



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

Reserva de semillas en el suelo de cuatro especies de la familia Leguminosae en matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en los estados de Puebla-Oaxaca.

**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:

**HÉCTOR EDUARDO BENÍTEZ ALEMÁN**



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

Investigación realizada con financiamiento de la DGAPA (Proyecto PAPIIT IN-208205).

México, D.F. mayo del 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## *DEDICATORIA*

### ***A mi madre.***

*Imelda Alemán Romo quien es mi más grande inspiración y ejemplo a seguir, de quien admiro su espíritu de lucha y entrega hacia la vida y sus hijos, que sin estar presente siento su apoyo y ayuda desde algún lugar que algunos llamarían el paraíso.*

### ***A mi padre.***

*José Benítez Cabrera Por el apoyo brindado durante este sueño que ahora se hace realidad.*

### ***A mis abuelos.***

*Ángel Benítez y Engracia Cabrera por brindarme su casa y sus consejos en los momentos más difíciles de mi vida, el apoyo incondicional.*

### ***A la familia Alanis Marríquez.***

*En especial al Sr. Felipe Alanis García y a la Sra. Ana Marríquez Noguez por el apoyo brindado y demostrarme que la familia es parte importante de uno mismo, que es el núcleo donde todo puede ocurrir.*

### ***A mi flaquita.***

*Erika Claudia Alanis Marríquez, quien me motiva día a día para dar un paso a la vez y mejorar el siguiente paso.*

### ***A mis sobrinos.***

*Jazmín, Isaac y Erik quienes me han dado momentos felices y a quienes algún día espero poder brindarles todo mi apoyo en todas las metas que se propongan.*

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por mostrarme un mundo lleno de posibilidades dentro de sus aulas, bibliotecas y profesores.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza donde conocí el mundo de la ciencia, la amistad y el amor.

A mi directora de tesis y sinodales Dra. Ma. Socorro Orozco Almanza por su asesoría y enseñanza a lo largo de este trabajo, motivación personal y por todo el apoyo brindado en el laboratorio; Dr. Arcadio Monroy Ata, Dra. Esther García Amador, M. en C. Efraín Ángeles Cervantes y M. en C. Rosalva García Sánchez por la revisión y comentarios acertados para la mejora de este trabajo.

A mis compañeros de la carrera de biología Elid, Quique, Diana Raquel, Roberto, gracias por todo lo compartido.

# ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
I INTRODUCCIÓN	2
II ANTECEDENTES	4
2.1 Banco o reserva de semillas del suelo	4
2.1.1 Definición	4
2.1.2 Persistencia	6
2.1.3 Germinación	7
2.1.4 Latencia	7
2.1.5 Viabilidad	8
2.1.6 Longevidad	9
2.2 Estudios de caso sobre reserva de semillas en zonas semiáridas	10
2.2.1 A nivel internacional	10
2.2.2 A nivel nacional	12
III HIPOTESIS	14
IV OBJETIVOS	14
4.1 Objetivo general	14
4.2 Objetivos específicos	14
V. METODOLOGÍA	15
5.1 Características de las especies	15
5.1.1 Clasificación botánica	15
5.1.2 Características botánicas de las especies	18
<i>Mimosa calcicola</i> B. L. Rob.	18
<i>Mimosa lacerata</i> Rose.	19
<i>Mimosa luisana</i> Brandegee.	20
<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	21
5.1.3 Revisión de ejemplares	22

<b>5.2 Zona de estudio</b>	<b>22</b>
<b>5.2.1 Sitio de muestreo</b>	<b>24</b>
<b>5.3. Reserva de semillas.</b>	<b>26</b>
<b>5.3.1. Recolecta de muestras de suelo</b>	<b>26</b>
<b>5.3.2. Número de semillas en la reserva del suelo</b>	<b>27</b>
<b>5.3.3. Viabilidad de las semillas de la reserva del suelo</b>	<b>27</b>
<b>5.3.4. Viabilidad de semillas enterradas en el suelo, directamente</b>	<b>28</b>
<b>en campo</b>	
<b>5.4. Análisis estadístico</b>	<b>29</b>
<b>5.4.1. Número de semillas de la reserva</b>	<b>29</b>
<b>5.4.2. Longevidad</b>	<b>29</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>30</b>
<b>6.1. Reserva de semillas en el suelo</b>	<b>30</b>
<b>6.1.1. Distribución horizontal</b>	<b>32</b>
<b>6.1.2. Distribución vertical</b>	<b>35</b>
<b>6.1.3. Viabilidad de las semillas localizadas en la reserva del</b>	<b>37</b>
<b>suelo</b>	
<i>Mimosa calcicola</i> B. L. Rob.	<b>38</b>
<i>Mimosa lacerata</i> Rose.	<b>39</b>
<i>Mimosa luisana</i> Brandegee.	<b>39</b>
<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	<b>40</b>
<b>6.1.4. Viabilidad de semillas después de un año de</b>	<b>41</b>
<b>enterramiento</b>	
<b>6.1.5 Distribución temporal</b>	<b>45</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>49</b>
<b>VIII. REFERENCIAS</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>50</b>
	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Tipos de reservas de semillas del suelo presentes comúnmente en regiones templadas	5
2	<i>Mimosa calcicola</i>	22
3	<i>Mimosa lacerata</i>	22
4	<i>Mimosa luisana</i>	22
5	<i>Mimosa polyantha</i>	22
6	Mapa de las localidades muestreadas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán	25
7	Nucleador	26
8	Toma de muestra	26
9	Pruebas de germinación en agar bacteriológico	28
10	Recolecta de semillas	28
11	Selección de semillas	28
12	Cajas de inclusión	29
13	Cajas de inclusión enterradas bajo dosel	29
14	Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa calcicola</i> , <i>M. lacerata</i> , <i>M. luisana</i> y <i>M. polyantha</i>	33
15	Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa calcicola</i> , <i>M. lacerata</i> , <i>M. luisana</i> y <i>M. polyantha</i>	35
16	Distribución temporal en la reserva de semillas del suelo de <i>Mimosa calcicola</i> , <i>Mimosa lacerata</i> , <i>Mimosa luisana</i> y <i>Mimosa polyantha</i>	46
17	Precipitación media mensual durante los años 2005 y 2007 en la localidad de Coxcatlán y Cristo Rey	47

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Densidad media de semillas por m <sup>2</sup> en la reserva del suelo de <i>M. calcicola</i> , <i>M. lacerata</i> , <i>M. luisana</i> y <i>M. polyantha</i>	30
2	Altura y cobertura vegetal para cada especie del género <i>Mimosa</i>	34
3	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para <i>Mimosa calcicola</i>	38
4	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para <i>Mimosa lacerata</i>	39
5	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para <i>Mimosa luisana</i>	40
6	Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para <i>Mimosa polyantha</i>	40
7	Porcentaje de viabilidad de las semillas enterradas en el suelo (5 cm) durante un ciclo anual	42
8	Características generales de las especies y de el hábitat donde estas crecen	48



## RESUMEN

La reserva de semillas en el suelo representa la capacidad de reclutamiento de nuevos individuos, siendo una herramienta que puede contribuir a la recuperación de la vegetación de zonas deterioradas. Este trabajo tuvo como objetivo el evaluar las reservas de semillas en el suelo de las especies *Mimosa lacerata* Rose, *M. calcicola* B. L. Robins, *M. luisana* Brandege y *M. polyantha* Benth., en dos matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en el Estado de Puebla, México, con el fin de identificar la potencialidad que tienen a través de esta vía, para recolonizar sitios perturbados o para reiniciar la restitución de la vegetación en sitios deteriorados de matorral. Se tomaron muestras de suelo de dos localidades del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, a un kilómetro al Sur de Coxcatlán y a diez kilómetros de la Colonia Cristo Rey Municipio Coayucatepec Magdalena. En cada localidad, se tomaron muestras de suelo, bajo el dosel y las áreas inter-arbustivas, de 16 individuos de cada especie y a dos profundidades (mantillo y 0-5 cm), para lo cual se utilizó un nucleador construido particularmente para este fin. En laboratorio, las semillas de las especie se separaron por el método directo de observación en estereoscopio, se utilizó una colección de cotejo de semillas recolectadas en individuos en pie.

Se calculó la densidad de semillas en la reserva por metro cuadrado por especie, así como su viabilidad por el porcentaje de germinación, bajo condiciones controladas de temperatura y donde se utilizó agar bacteriológico como sustrato. Se evaluó la viabilidad durante un año, para un lote de semillas enterradas artificialmente en el sitio de estudio, con el fin de simular las condiciones naturales y determinar si las reservas que forman estas especies son permanentes o transitorias. Los resultados presentaron similitudes: en el caso de la distribución horizontal, la mayor densidad de semillas se registró bajo el dosel de los individuos y disminuyó en el área inter-arbustiva; en tanto la distribución vertical mostro una mayor acumulación de semillas a nivel de mantillo y una menor porción de la densidad se encontró a mayor profundidad (5-10 cm). Las especies, mostraron densidades de semillas en el siguiente orden decreciente: *Mimosa lacerata*>*Mimosa calcicola*>*Mimosa polyantha*>*Mimosa luisana*, la zona más conservada presentó la mayor densidad de semillas dentro de la reserva en el suelo (1,043.61 semillas/m<sup>2</sup>). El porcentaje de viabilidad de semillas en la reserva del suelo, varió de 45% a 100% para *Mimosa calcicola*, *M. luisana* y *M. polyantha* y de 8% a 90% en el caso de *Mimosa lacerata*. Las semillas enterradas en cajas de inclusión en campo, conservaron su viabilidad para un año de estudio; *Mimosa calcicola* 70%, *Mimosa polyantha* 61-66%, *Mimosa luisana* 28-56% y 18-31% para *Mimosa lacerata*.

La mayor densidad de semillas en el suelo para *Mimosa lacerata* y *M. luisana* se registró en el mes de noviembre; y para *Mimosa calcicola* y *Mimosa polyantha* en el mes de julio, lo cual coincide con la época de dispersión para cada una de las especies. Se concluye que las especies estudiadas, forman reservas de semillas en el suelo, las cuales pueden ser consideradas de tipo permanente, persistiendo viables y latentes, al menos durante un año.

## I. INTRODUCCIÓN

La reserva de semillas en el suelo, se define como aquellas semillas, frutos, aquenios y cariósides, que se encuentran sobre y dentro del suelo y tiene gran importancia para las comunidades vegetales de todos los ecosistemas terrestres, ya que representa la capacidad regenerativa y de reclutamiento que tienen las diferentes especies (Roberts, 1981).

En diferentes tipos de vegetación se ha registrado que una parte de los individuos que integran la comunidad, vive en estado latente, es decir, en forma de semilla, ya sea enterrada en el suelo o mezclada con los restos de plantas muertas sobre la superficie (mantillo) (Marañón, 1985). En los ecosistemas desérticos y semidesérticos, la reserva de semillas en el suelo o banco de semillas, es un elemento importante, debido a que las semillas de una gran proporción de las plantas anuales (*ca.* 70%) pueden permanecer viables y enterradas en el suelo por muchos años, hasta que las condiciones del medio son favorables (Guo *et al.*, 1998). 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 semiáridas de México, donde ocupan cerca del 50%-60% de la superficie total de el país y se caracterizan por presentar una precipitación pluvial media anual entre 250 mm y 450 mm (Monroy *et al.*, 2007); poseen una elevada diversidad biológica, *ca.* 6 000 especies y un porcentaje alto de endemismos (65% de géneros y 60% de especies) (Rzedowski, 1991).

En el caso de la zona semiárida del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, se estima un porcentaje de endemismo *ca.* 30%; además se sabe que la familia Leguminosae abarca el 10% de las especies presentes en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán con 72 géneros y 288 especies (Dávila *et al.*, 1993). Quince especies de la familia Leguminosae pertenecen al género *Mimosa*; siete de estas especies son endémicas a México y otras cuatro especies y una variedad son endémicas al Valle Tehuacán-Cuicatlán (Camargo *et al.*, 2002), lo que justifica el decreto de éste como una área natural protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera el 18-09-1998 en el Diario Oficial de la Federación , a pesar de esto, en la zona se registraron actividades humanas que provocan deterioro de los recursos, tales como: la conversión de tierras a la agricultura, el sobrepastoreo y la tala de árboles.

La cubierta vegetal en general presenta diferente grado de deterioro, desde leve a severo, donde se presenta erosión del suelo. La recuperación de la vegetación en estas zonas, puede ser a través de la reserva de semillas del suelo, sin embargo, para demostrar esto, es necesario cuantificar e identificar las especies que están mejor representadas en esta reserva.

Dhillion y Camargo (2005), consideran que las especies del género *Mimosa* pueden servir como recursos para la recuperación de la cubierta vegetal de la zona, ya que pueden crecer en sitios deteriorados y pueden mejorar la condición nutrimental del suelo; así como favorecer las densidades de microorganismos y crear un microclima bajo su dosel que puede mejorar las condiciones de temperatura y humedad; además, algunas de estas especies, tienen un valor económico y cultural en las poblaciones locales ya que la mayoría de las especies se usan como: forraje (45%); combustible (31%); cercas vivas (14%) y como material para construcción (7%). Cabe mencionar que en algunas zonas semiáridas de México, las especies del género *Mimosa* son dominantes-codominantes en la vegetación (Camargo *et al*, 2002; Arzola 2006); sin embargo, han sido poco estudiadas desde el punto de vista ecológico.

