0141	P >  t  = 0.0281	P > t = 0.9859

**Cuadro 3. ANDEVA para el análisis espacial vertical de *Prosopis laevigata* entre las profundidades.**

Source	Analysis of Variance				
	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	34.0875689	2	17.0437845	14.96	0.0000
Within groups	45.5788623	40	1.13947156		
Total	79.6664312	42	1.89681979		

Bartlett's test for equal variances: chi2(1) = 2.5523 Prob>chi2 = 0.110

**Cuadro 4. ANDEVA para la distribución temporal de *Prosopis laevigata* en el Rincón.**

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	24.0391127	4	6.00977818	4.11	0.0073
Within groups	55.6273185	38	1.4638768		
Total	79.6664312	42	1.89681979		

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(4) = 4.2082$  Prob> $\chi^2 = 0.379$

Comparison of lnseed by mes (Bonferroni)					
Row Mean- Col Mean	2	5	8	11	
5	.98237 1.000				
8	2.24911 0.003	1.26674 0.539			
11	1.24448 0.482	.262112 1.000	-1.00462 0.631		
14	1.36144 0.315	.379071 1.000	-.887666 0.988	.116958 1.000	

*Prosopis laevigata* localidad Bingu.

**Cuadro 5. ANDEVA de un factor para el análisis espacial horizontal entre dosel y áreas inter-arbustivas para *Prosopis laevigata* en Bingu.**

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1.1034701	1	1.1034701	9.84	0.0120
Within groups	1.00895133	9	.112105704		
Total	2.11242144	10	.211242144		

**Cuadro 6. ANDEVA para el análisis espacial vertical para *Prosopis laevigata* entre las profundidades.**

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1.1034701	1	1.1034701	9.84	0.0120
Within groups	1.00895133	9	.112105704		
Total	2.11242144	10	.211242144		

Comparison of lnseed by prof (Bonferroni)					
Row Mean- Col Mean	1				
2	-1.10173 0.012				

Para *Mimosa biuncifera* en el Rincón.

**Cuadro 7. t-student para el análisis espacial horizontal entre el dosel y las áreas inter-arbustivas para *Mimosa biuncifera* en el Rincón.**

Two-sample t test with unequal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	83	5.234971	.1529882	1.393789	4.930628	5.539313
2	29	4.605045	.1808266	.9737811	4.234639	4.975452
combined	112	5.071865	.1250405	1.323304	4.824089	5.319641
diff		.6299253	.2368621		.1575374	1.102313

Satterthwaite's degrees of freedom: 70.1568

Ho: mean(1) - mean(2) = diff = 0

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 2.6595	t = 2.6595	t = 2.6595
P < t = 0.9952	P >  t  = 0.0097	P > t = 0.0048

**Cuadro 8. Kruskal Wallis para el análisis espacial vertical para *Mimosa biuncifera* entre las profundidades.**

Test: Equality of populations (Kruskal-Wallis test)

prof	Obs	Rank Sum
1	41	3426.00
2	45	1944.00
3	26	958.00

chi-squared = 45.538 with 2 d.f.  
probability = 0.0001

chi-squared with ties = 45.662 with 2 d.f.  
probability = 0.0001

**Cuadro 9. ANDEVA para la distribución temporal de *Mimosa biuncifera* en el Rincón.**

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	23.8261263	4	5.95653157	3.74	0.0069
Within groups	170.549668	107	1.59392213		
Total	194.375795	111	1.75113328		

Bartlett's test for equal variances: chi2(4) = 7.1692 Prob>chi2 = 0.127

Comparison of lnnoseed by mes  
(Bonferroni)

Row Mean-	Col Mean			
	2	5	8	11
5	.04956	1.000		
8	-.06159	-.11115	1.000	
11	-.288994	-.338554	-.227404	1.000
14	.867803	.818243	.929393	1.1568
	0.374	0.348	0.075	0.006

*Mimosa biuncifera* en la localidad de González-González.

**Cuadro 10. ANDEVA para el análisis espacial vertical para *Mimosa biuncifera* entre las profundidades.**

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	7.60176669	2	3.80088335	10.72	0.0003
Within groups	10.2861682	29	.354695455		
Total	17.8879349	31	.577030157		

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(1) = 0.0040$  Prob> $\chi^2 = 0.949$

note: Bartlett's test performed on cells with positive variance:  
1 multiple-observation cells not used

Comparison of lnnoseed by prof (Bonferroni)			
Row Mean-			
Col Mean	1	2	
2	-.909447 0.001		
3	-1.34308 0.005	-.433634 0.763	

**Cuadro 11. ANDEVA para la distribución temporal de *Mimosa biuncifera* en González-González.**

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	3.53904905	4	.884762264	1.66	0.1872
Within groups	14.3488858	27	.531440216		
Total	17.8879349	31	.577030157		

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(3) = 1.9590$  Prob> $\chi^2 = 0.581$

**No hay diferencias significativas**

note: Bartlett's test performed on cells with positive variance:  
1 multiple-observation cells not used

Comparison of lnnoseed by mes (Bonferroni)				
Row Mean-				
Col Mean	2	5	8	11
5	-.113781 1.000			
8	.566102 1.000	.679883 1.000		
11	-.395242 1.000	-.281461 1.000	-.961344 0.957	
14	-.875025 0.875	-.761244 1.000	-1.44113 0.225	-.479784 1.000

Resultados de longevidad de semillas.

**Cuadro 12. ANDEVA de la longevidad de semillas de *Prosopis laevigata* en un año de enterramiento.**

oneway lnger mes, bonferroni

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	.003838561	4	.00095964	1.06	0.4007
Within groups	.019010015	21	.000905239		
Total	.022848576	25	.000913943		

Comparison of lnger by mes  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1	2	3	4
2	0 1.000			
3	-.03083 1.000	-.03083 1.000		
4	0 1.000	0 1.000	.03083 1.000	
5	0 1.000	0 1.000	.03083 1.000	0 1.000

**Cuadro 13. ANDEVA de la longevidad de semillas de *Mimisa biuncifera* en un año de enterramiento.**

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	.043768182	4	.010942045	1.09	0.3942
Within groups	.194434969	19	.010233419		
Total	.23820315	23	.010356659		

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(4) = 2.9684$  Prob> $\chi^2 = 0.563$

Comparison of lnger by mes  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1	2	3	4
2	.045317 1.000			
3	-.014522 1.000	-.059839 1.000		
4	.098572 1.000	.053255 1.000	.113093 0.932	
5	.069989 1.000	.024672 1.000	.084511 1.000	-.028582 1.000

**Cuadro 14. t-student de la longevidad de semillas de *Mimisa biuncifera* entre el dosel y área inter-arbustiva.**

Two-sample t test with unequal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	20	4.529202	.0189751	.0848593	4.489487	4.568918
2	20	4.470043	.0328103	.1467321	4.40137	4.538716
combined	40	4.499623	.0192969	.1220441	4.460591	4.538654
diff		.0591593	.0379021		-.0182012	.1365199

Satterthwaite's degrees of freedom: 30.4309

Ho: mean(1) - mean(2) = diff = 0

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 1.5608	t = 1.5608	t = 1.5608
P < t = 0.9355	P >  t  = 0.1289	P > t = 0.0645