De aquí que el objetivo de este trabajo fue evaluar la formación de reserva de semillas en el suelo de cuatro especies del género *Mimosa*

## **II.-ANTECEDENTES**

### **2.1 Banco o reserva de semillas del suelo**

#### **2.1.1 Definición**

El banco o reserva de semillas del suelo se refiere a las semillas sin germinar pero viables que permanecen enterradas en el suelo, por varios años a varias décadas (Luo Hui *et al.*, 2006). Roberts (1981), define al banco de semillas como aquellas semillas y frutos, como los aquenios y carióspsides, que se encuentran sobre y dentro del suelo; Vázquez *et al.* (1997) citan que el banco de semillas del suelo está formado por las semillas viables no germinadas presentes en éste, ya sea enterradas, depositadas sobre la superficie o mezcladas en la capa de hojarasca y humus y que frecuentemente hay gran cantidad de semillas latentes en la mayoría de los suelos; su número depende de factores como la historia, la diversidad y la dinámica de la vegetación que cubre cada suelo.

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

Thompson y Grime (1979) describen dos tipos de reservas o bancos de semillas transitorios (a y b) y dos tipos persistentes (c y d) (Fig. 1). En el tipo a, las especies que germinan en otoño y están presentes únicamente durante el verano; en el tipo b, la germinación ocurre en primavera y están presentes durante el invierno. Ambas son descritas como transitorias, ya que las semillas no permanecen en el suelo por más de un año. En los tipos c y d, una fracción ingresa a la reserva del suelo, las cuales sobreviven por más de un año. En el tipo c muchas semillas germinan pronto después de la dispersión, pero una pequeña reserva de semillas viables permanece sin germinar. En el tipo d, únicamente una pequeña proporción de semillas germina inmediatamente después de la dispersión, y una gran reserva de semillas viables permanece sin germinar (Fig. 1).

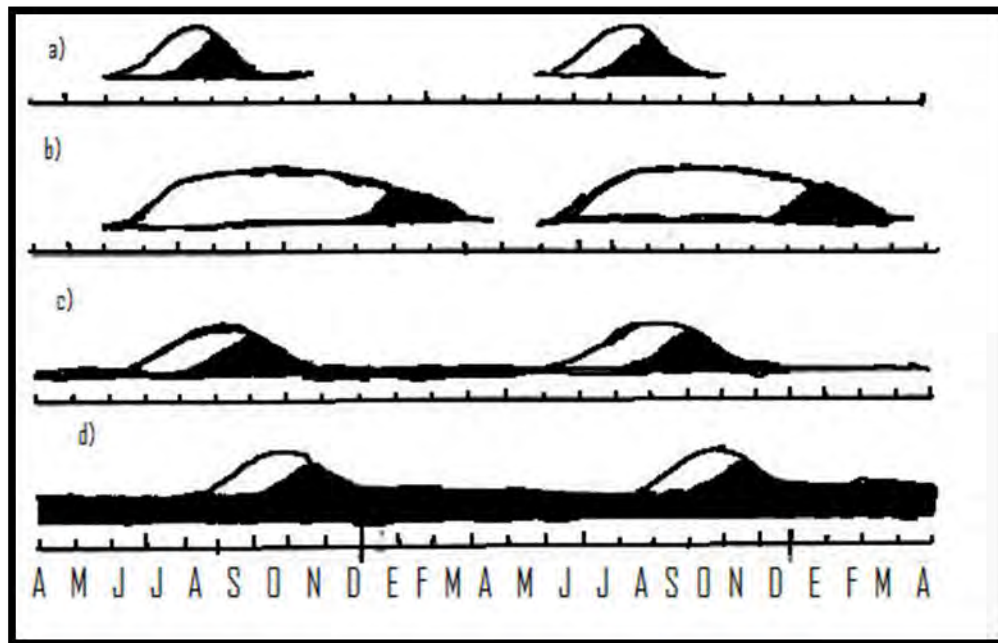


Figura 1. Tipos de reservas de semillas del suelo presentes comúnmente en regiones templadas: □ las semillas son capaces de germinar inmediatamente al ser trasplantadas a condiciones apropiadas de laboratorio; ■ semillas viables pero incapaces de germinar inmediatamente; a) pastos anuales y perennes de hábitats secos o alterados (*Hordeum murinum*, *Lolium perenne* y *Cotapodium 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: Fenner y Thompson 2005)

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).

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).

### **2.1.2 Persistencia**

La presencia de las semillas en la reserva depende de una gran variedad de factores tales como: la dispersión, la depredación, la longevidad y todos aquellos factores que controlan la germinación (Molina *et al.*, 1991). Las semillas recién diseminadas tienen tres destinos diferentes en el suelo que son: 1) la pronta germinación después de su llegada al suelo; 2) un periodo de latencia que dura hasta que las condiciones ambientales son apropiadas para la germinación, y 3) la muerte por envejecimiento natural o por la acción de parásitos o depredadores (Vázquez *et al.*, 1997).

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 presentes en 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, ciénagas, pantanos, ecosistemas tropicales, ecosistemas secos, entre otros (Baskin y Baskin, 2001).

### **2.1.3 Germinación**

La reanudación del crecimiento activo del embrión, que resulta en la ruptura de las cubiertas de la semilla y en la emergencia de una nueva plántula capaz de existencia independiente se conoce como germinación (Hartmann *et al.*, 2003). El embrión dentro de la semilla es una planta en miniatura. En la semilla madura ha parado su crecimiento, pero está vivo y respira muy lentamente. Incluso, en condiciones favorables al crecimiento vegetal, el desarrollo es inhibido por el factor latencia, el cual es superado cuando las condiciones del ambiente son favorables para que la semilla germine (Thomson, 1979).

Para que se lleve a cabo la germinación de las semillas se necesitan ciertas condiciones ambientales: humedad, oxígeno y temperatura favorable. Además la luz favorece la germinación de las semillas de muchas especies y retrasa o inhibe la de otras. Las semillas de la mayoría de las plantas contienen poca agua cuando estas maduran y no maduran hasta que han embebido agua suficiente. Dentro de estas condiciones favorables siguen una gran cantidad de actividades: El protoplasma se hidrata y sus enzimas empiezan a funcionar. El almidón es digerido y se transforma en azúcar, los lípidos en compuestos solubles y las proteínas almacenadas en aminoácidos. La disponibilidad de estas sustancias permite la liberación de energía por la respiración, el traslado de alimentos al embrión y el comienzo del crecimiento de éste (Wilson & Loomis, 1970).

### **2.1.4 Latencia**

La latencia es una condición interna de las semillas para impedir la germinación de estas hasta que se encuentren bajo otras condiciones adecuadas hídricas, térmicas y gaseosas (Benech 2000). El término latencia tiene una amplia aplicación en fisiología vegetal, de hecho es una de las propiedades más importantes por las cuales muchas especies pueden

formar bancos o reservas de semillas; esta se puede definir como la falta de germinación resultante de condiciones desfavorables por parte del medio ambiente que rodea a la semilla, también podría definirse como un estado de reposo de ésta; en la reserva de semillas puede interpretarse como la facilidad que estas tienen para sobrevivir después de un periodo de enterramiento largo o corto y que después de este, puede germinar y formar un individuo adulto capaz de reproducirse (Hartmann *et al.*, 2002).

La latencia aparece cuando se desarrolla la semilla y madura. La duración de este estado de latencia es extremadamente variable, puede durar solo unos pocos días a varios años. La latencia puede ser debida a más de un factor, y puede, por lo tanto, implicar más de un proceso (Thomson, 1979).

Las semillas frescas de muchas especies no llegan a germinar aun en condiciones ambientales favorables. Se dice que esas semillas están latentes. La latencia puede ser debida a cualquiera de varios factores, siendo los más comunes.

1. Cubierta de la semilla impermeable a el agua o al oxígeno, o a ambos.
2. Cubierta de la semilla mecánicamente resistente a la expansión del embrión.
3. Embrión inmaduro.
4. Presencia de sustancias químicas que inhiben la germinación (Cronquist, 1980).

Las plantas de la familia Leguminosae, producen semillas duras, que son incapaces de absorber agua; después de un tiempo la testa pierde su carácter impermeable debido a la pudrición, a la digestión parcial en el tracto alimenticio de un animal, o cambios en la estructura coloidal de las paredes celulares ocasionados por el mojado y secado repetidos, o la ruptura mecánica de las células por congelación y descongelación o por la combinación de estos factores y la semilla puede germinar (Thomson, 1979; Cronquist, 1980).

### **2.1.5 Viabilidad**

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. William (1991), consigna que una semilla viable es la que



puede germinar en condiciones favorables, siempre que en su caso se elimine la latencia que pueda estar presente.

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).

### **2.1.6 Longevidad**

La longevidad se define como la capacidad de las semillas para permanecer vivas y viables, sin germinar por diferentes periodos de tiempo en el suelo de la comunidad a la que pertenecen, se conoce como longevidad ecológica. Por otra parte, la capacidad para permanecer viables en una condición óptima de almacenamiento artificial por algún tiempo se conoce como longevidad potencial (Vázquez *et al.*, 1997).

Las semillas de muchas especies pueden permanecer enterradas en el suelo en un lugar por mucho tiempo sin tener un motivo propicio para iniciar la germinación, y al no encontrar los factores climáticos favorables para la germinación la semilla entra en un proceso en el cual le puede ayudar a mantenerse viable y capaz de germinar en el momento preciso; de esta forma garantizando la supervivencia de la especie. En la naturaleza las semillas maduras caen al suelo, pero debido a la latencia que posee, no germinan incluso si están embebidas en agua. En algunos casos se puede perder la viabilidad en algunos días, pero, en general, las semillas de plantas silvestres pueden permanecer en el suelo durante largos periodos sin pérdida de viabilidad. *Chenopodium album* L. es una mala hierba común en Europa; sus semillas tienen una capacidad germinativa del 70% después de permanecer en el suelo durante 24 años, e incluso en semillas enterradas durante siglos, se ha demostrado que son viables (Thomson, 1979).

La longevidad de las semillas en plantas leguminosas está a menudo asociada a la testa impermeable al 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).

## **2.2 Estudios de caso sobre reserva de semillas en zonas semiáridas**

### **2.2.1 A nivel Internacional**

Gunster (1994), estudio la dinámica de la reserva de semillas del suelo, la longevidad y la depredación durante dos años de *Aptosimum spinescens* (Scrophulariaceae), *Blepharis grossa* (Acanthaceae), *Geigeria alata*, *G. ornativa* (Asteraceae), *Petalidium setosum* y *P. variable* (Acanthaceae) en el desierto de Namibia central, observó que la persistencia de semillas en la reserva se ve afectada directamente por la depredación, pero debido a la estructura presente de la testa en las semilla la depredación es mínima por invertebrados pero por vertebrados se encuentra sumamente afectada.

Aziz y Ajmal (1996), estudiaron la relación entre la reserva de semillas del suelo y la vegetación existente en la costa de Karachi en Pakistán; encontraron dentro de la reserva nueve especies diferentes de las cuales solo cinco pertenecían a la vegetación presente en la zona de estudio y formaban una reserva persistente, en comparación a las otras cuatro especies, las cuales corresponden a especies anuales y forman reservas transitorias.

Guo *et al.* (1998), trabajaron en cuatro localidades del desierto de Norte las América (Gran Cuenca y desiertos de Mojave, Sonora y Chihuahua), examinaron los patrones de distribución tanto horizontal como vertical de las semillas que forman las reservas del suelo. Horizontalmente encontraron que el número de semillas por unidad de área, decrecía de debajo del dosel a las áreas inter-arbustivas y que verticalmente el número disminuía al aumentar la profundidad, observaron que muchas especies estuvieron

presentes en solo una pequeña proporción de muestra, mientras que pocas especies se observaron abundantes y ampliamente distribuidas en pocas muestras.

Ortega *et al.* (2001), analizaron la reserva de semillas de *Prosopis feroz* en Argentina cuando son liberadas de las vainas por la descomposición de esta; así como evaluaron la pérdida de semillas por la depredación de brúquidos. Encontraron que es difícil la incorporación de las semillas en la reserva durante la descomposición de la vaina, esto es causado únicamente por la dureza del fruto y la depredación de los brúquidos.

Caballero *et al.* (2003), estudiaron la densidad de la reserva de semillas y su composición a lo largo de un gradiente semiárido en Madrid (España); encontraron una densidad de 16,214 semillas / m<sup>2</sup> con una alta acumulación de semillas. Comentan que la comprensión de la dinámica de la reserva de semillas es una herramienta importante para el manejo de un ecosistema deteriorado.

Shiferaw *et al.* (2004), estudiaron la formación de la reserva de semillas en el suelo de *Prosopis juliflora* así como su distribución horizontal, en comunidades rurales de Etiopía. Observaron que el 85% de las semillas de la reserva se encuentran a nivel de mantillo y que conforme aumenta la profundidad, ésta decrece, también observaron que las semillas pequeñas presentan latencia y mayor capacidad de enterramiento. Comentan que este tipo de reservas pueden contribuir a la regeneración vegetal asegurando así el reclutamiento de plántulas.

Adams *et al.* (2005), basados en un estudio de 15 años de una herbácea amenazada, *Helenium virginicum* S. F. Blakeen (Asteraceae) en Virginia occidental-central y en Missouri del sureste, EUA crearon un modelo de la dinámica poblacional de esta especie, su meta fue determinar la persistencia de la población de semillas en la reserva del suelo, utilizando los datos de plantas marcadas en un estudio a largo plazo de viabilidad de semilla. De este modo encontraron la formación de reservas permanentes de *Helenium virginicum*.

Luzuriaga *et al.* (2005), estudiaron la contribución de la reserva de semillas en el suelo a la regeneración de la vegetación después de el disturbio generado por un arado profundo al noroeste de España, Explican que el prado antes del disturbio presenta una distribución vertical de la especie y una gran abundancia de semillas en la reserva en el

suelo. Después del arado profundo y del tratamiento subsiguiente de la homogeneización del suelo, la abundancia de la semilla en la capa baja se redujo drásticamente.

Luo (2006), determinó que el número total de semillas de la reserva del suelo varió significativamente entre las muestras tomadas de distintas zonas de un área de el sureste de China. La densidad fue significativamente alta en la zona de terraza (9738 semillas/m<sup>2</sup>) en la zona de pastoreo (2941 semillas/m<sup>2</sup>), el barranco (4369 semillas/m<sup>2</sup>) y en la pendiente (4942 semillas/m<sup>2</sup>). El número de semillas por cuadrante presentaron un rango de 4 a 15 especies con una media de 7 especies, mientras la densidad de semillas en cuadrantes individuales presentaron un rango de 2464 a 11605 semillas/m<sup>2</sup> con una media total de 5498 semillas/m<sup>2</sup>. Un total de 19 especies fueron identificadas en la vegetación presente en la zona (8 especies en zona de pastoreo, 14 especies en el barranco, 16 especies en la pendiente; y 18 especies en la zona de terraza) con un rango de 3 a 11 por cuadrante con una media de 6, mientras que la densidad de la vegetación en cuadrantes recorridos individualmente es de 606 plantas/m<sup>2</sup> (en tierra de pastoreo) a 1904 plantas/m<sup>2</sup> (en la terraza) con una media de 1088 plantas/m<sup>2</sup>.

Du *et al.* (2007), realizaron un trabajo en la región de Dujiangyan una zona de transición entre Qingzang (Qinghai-Tibet) Plateau y Chengdu Plain en el borde oeste de Sichuan Basin y suroeste de China. Señalaron que el banco de semillas de *Cantansipis fargesii* varió mucho con el tiempo de muestreo y la profundidad del suelo donde la densidad de semillas fue mayor a nivel superficial (humus) y declinó conforme aumentaba la profundidad.

### **2.2.2 A nivel nacional**

Molina *et al.* (1991), evaluaron la reserva de semillas de tres predios de un pastizal de *Bouteloa gracilis* natural, en el Edo. de Jalisco, reportando su deterioro por causas de sobre-pastoreo y que por tal motivo la reserva de semillas del suelo se vió afectada en cuanto a número y calidad, observando que a mayor profundidad menor cantidad de semillas.

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%.

Guo *et al.* (1998), realizaron un estudio de la reserva de semillas del suelo en cuatro desiertos: Sonora, Coahuila, Gran Cuenca y desiertos de Mojave; enfocándose en la morfología de las semillas, sus densidades y su horizontal y vertical. Sus resultados demostraron, una mayor densidad de semillas bajo dosel que en el área inter-arbustiva, de forma vertical encontraron que en las profundidades más someras también se presentaron mayores densidades.

Para el género *Mimosa*, Orozco (2003), evaluó la reserva de semillas de cuatro especies de leguminosas: *Mimosa depauperata*, *Mimosa lacerata*, *Mimosa similis* y *Mimosa texana* var. *texana* en la Cuenca del Río Estórax en el Estado de Querétaro, encontró que estas forman reservas de semillas permanentes en los matorrales xerófilos donde habitan; *M. similis* presentó densidades de 1150 semillas/m<sup>2</sup>; *M. texana* var. *texana* 107.91 y *M. depauperata* y *M. lacerata* 66.77 semillas/m<sup>2</sup>. Las semillas de *M. depauperata*, *M. lacerata* y *M. texana* var. *texana* se presentaron únicamente bajo de su dosel y a una profundidad entre 0-5 cm. *M. similis*, en cambio, presentó semillas tanto debajo de su dosel, como en áreas inter-arbustivas (0-5 y 5-10 cm de profundidad). Horizontalmente, el número total de semillas por unidad de área decreció de debajo del dosel a las áreas inter-arbustivas. *M. depauperata*, *M. lacerata* y *M. texana* var. *texana*, presentaron un comportamiento inverso a *M. similis*. Verticalmente, las densidades de las semillas de las cuatro especies, decrecieron con la profundidad, distribuyéndose principalmente entre 0-5 cm.

### **III. HIPOTESIS**

*Mimosa lacerata* Rose., *M. calcicola* B. L. Robins, *M. luisana* Brandege. y *M. polyantha* Benth. forman reservas de semillas permanentes en el suelo debido a las testas duras de sus semillas, lo cual las aísla de los factores del ambiente y las mantiene viables en el suelo por períodos mayores a un año.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Evaluar la reserva de semillas de *Mimosa lacerata* Rose., *M. calcicola* B. L. Robins., *M. luisana* Brandege. y *M polyantha* Benth. en dos matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

### **4.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar la densidad de semillas para cada especie de *Mimosa*, durante un periodo de dos años.
- b) Evaluar la distribución horizontal y vertical de la reserva de semillas del suelo.
- c) Evaluar la viabilidad de las semillas de la reserva, por medio de pruebas de germinación.
- d) Evaluar la viabilidad de semillas enterradas en campo durante un año, con el fin de determinar el tiempo de permanencia en el suelo.

## V. METODOLOGÍA

### 5.1 Características de las especies

#### 5.1.1 Clasificación botánica:

Reino: Plantae

División: Antófitos

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledonea

Subclase: Cotyloideae

Superorden: Apopetalae

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Mimosoideae

Género: *Mimosa*

Las especies de la familia **Leguminosae (Fabaceae)** son muy importantes para el ser humano como fuente de alimentos, forraje, tintes, gomas, resinas, aceites y maderas. En sus raíces hay unos nódulos que contienen bacterias capaces de fijar nitrógeno atmosférico, por lo que suelen incluirse varias leguminosas en la rotación de cultivos. Las leguminosas se caracterizan por tener semillas duras, impermeables al agua y a los gases y son de particular importancia: la lenteja, el guisante, el haba, el garbanzo, la alubia, el índigo, la alfalfa y el trébol (Polunin y Huxley, 1991). Comprende árboles, arbustos o plantas herbáceas, a veces trepadoras, en ocasiones espinosos, glabros o con variados tipos de pubescencia; hojas alternadas o rara vez opuestas, comúnmente pecioladas y provistas de estípulas, lámina por lo general compuesta: pinnada, bipinnada, digitada, trifoliada, pocas veces unifoliada en ocasiones simples o ausente (Espinoza 1979; Jones 1988; Cano 1994; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1997). Flores solitarias o dispuestas en racimos axilares o terminales, a veces agrupadas en fascículos, cabezuelas, umbelas o panículas, por lo general provistas de brácteas y/o bracteolas; flores hermafroditas, zigomórficas o actinomórficas; con pétalos y sépalos, comúnmente en número de cinco (pentámeras), estambres en número de 10, pero a veces muy numerosos; ovario súpero, unicarpelar y unilocular; casi siempre con la característica forma “mariposada”. Fruto variable en



legumbre o vaina, seco, dehiscente mediante ambas suturas que se abre por separación longitudinal de dos valvas; semillas una o numerosas, de testa dura, endosperma por lo común ausente o escaso, cotiledones evidentes, a veces ariladas (Polunin y Huxley, 1991; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1997).

Esta familia está ampliamente representada en diversas regiones del globo terrestre con ca. 550 géneros y unas 12,000 a 17,000 especies (Espinoza, 1979; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1997). Según Rzedowski y Calderón de Rzedowski (1997) la Familia Leguminosae comprende tres subfamilias Caesalpinioideae, Mimosoideae y Papilionoideae.

La Subfamilia Mimosoideae (Mimosaceae), está representada por especies con diferentes formas de crecimiento como: árboles, arbustos o trepadoras, menos frecuentemente hierbas anuales o perennes, a menudo armados de aguijones o espinas y hojas alternas pinnadas o bipinnadas; estípulas presentes o modificadas en espinas (Espinoza, 1979; Grether *et al.*, 2006). Inflorescencias axilares, solitarias o fasciculadas, en capítulos espigas o racimos a veces agrupadas en panículas (Grether *et al.*, 2006). Flores de tamaño pequeño y con numerosos estambres, que resultan muy visibles al sobresalir sobre los pequeños pétalos; generalmente bisexuales, a veces estaminadas o estériles, cáliz gamosépalo, rara vez polisépalo, valvado, ocasionalmente imbricado en botón, estambres en igual número o el doble que los pétalos o más de 10 (Polunin y Huxley, 1991; Grether *et al.*, 2006). Frutos en legumbres, usualmente secas, dehiscentes a tardíamente dehiscentes por uno o ambos márgenes o indehiscentes; semillas de 1 a 35 por legumbre, funículo hasta 5.0 mm largo, a veces modificado en un arilo; testa coriácea o papirácea, generalmente con pleurograma bien definido, embrión recto o ligeramente deflexo; endospermo escaso, abundante o ausente; plúmula rudimentaria o bien desarrollada; semillas de germinación epigea, menos frecuentemente hipogea. Se reconocen cuatro tribus: Acacieae, Ingeae, Mimoseae y Mimosygantheae; las tres primeras tienen representantes en México y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comprende alrededor de 50 géneros y cerca de 3100 especies en el mundo, 26 géneros y 386 especies en México y 14 géneros con 63 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Se distribuyen en regiones tropicales, subtropicales, áridas y semiáridas, menos frecuente en zonas templadas (Espinoza, 1979; Cano, 1994; Grether *et al.*, 2006).

Tribu **Mimoseae** comprende árboles, arbustos, trepadoras o rara vez hierbas anuales o bianuales, inermes o con aguijones o espinas. Hojas con o sin glándulas en el pecíolo y/o en el raquis. Inflorescencias con brácteas florales deciduas o persistentes. Flores (3-) 4-5(-6)- meras; estambres en igual número en los pétalos o el doble que estos, exertos, libres o ligeramente fusionados; ovario sésil o estipitado, glabro o con indumento, óvulos 2-numerosos, estilo atenuado o ensanchado hacia el ápice.

Legumbres bivalvadas, generalmente comprimidas, ocasionalmente cilíndricas, torulosas, espiraladas o tetragonales, rara vez aladas, a veces curvadas, membranáceas, cartáceas o leñosas, indehiscentes o dehiscentes a lo largo de uno o ambos márgenes; semillas comprimidas, a veces aladas, sin arilo, en ocasiones cubiertas por una pulpa delgada, funículos delgados, con o sin endospermo. Esta tribu presenta cerca de 39 géneros y 650-725 especies en el mundo, la mayoría pertenecientes al género *Mimosa* (500-510). En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se encuentran 5 géneros y 28 especies (Grether *et al.*, 2006).

El género *Mimosa* comprende arbustos erectos, rastreros, decumbentes o trepadores, árboles pequeños o hierbas anuales o bianuales. Ramas con aguijones recurvados o rectos, infraestipulados o dispuestos irregularmente en los entrenudos, a veces inermes. Hojas con estípulas persistentes o deciduas lineares a ovadas o auriculadas. Inflorescencias axilares, en capítulos, espigas o racimos solitarios o en fascículos o en panículas, generalmente con flores bisexuales, sésiles o pediceladas; cáliz 4-5-lobado, campanulado o laciniado; corola 4-5-lobada, blanca, rosa o púrpura al menos en los lóbulos, glabra o pubescente; estambres tantos como lóbulos de la corola o el doble que éstos, filamentos libres, rara vez fusionados sólo en la base, blancos, rosas o lilas. Legumbres no péndulas, sésiles o estipitadas, lineares, lanceoladas u oblongas a elípticas o tetragonales, rectas o curvadas, comprimidas o no, valvas divididas en artejos o enteras, dehiscentes, inermes a armadas, glabras o pubescentes, margen persistente, inerme o armado, semillas denticuladas, elípticas u oblongas, tetragonales o rómbicas, testa amarillenta o pardo-rojiza o negra, lisa o porosa, endospermo escaso, sin alas (Espinoza, 1979; Grether *et al.*, 2006).

A nivel mundial este género cuenta con cerca de 500 especies de las cuales el 90% se encuentran en América y el 10% en África, Asia y Australia distribuidas en zonas tropicales y subtropicales, 110 se encuentran en México, 60 son endémicas (59%)

(Camargo *et al.*, 2002, 2004, 2006 ). En el Valle de Tehuacán- Cuicatlán se encuentran 16 especies con seis variedades, de las cuales cuatro especies y una variedad son endémicas (Grether, *et al.*, 2006).

### 5.1.2 Características botánicas de las especies

#### ***Mimosa calcicola* B. L. Rob**

Arbusto de 0.3-1.5(-1.8) m de altura. Ramas jóvenes apostilladas, pardo-rojizas, tomentulosas; ramas maduras teretes a estriadas, grisáceas, glabrescentes, con aguijones recurvados, infraestipulares y solitarios, o inermes, hojas con estipulas 1.5-2.0(-2.5) mm largo, lineares a lanceoladas, tomentulosas, inermes; pinnas 1-2 pares; folíolos 2-3 pares por pinna, (1.4-)2.0-5.0 mm de largo, (0.8-)1.0-2.4(-2.7) mm de ancho, oblicuamente elípticos a oblongos u obovados, ápice obtuso a agudo, margen seríceo, glaucos en ambas superficies. Capítulos solitarios y en fascículos de 2-4, con 20-26 flores, 1.2-1.5 cm de diámetro; pedúnculos (0.5-) 0.7-1.4 cm largo, brácteas 0.5-1.0 mm largo, espatuladas, tomentosas, margen tomentoso. Flores bisexuales, sésiles; cáliz 0.7-1.2 mm largo, campanulado (4-)5-lobado, seríceo, margen ciliado; corola 2.0-3.0 mm de largo, (4-)5-lobada, rosa a púrpura, serícea, lóbulos libres en 1/3 de la longitud de la corola; estambres (8-)10, filamentos libres, lila o rosados; ovario estipitado, glabro, estilo atenuado en el ápice. Legumbres 1-6 por capítulo, sésiles a ligeramente estipitadas, estípite (0.8-)1.0-2.0(-3.0) mm de largo; valvas (1.0-)1.7-3.7 cm largo, 0.3-0.5 cm ancho, lineares, curvadas, ápice cuspidado a rostrado, comprimidas entre las semillas, divididas en (1-)2-8 artejos, pardas, tomentosas, margen inerme, rara vez armado; semillas 2.3-3.2 mm largo, 1.8-2.8 mm de ancho, 1.3-1.9 mm grosor, lenticulares, testa lisa, pardo oscuro, brillante pleurograma 75% de extensión. Esta especie convive con *Mimosa lacerata* y *M. purpusii*. Esta especie es endémica de Puebla y área adyacente de Veracruz; florece de mayo a septiembre y fructifica de junio a enero; (Cuadro 8) se encuentra en matorral xerófilo y bosque espinoso en roca caliza, se utiliza como forraje para ganado caprino su nombre vulgar es “uña de gato”. Se registran individuos entre los 1000-2135 m de altitud (Camargo *et al.*, 2004; Grether *et al.*, 2006).

### ***Mimosa lacerata* Rose**

Arbusto o árbol de 0.6-5.0 m de alto. Ramas jóvenes ligeramente apostilladas pardo-rojizas, glabras a puberulentas; ramas maduras, grisáceas, con aguijones rectos a recurvados, muy anchos en la base, infraestipulares, generalmente pareados. Hojas con estipulas 1.5- 2.0-5.0 mm de largo lineares a oblanceoladas, glabras a puberulentas o pubescentes, margen pubescente; peciolos 0.4-0.9 (-1.5) cm de largo, puberulentos a tomentulosos, inermes; pinnas (2-) 4-9 (-10) pares; folíolos 8-18 pares por pinna, (2.2-)2.5-6.0(-8.0) mm largo, (0.5-)0.7-1.5(-2.0) mm de ancho, oblicuamente linear-oblongos a oblongos, ápice agudo, margen ciliado, haz glabro, envés glabro a puberulento con nervaduras reticuladas. Capítulos solitarios y en fascículos de 2-3, con 55- 82 flores, 1.0-1.9 cm de diámetro; pedúnculos 1.2-2.0 (-2.5) cm largo, brácteas 1.8-1.3 mm largo, espatuladas, tomentosas, con puntos resinosos rojizos, margen tomentoso. Flores bisexuales, sésiles; cáliz 0.5-1.0 mm de largo, campanulado, 4-lobado, pubescente a tomentoso, margen ciliado; corola 2.5-3.2 mm de largo, 4-lobada, rosada a púrpura, lóbulos pubescentes, lóbulos libres en 1/5-1/3 de la longitud de la corola; estambres 8, filamentos libres, rosados a púrpura, ovario cortamente estipitado, pubescente, estilo atenuado en el ápice. Legumbres 1-13 por capítulo, estipitadas, estípite(1.5-)2.0-5.3(-6.0) mm largo; valvas (2.3-)3.4-5.0(-5.3)cm largo, (0.4-)0.5-1.0(-1.1) cm ancho, rectas, ápice apiculado, mucronato a cuspidado, no comprimidas entre las semillas, no divididas en artejos, pardo-rojizas a pardo oscuro, glabras con puntos resinosos rojizos, margen anchamente lacerado, con nervaduras reticuladas prominentes; semillas 3.2-3.9 mm largo, (2.7-)2.8-3.4 mm ancho, 1.1-1.5 (-1.6) mm grosor, lenticulares testa lisa a porosa, pardo oscuro, pleurograma 30% de extensión. Especie endémica de México; es común y abundante en la parte central del Estado de Querétaro, Guerrero, Jalisco, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Tlaxcala. Propia de matorrales xerófilos, bosque de *Quercus*, bosque de *Juniperus*, bosque tropical caducifolio y vegetación secundaria de los mismos. Suelos calizos, pedregosos, someros, migajón arenosos, lutitas y areniscas; se encuentra principalmente en sitios perturbados. Altitud 1000-2250 msnm. Floración y fructificación de abril a noviembre (Cuadro 8). Sus hojas se utilizan como forraje para ganado caprino y ovino. Recibe los nombres comunes de

“mezquite”, “tecolhiste”, “uña de gato”, “garabato”, “garabatillo” (Orozco, 2003; Camargo *et al.*, 2004; Grether *et al.*, 2006).

### ***Mimosa luisana* Brandege**

Arbustos o árboles de 1.0 a 4.5 m de alto. Ramas jóvenes apostilladas, pardo – rojizas, tomentosas; ramas maduras, estriadas, grisáceas, glabrescentes, con agujijones rectos a ligeramente recurvados, dispuestos irregularmente en los entrenudos. Hojas con estipulas 2.0 -3.5(-4.5) mm de largo, lanceoladas, tomentosas; pecíolos (0.2-)0.5-1.1(-1.3) cm de largo, tomentosos, inermes; pinnas (2-)3-5(-6) pares; folíolos (2-)3-5(-6) pares por pinna, (2.0-)2.5-4.0 mm largo, 1.0-1.8(-2.0) mm de ancho, oblicuamente elípticos a ovados, los apicales ovados, ápice acuminado o mucronato, margen largamente ciliado, haz espaciadamente seríceo, glabrescente, envés densamente sérico. Espigas solitarias y en fascículos de 2(-3), con 38-70 flores, 1.0-2.8 cm de largo y en panículas, pedúnculos (0.7-)1.0-2.6 cm de largo, brácteas 1.0-1.2 mm de largo, oblanceoladas, seríceas. Flores bisexuales, sésiles; cáliz 0.4-0.5 mm largo, campanulado, 4 (-5)-lobado, margen ciliado, seríceo; corola 2.0-2.5 mm de largo, 4(-5)-lobada, rosada a púrpura, serícea, lóbulos libres en 1/3 de la longitud de la corola; estambres 8(-10), filamentos libres, lila; ovario estipitado, seríceo, estilo atenuado en el ápice. Legumbres 2-10 por espiga, sésiles a ligeramente estipitadas, estípite 1.0 mm de largo; valvas 2.5-5.0 cm largo, 3.5-5.5 mm ancho, lineares, curvadas, ápice cuspidado, comprimido entre las semillas, divididas en (2-)3-8 artejos, pardo-amarillentas, tomentosas, margen inerme; semillas 2.7-3.5 (-3.7) mm de largo, (2.2-)2.4-2.9(-3.3) mm de ancho, 2.0-2.7 mm grosor, lenticulares, testa lisa, pardo oscuro, brillante, pleurograma 30% de extensión. Se distribuye en Puebla y Oaxaca. Es común en matorral xerófilo, matorral espinoso, selva baja caducifolia y terrenos de cultivo. Es endémica del Valle de Tehuacán, su madera se utiliza como cerca viva y combustible (leña y carbón); sus ramas y hojas tiernas son usadas como forraje de cabras. Recibe el nombre común de cumito (Camargo *et al.*, 2004; Grether *et al.*, 2006).

### ***Mimosa polyantha* Benth**

Arbustos de 1.0 a 4.0 m de alto. Ramas jóvenes acostilladas, rojizas, puberulentas; ramas maduras teretes a estriadas, grisáceas, glabrescentes, con aguijones recurvados, infraestipulares, solitarios rara vez pareados. Hojas con estípulas 2.0-3.0(-5.0) mm de largo, tubuladas, glabras, margen liso; pecíolos (1.0-)1.4-3.5(-5.0) cm de largo, glabros a puberulentos, rara vez pubescentes, inermes; pinnas 2-8 pares; folíolos (5-)6-13(-15) impares por pinna, 3.0-7.2(-8.5) mm de largo, 1.0-2.5(3.0) mm de ancho, oblicuamente oblongos a linear-oblongos, ápice acuminado o mucronato, margen ciliado, haz glabra, envés glabro a puberulento con 1(-2) nervaduras prominentes. Espigas solitarias y en fascículos de 2-4, con 60-90 flores, 3.0-3.5 cm de largo; pedúnculos (0.8-)1.3-2.0(-3.2) cm de largo, brácteas 0.7-1.0 mm de largo, oblanceoladas, tomentosas, margen ciliado. Flores bisexuales, sésiles; cáliz 0.4-1.0 mm largo, campanulado, 4-lobado, glabro a pubescente, margen ciliado; corola 2.1-3.0 mm largo, 4-lobada, blanca, glabra, lóbulos libres en 1/3-1/2 de la longitud de la corola; estambres de 8, filamentos libres, lila a blancos; ovario estipitado, glabro; estilo atenuado en el ápice. Legumbres 1-9 por espiga, estipitadas, estípite (0.5)0.7-1.2 cm de largo; valvas (3.3-)4.2-5.0(-5.7) cm de largo, 0.8-1.1 cm de largo, 0.8-1.1 cm de ancho, oblongas, rectas a ligeramente curvadas, ápice acuminado a rostrado, comprimidas entre las semillas, divididas en (2-)4-8(-9) artejos, pardas, glabras a setosas con puntos resinosos rojizos, margen inerme a ligeramente armado, nervaduras reticuladas prominentes; semillas 3.1-4.9(-5.1) mm de largo, (2.6-)2.8-4.3 mm de ancho, 1.4-2.1 mm de grosor, lenticulares, testa lisa, pardo oscuro, brillante, pleurograma 50% de extensión. Especie endémica de México; se encuentra en los estados de Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Sinaloa, Morelos, Puebla, Nayarit, Sonora, Veracruz y Oaxaca, donde se le conoce con el nombre común de “arrendador”, “gatuño”, “palo prieto” y “uña de gato”, se usa como leña para combustión, cercas vivas y forraje. Floración de abril a noviembre. Fructificación de julio a diciembre (Cuadro 8) (Camargo *et al.*, 2004; Grether *et al.*, 2006).

### 5.13. Revisión de ejemplares

Se realizó la revisión de ejemplares de cada especie (Fig. 2-5), Los herbarios nacionales consultados fueron; UAMIZ (Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa) y MEXU (Instituto de Biología, UNAM), esto con el fin de identificar áreas de recolecta. Además de cotejar los caracteres morfológicos de las hojas, flores, frutos y semillas.



Figura 2. *Mimosa calcicola*



Figura 3. *Mimosa lacerata*



Figura 4. *Mimosa luisana*



Figura 5. *Mimosa polyantha*

### 5.2 Zona de estudio

El estado de Puebla está ubicado en la parte centro-este del país, sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 20° 50', al sur 17° 52' de latitud norte; al este 96° 43' y al oeste 99° 04' de longitud oeste. Colinda al norte con Hidalgo y Veracruz, al este con Veracruz y Oaxaca, al sur con Oaxaca y Guerrero y al oeste con Guerrero, Morelos, México, Tlaxcala e Hidalgo. Comprende una superficie de 33, 995 km<sup>2</sup>, dato que

representa 1.7% del espacio total del país, se sitúa en el vigésimo primer lugar en cuanto a extensión y está integrado por 217 municipios (INEGI, 2000).

La conformación del relieve, es complejo debido a un proceso orogénico a principios del Terciario. Las diferentes formaciones orogénicas son: en el norte, la porción correspondiente a las provincias de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; en el centro, integrante del Eje Neovolcánico, se encuentran tres de los pequeños glaciares de la región intertropical, los cuales cubren las cimas de los volcanes Pico de Orizaba al oriente y Popocatepetl e Iztaccíhuatl, al poniente. Así también, en esta región se localizan los aparatos volcánicos gemelos denominados: las Derrumbadas, la Caldera de Teziutlán y un grupo de cráteres conocidos como axalapazcos y xalapazcos. En la porción sur, área que se considera parte de la provincia Sierra Madre del Sur, se localizan la mixteca poblana y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (INEGI, 2000).

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán forma parte de la región xerofítica mexicana (Rzedowski, 1978) y se encuentra en la parte sureste del estado de Puebla y noroeste de Oaxaca, entre los 17° 20' y 18° 53' de latitud norte y los 96° 55' y 97° 44' de longitud oeste (Camargo *et al.*, 2002; Dávila *et al.*, 1993). Cuenta con poco mas de 9,000 km<sup>2</sup> de área en su superficie, su clima es semiárido con una precipitación media anual de 400 mm a 600 mm y una temperatura media anual de 20 °C (Camargo *et al.*, 2002). Las condiciones áridas del Valle se deben principalmente al efecto de sombra orográfica que produce la Sierra Madre Oriental (Dávila *et al.*, 1993).

Esta región es rica en cactáceas endémicas como: *Polaskia chende* Gosselin, *Mammillaria zephyranthoides* Scheidw, *Neobuxbaumia tetetzo* K. Schum, *Beaucarnea gracilis* Lem, *Euphorbia antisyphilitica* J. Meyrán y *Cephalocereus columna-trajani* Karw. y se han logrado registrar la existencia de más de 800 especies de plantas útiles. Algunas de las que presentan mayores usos son: *Acacia farnesiana* L. (Willd.), *Guazuma ulmifolia* Lam. y *Pithecellobium dulce* Benth. (INEGI, 2000).

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán a pesar de ser una área natural protegida, con la categoría de Reserva de la Biosfera desde 1998, es un área donde habitan diversos grupos indígenas, como: náhuatls, chocholtecas, mazatecos, cuicatecos, mixtecos, chinantecos e ixcatecos, los cuales aprovechan los recursos vegetales de forma inmoderada; de tal forma, que actualmente, en el ANP, se encuentran algunos lugares con un alto grado de deterioro, ocasionado por la actividad del sobrepastoreo, el uso del suelo para actividad agrícola, la



tala de especies para uso como leña por ejemplo de *Acacia farnesiana* L. Willd.; así como la sobreexplotación de algunas especies como *Agave marmorata* Roehl, de donde se extrae el pulque y el *Agave potatorum* Zucc. utilizado para producir mezcal, que sólo se pueden encontrar en esta región; esto genera la pérdida de la vegetación de una forma apresurada, lo que además provoca zonas con un alto grado de erosión de los suelos, alteraciones en los ciclos hidrológicos evitando la penetración del agua a los mantos freáticos, así como la alteración en la disponibilidad de nutrimentos para la vegetación presente; finalmente, todo esto conlleva al incremento del calentamiento global y a la pérdida irreversible de especies vegetales importantes por su valor económico como las burseras o palo mulato *Bursera arida* Standl. y *Bursera galeottiana* Engl. de los que se obtienen productos de uso tradicional como el copal; además especies de valor ecológico como *Neobuxbaumia tetetzo*.

### 5.2.1 Sitio de muestreo

Se seleccionaron dos comunidades vegetales en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Edo. de Puebla-Oaxaca, correspondientes a matorral xerófilo:

- 1) Localidad 1. 4 kilómetros al sur de Coxcatlán (18°14'26''N y 97°09'27''W); altitud, 1058 m; en una ladera, con exposición W. Vegetación: Matorral micrófilo mediano espinoso con presencia de *M. polyantha* y *M. Luisana* (Fig. 4, 5). Con un porcentaje de cubierta vegetal del 40%. Presenta perturbación por pastoreo y agricultura. Dentro del área se encuentran otras especies como: *Cercidium praecox*, *Opuntia sp.*, *Acacia cochliacantha* y *Bursera fagaroides*. La profundidad del suelo es somera de aproximadamente 15 cm (Cuadro 8).
- 2) Localidad 2. 10 kilómetros al sur de Colonia Cristo Rey, Municipio Magdalena Cuayucatepec, (18°28'17''N y 97°27'58''); altitud 1745 m; en una meseta, con un relieve ondulado. Vegetación: Matorral cracicaule con isotal. Porcentaje de cubierta vegetal del 75%. Presenta perturbación por sobrepastoreo y asentamientos urbanos. Con presencia de *M. calcicola* y *M. lacerata* (Fig. 2, 3). Dentro del área se encuentran otras especies como: *Yucca periculosa*; *Lippia graveolens*; *Condalia fasciculata*; *Echinocereus pulchellus*; *Tecoma stans*. La profundidad del suelo en algunos lugares es menor a los 5 cm, debido a la exposición de la roca (Cuadro 8).

Reserva de semillas en el suelo de cuatro especies de la familia Leguminosae en matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en los estados de Puebla-Oaxaca.

METODOLOGÍA.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

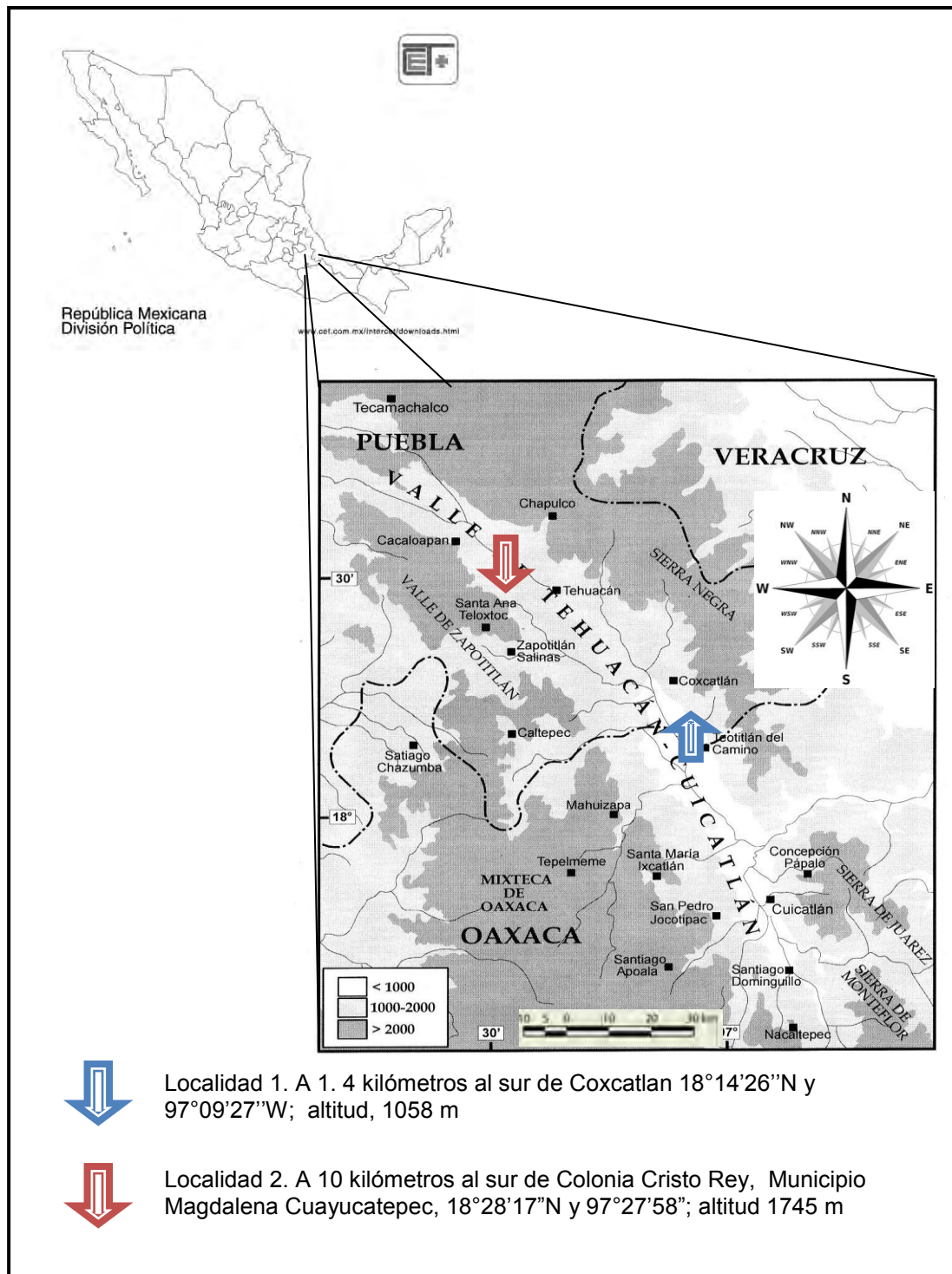


Figura 6. Mapa de las localidades muestreadas en el Valle de Tehuacán

### 5.3. Reserva de semillas

#### 5.3.1. Recolecta de muestras de suelo

Las muestras de suelo para evaluar la reserva de semillas de *Mimosa lacerata*, *M. calcicola*, *M. luisana* y *M polyantha*; se tomaron horizontalmente bajo el dosel y en sus áreas inter-arbustivas de 16 individuos de cada especie seleccionados al azar. Verticalmente se tomaron muestras de suelo de dos profundidades: mantillo y 0-5 cm de los mismos 16 individuos. Para la recolecta de mantillo, se trazo una parcela de 10 cm. x 10 cm., en donde el suelo se recolecto superficialmente; para la recolecta del suelo a la profundidad de 0-5 cm, se utilizó un nucleador cilíndrico de 3 cm. de diámetro por 5 cm. de altura (Fig. 7), el cual fue diseñado y construido en base de un tubo de acero de pulgada y media de diámetro exterior y una empuñadura de alambón el cual fue doblado y soldado a la base superior del tubo; el cual contaba con una muesca lateral para facilitar la entrada de este en el suelo; y cuya eficiencia es buena ya que permite tomar una muestra representativa de semillas del suelo (Fig. 8), equivalente al cubo de madera de 1 dm<sup>3</sup> propuesto por Guo *et al.* (1998).

En total se obtuvieron 32 muestras por especie las cuales se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas. En el laboratorio se prepararon muestras compuestas, reduciendo a la mitad el total de muestras, de esta forma se tuvieron ocho muestras bajo el dosel, donde cuatro fueron a profundidad de mantillo y la otra mitad a profundidad de 0-5 cm y ocho muestras de área inter-arbustiva, cuatro de estas pertenecieron a la profundidad de mantillo y el resto a la profundidad de 0-5cm. Cada muestra compuesta fue pesada.

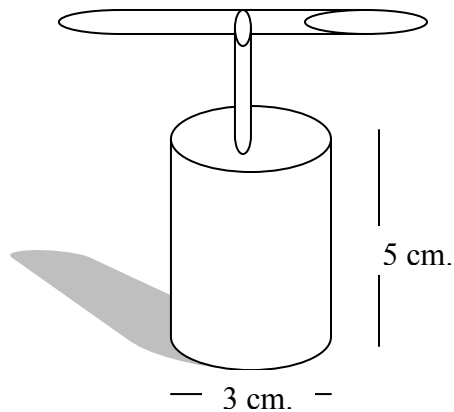


Figura 7. Nucleador



Figura 8. Toma de muestra

### 5.3.2. Número de semillas en la reserva del suelo.

La extracción de las semillas del suelo se realizó por el método de conteo directo, donde las muestras de suelo se tamizaron al chorro de agua, con tamices del número 10 y 18, posteriormente los residuos se colocarán en una charola para la identificación de semillas bajo el estereoscopio (4x) (Guo *et al.*, 1998).

El número de semillas se calculó por metro cuadrado para el mantillo y para las profundidades el número de semillas de la reserva se calculará de acuerdo a Guo *et al.*, 1998:

$$\text{Número de semillas/cm}^2 = \frac{\text{No. de semillas} \times \text{Densidad aparente del suelo (gr/cm}^3) \times \text{Profundidad del suelo muestreado (cm.)}}{\text{Peso de la muestra (gr)}}$$

No. semillas, es el número de semillas encontradas en cada muestra.

Densidad aparente, es la densidad del suelo de la zona de estudio.

Profundidad, es el grosor de la capa de suelo a la cual se tomaron las muestras.

Peso de la muestra, es el peso de la muestra de suelo tomada con el nucleador.

### 5.3.3. Viabilidad de las semillas de la reserva del suelo.

La viabilidad de las semillas registradas en la reserva del suelo, se evaluó por una prueba de germinación. Todas las semillas encontradas se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio al 10%, para posteriormente ser escarificadas mecánicamente, utilizando un bisturí para cortar aproximadamente dos milímetros de la testa de la semilla, en una de las partes más anchas, donde está localizado el cotiledón.

Las semillas una vez escarificadas, se colocaron en cajas petri de 9 cm. de diámetro utilizando como sustrato Agar bacteriológico al 0.8%. (Fig 9). Las pruebas de germinación se llevaron a cabo en una Incubadora Friocell modelo 111, a una temperatura de 28° C. Diariamente se registro el número de semillas germinadas, es decir cuando la radícula alcanzó un milímetro de largo se consideraran como viables (Owens *et al.*, 1995; Orozco, 2003; Arzola, 2006).

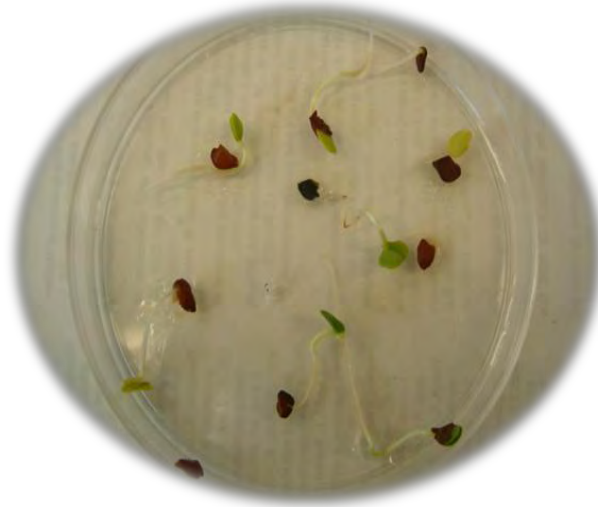


Figura 9. Pruebas de germinación en agar bacteriológico

#### 5.3.4. Viabilidad de semillas enterradas en el suelo, directamente en campo.

Para evaluar la longevidad de las semillas enterradas en el suelo, se formaron reservas de semillas artificiales, enterrando semillas recolectadas previamente en campo de las especies bajo estudio. (fig. 10). De cada lote, se tomaron 15 semillas para la prueba previa de germinación por especie. (fig. 9). Se tomaron de estos mismos lotes 540 semillas (fig.11) distribuidas en 36 cajas de inclusión, las cuales aislaron a las semillas para su análisis pero a la vez permitieron que las semillas interaccionaran con su medio biótico (depredadores) y abiótico. En cada caja se colocaron 15 semillas sanas por especie que no presentaran rupturas o daños por brúquidos (fig. 12). (Arzola, 2006; Orozco, 2003).



Figura 10. Recolecta de semillas



Figura 11. Selección de semillas



Figura 12. Cajas de inclusión



Figura 13. Cajas de inclusión enterradas bajo dosel

Las cajas se sellaron con silicón para evitar la pérdida de semillas, estas cajas presentan ranuras que permiten el intercambio de gases, agua y aire, así como la actividad de microorganismos del suelo. Se enterraron 18 cajas bajo dosel y 18 cajas bajo área abierta a una profundidad de 5 cm. de el mismo individuo; de cada especie bajo estudio. (fig. 13).

Cada seis meses cuatro cajas de inclusión se desenterraron tanto de áreas inter-arbustivas como bajo el dosel. En el laboratorio a las semillas recolectadas se les hicieron pruebas de germinación para conocer su viabilidad en relación al tiempo de enterramiento (Arzola, 2006; Orozco, 2003).

## **5.4 Análisis estadístico.**

### **5.4.1. Número de semillas de la reserva.**

Los resultados del número de semillas (distribución vertical y horizontal) se transformaron con logaritmo natural para poder aplicarles el análisis exploratorio de datos t-student y ANDEVA para el análisis de distribución temporal (Marques, 2001) con los paquetes estadísticos de Stata 9 y Excel.

### **5.4.2. Longevidad.**

Los datos de porcentaje de germinación se transformaron por medio del logaritmo natural y después se les aplicó un análisis de varianza t-student en el programa estadístico Stata 9. Las medias se compararán por Bonferroni (Márques, 2001).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Reserva de semillas en el suelo

*Mimosa lacerata* fue la especie que presentó una mayor densidad media de semillas en el suelo con un total de 762.62 semillas/m<sup>2</sup>, seguida por *Mimosa calcicola* (280.99 semillas/m<sup>2</sup>), *Mimosa polyantha* (162.06 semillas/m<sup>2</sup>) y *Mimosa luisana* (102.06 semillas/m<sup>2</sup>) (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Densidad media de semillas por m<sup>2</sup> en la reserva del suelo de *M. calcicola*, *M. lacerata*, *M. luisana* y *M. polyantha*.

Especie	Semillas/ m <sup>2</sup>				Media total de Semillas/m <sup>2</sup>
	Bajo dosel		Área abierta		
	Mantillo	0-5 cm	Mantillo	0-5 cm	
	$\bar{x}$ $\pm$ s	$\bar{x}$ $\pm$ s	$\bar{x}$ $\pm$ s	$\bar{x}$ $\pm$ s	
<i>Mimosa calcicola</i>	229.68 $\pm$ 334.44 a	32.56 $\pm$ 75.43 a	18.75 $\pm$ 52.04 a	0 $\pm$ 0 a	280.99
<i>Mimosa lacerata</i>	564.06 $\pm$ 452.12 a	59.18 $\pm$ 140.58 ab	134.37 $\pm$ 146.02 ab	5 $\pm$ 8.94 b	762.62
<i>Mimosa luisana</i>	71.87 $\pm$ 68.23 a	2.37 $\pm$ 6.48 a	26.56 $\pm$ 47.84 a	1.25 $\pm$ 5 a	102.06
<i>Mimosa polyantha</i>	75 $\pm$ 80.10 a	41.93 $\pm$ 117.98 a	40.62 $\pm$ 70.63 a	4.5 $\pm$ 8.04 a	162.06

(Letras minúsculas diferentes entre columnas representan diferencias significativas estadísticamente)

La densidad de semillas encontrada para las cuatro especies está dentro del rango registrado para otras especies del mismo género. Orozco (2003), reporta valores entre 66.77 y 1153 semillas por m<sup>2</sup> para cuatro especies del género *Mimosa*: *Mimosa similis*, *Mimosa depauperata*, *Mimosa lacerata* y *Mimosa texana* var. *texana*. Las especies que presentaron una menor densidad fueron *M. depauperata* y *M. lacerata*.

Arzola (2006), evaluó la densidad de semillas en la reserva del suelo para *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera*, comparándola entre dos zonas de matorral xerófilo con diferente grado de deterioro (% de cobertura vegetal), en el Estado de Hidalgo. Las localidades con una mayor cobertura vegetal o más conservadas, presentaron las mayores densidades de semillas en la reserva del suelo y aquellas localidades con un mayor grado de deterioro (menor % de cobertura vegetal) presentaron una menor densidad en la reserva, como resultado de una menor producción de frutos, lo cual es fundamentado también por Bossuyt *et al.* (2005).

En este trabajo, también se encontró una relación entre el grado de deterioro de la comunidad vegetal y la densidad de semillas en la reserva del suelo para las especies bajo estudio.

*M. luisana* y *M. polyantha*, se presentaron en una de las localidades con mayor grado de deterioro (Coxcatlán), con una cobertura vegetal del 50% y presencia de erosión del suelo provocada principalmente por el desmonte y un grave sobrepastoreo; además, el tipo de suelo (altamente pedregoso) dificulta el enterramiento de las semillas, permaneciendo una gran parte de ellas en la superficie, quedando expuestas a las condiciones ambientales y a los depredadores, presentándose como consecuencia una menor densidad de semillas en la reserva del suelo en comparación con otras localidades donde la cobertura vegetal es mayor al 70% (Cristo Rey), donde las especies *M. calcicola* y *M. lacerata* presentan mayores densidades de semillas. Owens *et al.* (1995), consignan que una mayor producción de semillas en las especies vegetales es el resultado de mejores condiciones edáficas tales como humedad y nutrimentos, debido a que estos factores son determinantes en la producción de estructuras vegetativas.

Hernández (2009), reporta variaciones numéricas de semillas en la reserva del suelo, para *Mimosa biuncifera* (2390 semillas/m<sup>2</sup>), *Acacia schaffneri* (2237 semillas/m<sup>2</sup>), *Mimosa depauperata* (2218 semillas/m<sup>2</sup>) y *Prosopis laevigata* (158.33 semillas/m<sup>2</sup>), como resultado a la depredación por brúquidos y por el ganado vacuno. En este trabajo no se estimo el porcentaje de depredación, mas sin embargo, Duran (inédito) reporto para *M. calcicola* 3% *M. lacerata* 1%, *M. luisana* 5%, *M. polyantha* 3%. en la misma zona de estudio; de esta forma se considera a la depredación por bruquidos como un factor no significativo para la densidad de semillas en la reserva del suelo.

Por otro lado, la variación ambiental en relación a la temperatura y humedad a través de los años, determina la tasa de floración y fructificación de las especies (Marco, 2000) En este trabajo la cantidad de humedad almacenada en el suelo, por la precipitación presente durante los años previos y durante el experimento, presentó mejores condiciones de humedad en la localidad de Cristo Rey (Fig. 17) lo cual se relaciono con la presencia de una mayor cobertura vegetal y con una mayor abundancia de semillas en la reserva del suelo.



En conclusión la acumulación de semillas en la reserva del suelo antes de la dispersión, está en función de los factores: temperatura, precipitación y su relación con la floración, fructificación y de la lluvia de semillas y, la distribución de las semillas y la dinámica en la reserva del suelo después de la dispersión es una respuesta de otros factores tales como: depredación, germinación, longevidad y movimiento de las semillas en el suelo (Granados, 2001; Orozco, 2003; Fenner y Thomson, 2005; Du *et al.*, 2007).

### 6.1.1 Distribución horizontal

Las cuatro especies bajo estudio presentaron la misma tendencia en su distribución horizontal, es decir una mayor acumulación de semillas bajo el dosel que en área inter-arbustiva, lo cual es consignado por la literatura para otras especies (Guo *et al.*, 1998; Caballero, 2003; Shiferaw *et al.*, 2004; Luzuriaga *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2005).

*Mimosa lacerata* presentó el 82% de la densidad de semillas bajo el dosel (623 semillas/ m<sup>2</sup>), *Mimosa calcicola* el 93% (262 semillas/m<sup>2</sup>), *Mimosa luisana* el 73% (74 semillas/m<sup>2</sup>) y *Mimosa polyantha* el 72% (117 semilla / m<sup>2</sup>). En la áreas inter-arbustivas aunque se acumuló la menor densidad de semillas es importante resaltar que las especies que acumularon una mayor cantidad de semillas en estas zonas fueron: *M. lacerata* y *M. polyantha* (Cuadro 1 y 8; Fig. 14); sin embargo las diferencias entre las densidades de semillas entre el dosel y el área inter arbustiva solo fueron significativas para *Mimosa lacerata* ( $t = 3.0497$ ,  $p = 0.0046$ ) y *Mimosa polyantha* ( $t=2.3020$ ,  $p=0.0290$ ), no así para *Mimosa calcicola* ( $t = 0.2700$ ,  $p = 0.7898$ ) y *Mimosa luisana* ( $t = 1.1689$ ,  $p = 0.2562$ ) (Fig. 14).

Orozco (2003) y Alanis (2007), encontraron tendencias similares en relación a la distribución horizontal de las semillas de la reserva del suelo para *M. similis*, *M. depauperata*, *M. lacerata* y *M. texana* var. *texana*, *Mimosa lacerata*, *M. calcicola*, *M. purpusii*. y *M. luisana*.

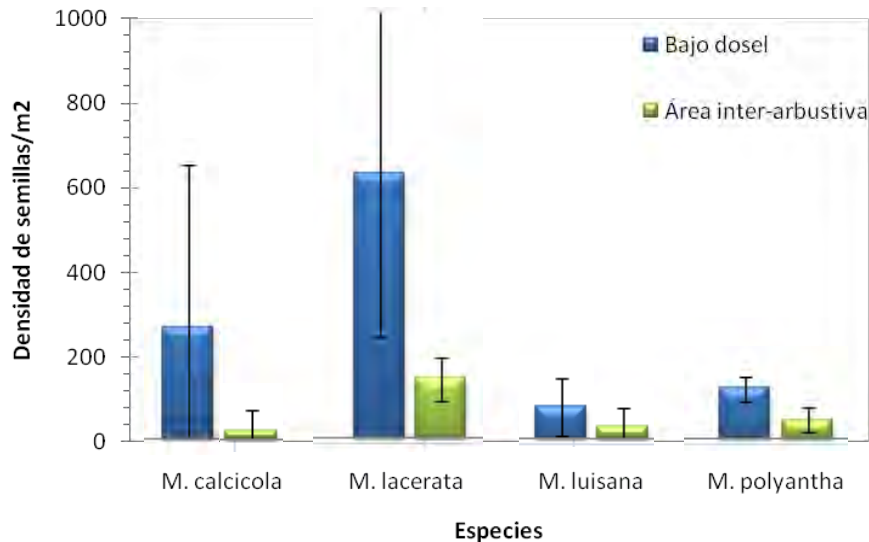


Figura 14. Distribución horizontal de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa calcicola*, *M. lacerata*, *M. luisana* y *M. polyantha*.

De acuerdo a Ellner y Shmida (1981), las reservas de semillas del suelo de las zonas desérticas, presentan una gran variación espacial. Las semillas de los desiertos o semidesiertos, son dispersadas localmente, esto provoca grandes reservas de semillas bajo los arbustos, lo cual está asociado con las grandes densidades de plantas anuales. El viento y el agua, son los principales dispersores de las semillas y pueden transportar directamente a las semillas horizontalmente (Reichman, 1984).

Debido a la densa vegetación anual y a la baja velocidad del viento bajo los doseles de los arbustos, las semillas son más abundantes bajo estos, con una gradual declinación hacia las áreas periféricas del dosel o hacia las áreas inter-arbustivas. Esto puede observarse sobre todo bajo el dosel de *M. lacerata* y *M. calcicola* las cuales presentan una gran cobertura foliar a pesar de que su altura es diferente (Cuadro 2 y 8), por otro lado, la menor altura de *Mimosa calcicola*, amortigua la velocidad del viento evitando el arrastre de las semillas. En el caso de *M. lacerata* su mayor cobertura está relacionada con una mayor cantidad de estructuras reproductivas (botones florales, flores y frutos) lo cual asegura una mayor cantidad de semillas producidas con una gran potencialidad de enterramiento y así la formación de reservas en el suelo.

Cuadro 2: Altura y cobertura del dosel promedio para cada especie del género *Mimosa*

ESPECIE	ALTURA (cm)	COBERTURA DEL DOSEL (m <sup>2</sup> )
<i>Mimosa calcicola</i>	70	2.82
<i>Mimosa lacerata</i>	250	4.90
<i>Mimosa luisana</i>	185	4.20
<i>Mimosa polyantha</i>	205	3.10

Orozco (2003), encontró que horizontalmente en el suelo, el número total de semillas por unidad de área para cuatro especies del genero *Mimosa* decreció de debajo del dosel a las áreas inter-arbustivas. El 79 % de las semillas de *M. texana* var. *texana* se encontraron bajo de su dosel, para *M. lacerata*, el 70.22 %, para *M. depauperata* el 61.97 % y para *M. similis* sólo el 56 %.

Shiferaw *et al.*, (2004) describió para *Prosopis juliflora* en la distribución horizontal de semillas, que en las áreas con una mayor cantidad de individuos observó una densidad de 900 semillas/m<sup>2</sup>; pero en las áreas menos invadidas por esta especie no se encontraron semillas; generalmente el número de semillas decrece de las áreas más invadidas por *Prosopis juliflora* a las áreas menos invadidas.

Arzola (2006) reporta que el 63% de las semillas de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* se localizan bajo su dosel, en los matorrales del Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo.

Es posible que al acumularse una mayor cantidad de semillas bajo dosel de las plantas estas generen un efecto de nodrisaje, proporcionándole una protección a las semillas hacia factores externos ambientales y depredadores que afecten al banco, además que bajo el dosel se encuentran condiciones microclimaticas (humedad y temperatura) y nutrimentales (nitrógeno, fosforo y carbono) favorables para la germinación y el establecimiento de plántulas (Suzán- Aspiri H. y Sosa V. J., 2006) convirtiéndose en una estrategia reproductiva que ayuda a las especies a mantener un tamaño poblacional estable.

### 6.1.2. Distribución vertical

La tendencia general para las cuatro especies fue una mayor densidad de semillas en la reserva del suelo a profundidades someras y ésta disminuye conforme se incrementa la profundidad del suelo

El 96% (98 semillas/m<sup>2</sup>) de las semillas de *Mimosa luisana* registradas en la reserva del suelo se cuantificaron en el mantillo, seguida de *Mimosa lacerata* 91.6% (698 semillas/m<sup>2</sup>) *Mimosa calcicola* con un 88.2% (248 semillas/m<sup>2</sup>) y *Mimosa polyantha* con 71.6% (116 semillas/m<sup>2</sup>). A una profundidad entre 0 y 5 cm las especies que presentaron mayor densidad de semillas fueron *Mimosa lacerata* y *Mimosa polyantha*. (Cuadro 1 y 8; Fig. 15).

Las cuatro especies presentaron diferencias estadísticas significativas en el número de semillas en relación a la profundidad (*Mimosa calcicola*  $t = 2.1989$ ,  $p = 0.0394$ ; *Mimosa lacerata*  $t = 2.7137$ ,  $p = 0.0106$ ; *Mimosa luisana*  $t = 6.3208$ ,  $p = 0.0000$  y *Mimosa polyantha*  $t = 2.8762$ ,  $p = 0.0078$ ) (Fig. 15).

Orozco (2003) describió que la distribución vertical en el suelo de varias especies del género *Mimosa* (*M. texana* var. *Texana*, *M. similis*, *M. lacerata* y *M. depauperata*) localizadas en la cuenca del río Estorax en Querétaro, que se presenta un patrón donde el número de semillas declina con la profundidad, distribuyéndose principalmente entre 0 y 5 cm.

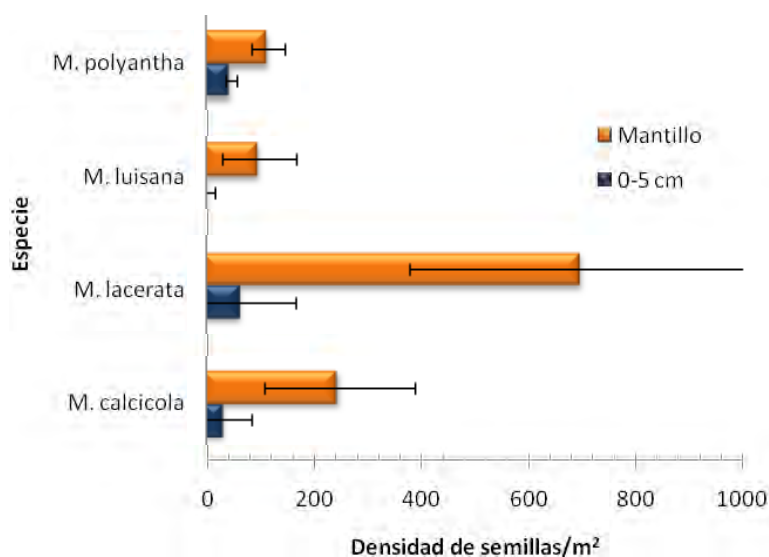


Figura 15. Distribución vertical de la reserva de semillas del suelo de *Mimosa calcicola*, *M. lacerata*, *M. luisana* y *M. polyantha*

Shiferaw *et al.* (2004) describió para *Prosopis juliflora*, al noreste de Etiopia una distribución vertical en la cual la densidad de semillas disminuye conforme la profundidad de muestra aumenta; la densidad de semillas reportada es de 1932 semillas/ m<sup>2</sup>; donde el mantillo presenta la mayor densidad de semillas (aproximadamente el 85%) con una disminución significativa de la densidad (9%) entre 0-3 cm; y una disminución gradual en las dos siguientes capas de suelo (3-6cm 5% , 6-9 cm 1% respectivamente). Arzola (2006) también describe el mismo patrón de distribución vertical para *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* en el Estado de Hidalgo, entre 0-10 cm de profundidad. *Prosopis laevigata* no acumuló semillas entre 5-10 cm.

En un ecosistema alpino, Chambers *et al.* (1991), reportaron que el número total de diásporas en el suelo, se incrementó con el tamaño de la partícula del suelo hasta que un tamaño umbral fue alcanzado, por encima del cual, las semillas no eran atrapadas. Su estudio indica que las diásporas pequeñas pueden tener bajas tasas de establecimiento en suelos con tamaño de partícula grande. Todos estos estudios sugieren los efectos de la textura del suelo sobre la composición y el tamaño de las reservas de semillas del suelo.

Owens (1995), menciona que en comunidades naturales, las semillas son dispersadas principalmente en la superficie del suelo y gradualmente son incorporadas a profundidades mayores de la reserva del suelo. Goodall *et al.* (1972) y Chambers *et al.* (1991), describen que los movimientos verticales y la distribución final de las semillas en el perfil del suelo, están determinados principalmente por la morfología de las semillas (masa y forma), la estructura del suelo y el tamaño de la partícula de este y, también por las perturbaciones animales o por otros procesos físicos.

Grether *et al.* (2006) y Camargo *et al.* (2002, 2004), mencionan que la mayoría de las especies del género *Mimosa* producen semillas pequeñas y numerosas. Clasifican a siete especies del género en relación a su tamaño en dos grupos: especies con semillas grandes (3.2 a 3.9 mm de largo, 2.8 a 3.4 mm ancho, 1.1 a 1.5 mm de grosor) y pesadas como *M. lacerata* (0.012775 g); *M. polyantha* (0.0136g) (3.1-4.9 mm de largo, (2.6-) 2.8-4.3 mm de ancho, 1.4-2.1 mm de grosor). El grupo de semillas pequeñas es *M. calcicola* (0.009205g) (2.3 a 3.2 mm de largo, 1.8 a 2.8 mm de ancho y 1.3 a 1.9 mm de grosor) y *M. luisana* (0.01009g) (2.7 a 3.5 mm largo, 2.4 a 2.9 mm de ancho y 2.0 a 2.7 mm de grosor).

En este trabajo también se encontró una relación entre el peso de la semilla y su distribución vertical, si bien no se evaluaron los tamaños de semilla estos fueron tomados

de Grether *et al.* (2006) para las mismas especies. Los resultados muestran que a un mayor peso de la semilla una mayor capacidad de enterramiento; por ejemplo, para *Mimosa lacerata* y *Mimosa Polyantha* Grether, *et al.* (2006) y Camargo *et al.* (2002, 2004), las clasifican como semillas grandes y pesadas y en este trabajo fueron las especies que presentaron una mayor densidad en una profundidad de 0-5 cm, en comparación a *M. calcicola* y *M. luisana*.

Harper, (1979) menciona que la gravedad puede mover las semillas dentro del perfil del suelo y algunas semillas poseen sus propias estructuras que pueden facilitar su enterramiento, así mismo reporta que la tendencia dentro de la reserva de semillas en el suelo es encontrar pocas semillas grandes en la superficie del suelo debido a la alta presión de depredación y muchas semillas pequeñas enterradas a mayor profundidad dada la relación entre su tamaño y la de la partícula del suelo. Higuera (2009) describió que en general los suelos donde se encuentra *Mimosa luisana* y *Mimosa polyantha* presentan una clase textural gruesa (arcilla, franco, franco arcillo arenoso, franco arcilloso, franco arenoso y franco limoso) y, *Mimosa calcicola* y *Mimosa lacerata* presentan una clase textural fina (franco arcillo arenoso, franco arcilloso, franco arenoso, franco limoso) (Cuadro 8).

Sin embargo en este trabajo no se encontró una tendencia hacia un mayor enterramiento de las semillas en las diferentes clases texturales, esto puede ser debido a que las semillas de especies pertenecientes al género *Mimosa* son pequeñas (Thompson *et al.*, 1994) y pueden enterrarse independientemente de la clase textural del suelo donde se encuentren, en comparación con otras especies que presentan semillas grandes como *Prosopis laevigata*, *Acacia scahffneri* y *Karwinskia humboldtiana* (Durán, 2009) además que las semillas pequeñas son producidas en mayor número que las semillas de mayor tamaño, y tienen mayor probabilidad de persistir en el suelo, porque son protegidas de las condiciones adversas del medio; así como de los depredadores (Guo *et al.*, 1998, Fenner y Thompson, 2005).

### **6.1.3. Viabilidad de las semillas localizadas en la reserva del suelo**

En general las cuatro especies almacenan semillas en la reserva del suelo, donde su viabilidad depende de la especie. Las semillas de *M. calcicola*, *M. luisana* y *M. polyantha* presentan una viabilidad entre 45 y 100%, lo cual concuerda con Orozco 2003, Arzola 2006, Ruíz 2009 y Hernández 2009 donde describen un comportamiento similar a el

porcentaje de germinación (50-100%), y las semillas de *M. lacerata* presentan porcentajes de viabilidad menores que oscilan entre 8 y 90 %.

### ***Mimosa calcicola*. B. L. Rob**

El porcentaje observado de germinación de las semillas presentes en la reserva del suelo de *Mimosa calcicola* fue del 50 al 100 %, tanto bajo el dosel como en área inter-arbustiva, aunque en esta última se presentaron las menores densidades de semillas en la reserva del suelo. (Cuadro 3 y 8).

**Cuadro 3: Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para *Mimosa calcicola*.**

Mes de muestreo	Condición											
	Bajo Dosel						Área inter-arbustiva					
	Profundidad del suelo											
	Mantillo			0-5			Mantillo			0-5		
n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	
julio 2006	60	51	85	24	21	87.5	8	8	100	0	-	-
noviembre 2006	20	17	85	1	1	100	3	3	100	0	-	-
mayo 2007	11	5	45.5	0	-	-	0	-	-	0	-	-
noviembre 2007	57	51	89.5	2	2	100	1	1	100	0	-	-

n = numero de semillas

En el caso de la viabilidad, de las semillas por fecha de muestreo, no se encontraron diferencias en cuanto al porcentaje de germinación; pero si se encuentran diferencias en cuanto a la condición y profundidad del suelo, a profundidades menores se presenta una mayor cantidad de semillas aunque estas presentan una disminución en su viabilidad, en comparación a las semillas acumuladas a mayor profundidad donde se presentan pocas semillas pero la mayoría son viables.

***Mimosa lacerata*. Rose.**

En esta especie se puede observar que el porcentaje de viabilidad de las semillas en la reserva del suelo es bajo ya que en la mayoría de las muestras se encontró un gran número de semillas, pero pocas de estas germinaron. (Cuadro 4 y 8). En cuanto a la condición y profundidad de muestreo existe una mayor viabilidad en las semillas a profundidades someras para ambas condiciones. Por otro lado en el segundo año, las semillas presentaron un mayor porcentaje de viabilidad, aunque el número de semillas de la muestra fue menor.

**Cuadro 4: Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para *Mimosa lacerata*.**

Mes de muestreo	Condición											
	Bajo Dosel						Área inter-arbustiva					
	Profundidad del suelo											
	n	Mantillo		N	0-5		n	Mantillo		n	0-5	
	Viables	%	Viables		%		Viables	%	Viables		%	
julio 2006	143	14	8	47	10	21.3	11	4	36.4	2	0	-
noviembre 2006	134	39	29	13	3	23	40	8	20	1	0	-
mayo 2007	63	26	41.2	0	-	-	6	3	50	0	-	-
noviembre 2007	21	12	57.1	0	-	-	21	19	90.5	1	1	100

n = numero de semillas.

Orozco 2003, hace mención que algunas especies del género *Mimosa* no dependen de su reserva de semillas del suelo para su regeneración, ya que una gran cantidad de semillas después de la dispersión germinan.

***Mimosa luisana*. Brandege.**

Las semillas encontradas en la reserva del suelo para esta especie presentaron porcentajes de germinación entre 45 y 100%, (Cuadro 5 y 8) sin presentarse diferencias en cuanto a la condición y profundidad de muestra. Es importante mencionar que la viabilidad de las semillas disminuyó en relación a la época de muestreo.



**Cuadro 5: Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para *Mimosa luisana*.**

Mes de muestreo	Condición											
	Bajo Dosel						Área inter-arbustiva					
	Profundidad del suelo											
	Mantillo			0-5			Mantillo			0-5		
n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	
julio 2006	8	8	100	1	1	100	2	2	100	1	1	100
noviembre 2006	8	7	87.5	0	-	-	1	1	100	0	-	-
mayo 2007	19	16	84.2	1	1	100	3	2	66.7	0	-	-
noviembre 2007	11	7	63.6	0	-	-	11	5	45.4	0	-	-

n = numero de semillas por muestra compuesta

***Mimosa polyantha*. Benth.**

El porcentaje de germinación, de las semillas de esta especie presentó valores altos > 50 % (Cuadro 6 y 8) y no presentaron diferencias en cuanto a la profundidad o condición de muestreo.

**Cuadro 6: Porcentaje de germinación de las semillas de la reserva del suelo durante dos años de muestreo para *Mimosa polyantha*.**

Mes de muestreo	Condición											
	Bajo Dosel						Área inter-arbustiva					
	Profundidad del suelo											
	Mantillo			0-5			Mantillo			0-5		
n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	n	Viabiles	%	
julio 2006	16	14	87.5	33	32	97	18	17	94.4	4	4	100
noviembre 2006	3	2	67	0	-	-	2	2	100	0	-	-
mayo 2007	25	25	100	3	3	100	5	5	100	0	-	-
noviembre 2007	4	2	50	1	1	100	1	0	-	0	-	-

n = numero se semillas por muestra compuesta

Estudios previos han mostrado que las semillas grandes tienden a perder la viabilidad rápidamente, mientras que las semillas pequeñas (principalmente de especies anuales, bianuales ó gramíneas perennes características de los hábitats perturbados) tienden a presentar mayor longevidad (Harper, 1979; Bazzas, 1979). La estructura y la dinámica de

las reservas de semillas en el suelo, después de la dispersión puede ser afectada por la depredación selectiva de semillas por los animales, por ejemplo, las vacas al consumir la vaina del mezquite (*Prosopis laevigata*) pueden provocar la pérdida significativa de semillas que podrían almacenarse en el suelo, o por otro lado, los brúquidos o coleópteros que pican las semillas provocando graves problemas en la viabilidad del embrión provocando algunas veces su muerte (Armella, 1990; Orozco, 2003; Durán, 2009).

Fenner y Thompson (2005), comentan que una alta viabilidad en las semillas puede deberse a que presentan cubiertas duras, impermeables al agua y los gases y que estas características se observan en las leguminosas, como es el caso de las *Mimosas*, un alto porcentaje de viabilidad de las semillas está directamente relacionado con la dominancia-codominancia de las especies (Arzola, 2006).

En este trabajo el número de semillas es mayor bajo el dosel y a una profundidad de mantillo, sin embargo, los resultados de viabilidad demostraron que las pocas semillas encontradas en áreas inter-arbustivas presentaron altos porcentajes de viabilidad donde las semillas germinaron casi en su totalidad bajo condiciones controladas, en comparación a una mayor cantidad de semillas que se encontraron bajo el dosel donde los porcentajes de viabilidad decrecieron en algunos casos hasta el 50 % (*Mimosa calcicola* *Mimosa luisana*, *Mimosa polyantha*) o hasta el 8% (*Mimosa lacerata*), esto puede ser debido a que bajo el dosel se conservan las semillas de temporadas pasadas y que no son viables y en el área inter-arbustiva las semillas ahí encontradas son pocas pero son de reciente dispersión y viables.

#### **6.1.4 Viabilidad de semillas después de un año de enterramiento**

Después de un año de enterramiento las semillas de las cuatro especies presentaron un comportamiento diferente. Las semillas de *M. calcicola* perdieron menos viabilidad después del enterramiento y las semillas de *M. lacerata* fueron las que perdieron mayor viabilidad *M. luisana* y *M. polyantha* presentaron valores intermedios.

La tendencia general para las cuatro especies fue que no hubo diferencias significativas al comparar el área de enterramiento entre el área inter-arbustiva y el área de dosel después de un año de enterramiento; *Mimosa calcicola* presentó un porcentaje de germinación del 70% tanto bajo dosel como en área inter-arbustiva, el porcentaje de

viabilidad que perdieron las semillas durante el periodo de estudio fue del 18% , *M. polyantha* presento porcentajes de germinación mayores al 50% después de un año de enterramiento donde no se observaron diferencias significativas entre las condiciones de dosel y área inter-arbustiva, el porcentaje de viabilidad que perdieron estas semillas durante un año de enterramiento fue del 29% bajo el dosel y del 34% en el área inter-arbustiva, para *M. lacerata* el porcentaje de germinación se encuentra entre el 31% bajo dosel y 18 % en área inter-arbustiva al final del año, perdiendo el 59% y el 72% de viabilidad respectivamente, donde no se observo diferencias significativas de acuerdo a la condición de enterramiento, en el caso de *M. luisana* el porcentaje de germinación vario entre 28 % bajo dosel y el 56% en área inter-arbustiva, perdiendo una viabilidad de 68% y 40% respectivamente, presentándose diferencias entre la condición de Bajo Dosel y Área Inter-arbustiva (Cuadro 7 y 8).

**Cuadro 7. Porcentaje de viabilidad de las semillas enterradas en el suelo (5 cm) durante un ciclo anual.**

ESPECIE	noviembre 2006	mayo 2007		noviembre 2007	
	Testigo % ±	B. D	Inter-arbustiva	B. D	Inter-arbustiva
<i>Mimosa calcícola</i>	88.33±10.41 a	71.67±11.39 ab	75±6.38 b	70±12.77 ab	70±15.87 ab
<i>Mimosa lacerata</i>	90±5 a	36.67±15.87 b	30±11.55 b	31.67±14.78 b	18.33±10 b
<i>Mimosa luisana</i>	96.60± 5.77 a	35± 3.33 b	65±3.33 c	28.33 ± 6.38 b	56.67 ± 8.61 c
<i>Mimosa polyantha</i>	95±5 a	70±13.88 b	75±22.03 ab	66.67±7.70 b	61.67±12.62 b

B. D.: Bajo dosel; %: porcentaje de germinación; ±: desviación estándar;

En el caso de *Mimosa lacerata*, el hecho de encontrar mayor perdida en la viabilidad puede estar relacionado con su estrategia reproductiva, la cual está encaminada hacia la germinación inmediata después de la dispersión de semillas más que a su acumulación en la reserva del suelo; (Fenner y Tomson 2005) debido a que Orozco (2003) y Duran (inedito) mencionan que *Mimosa lacerata* presenta un menor parasitismo (1%) al momento de la toma de las semillas directamente del individuo. Du *et al* (2007) Encontraron en la reserva del suelo solamente semillas no viables de *C. fargesii* en agosto del 2003 y agosto del 2004, sugiriendo que existe una alta emergencia de plántulas después de las primeras lluvias de semillas y la caída de el follaje protege las semillas aumentando las cantidades de semillas preservadas en el suelo por más tiempo. Fenner y Thompson en 2005, Bakin y Baskin, 1989 mencionan que si las semillas se encuentran a

poca profundidad del suelo (0-5) estas germinan casi en su totalidad, debido a una mayor incidencia solar y una menor resistencia del suelo sobre la semilla, en el crecimiento de la plántula.

Las semillas de *M. luisana* también pierden un alto porcentaje de viabilidad después de un año de enterramiento (40%), resultando mayor la pérdida cuando estas son enterradas bajo un dosel para el primer año de enterramiento, esto puede estar encaminado a que en las cajas de inclusión no se encontraron vestigios de las semillas y posiblemente estas germinaron en su mayoría bajo el dosel donde las condiciones microclimáticas favorecen la generación de plántulas (Suzán-Azpiri y Sosa, 2006).

*Mimosa calcicola* y *Mimosa polyantha* presentaron una mayor cantidad de semillas viables bajo el dosel después de un año de enterramiento, y perdieron más viabilidad en aéreas inter-arbustivas, esto pudo estar relacionado a que muchas de las semillas estaban inmaduras (Granados y López, 2001)

El porcentaje de viabilidad es congruente con otros estudios como el de Owens *et al.* (1995) que reportan que las semillas de *Acacia berlandieri* (en Tamaulipas) disminuyen su viabilidad rápidamente dentro de los dos primeros meses (<55%) después de ser enterradas. Ortega *et al.* (2001), menciona en su trabajo de *Prosopis ferox* que esta especie presenta una depredación del 60% en el primer año de enterramiento y un 95% a los seis años.

Orozco (2003) reportó para cuatro especies del género *Mimosa* que después de un año de enterramiento las semillas pierden entre el 56 y 73 % de su viabilidad para *M. depauperata* y *M. similis* y el 20-50% respectivamente para *M. lacerata* y *Mimosa texana* var. *Texana*; así mismo explica que hay una relación entre el peso del embrión y de la testa; en el caso de *Mimosa lacerata* demostró que el embrión tiene un peso promedio de menor que el de la testa, lo cual indica que esta es más gruesa que en el caso de *Mimosa texana* var *texana* donde el embrión pesa más que la testa, lo cual indica que esta es más delgada que en el caso de *M. lacerata*, lo cual le da menor protección a la semilla que para *M. lacerata*, como protección ante la depredación.

Para Arzola (2006), la viabilidad de las semillas durante un año de enterramiento en el suelo de *Prosopis laevigata* y *Mimosa biuncifera* no presentaron diferencias en el porcentaje de germinación entre las semillas enterradas bajo dosel (100- 93.5%) y las áreas inter-arbustivas (100 - 88.57%). Esto es debido a las características morfológicas de las

semillas; testas duras, impermeables al agua y los gases. Otras especies presentan un comportamiento diferente.

Owens *et al.* (1995), estudiaron la latencia y persistencia de semillas en el suelo de *Acacia berlandieri* y *Leucaena pulverulenta*; observaron que las semillas de *Acacia* no presentaban latencia y una germinación inicial de 82%. La viabilidad de las semillas de *Leucaena* fue 97% y una latencia que limitaba la germinación al 7%. La persistencia de las semillas de *Acacia* varió con la profundidad (3-5cm). Después de 42 días la población viable de semillas de *Acacia* fue reducida en un 10% en las capas superficiales del suelo y en un 80% en las capas más profundas, sin embargo, después de 3-5 meses de enterramiento las semillas perdieron totalmente su viabilidad. En contraste las semillas de *Leucaena* presentaron una viabilidad más alta. Después de 3-5 meses de enterramiento el 86% de las semillas mantuvieron su viabilidad, a los 6 meses de enterramiento solo el 81% de las semillas fue viable y a los 12 meses de enterramiento el 71% de las semillas de *Leucaena* mantuvieron la viabilidad.

En otro trabajo Auld (1995), encontró que en *Acacia ligulata* se conserva un alto porcentaje de germinación, mayor al 70% durante dos años de estudio; en *Acacia loderi* demostró que la viabilidad disminuye gradualmente de un 90% a un 30% durante dos años de estudio; en el caso de *Acacia oswaldii* la viabilidad se pierde después de un año de un 100% a un 20% y en tres años este porcentaje es inferior al 5%; por el contrario *Casuarina pauper* disminuye rápidamente durante los dos primeros meses un 99%.

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

### 6.1.5. Distribución temporal.

Las cuatro especies presentaron un comportamiento definido en relación a la época de muestreo, generalmente la mayor cantidad de semillas se registró después de su dispersión durante el otoño, a excepción de *M. luisana* donde las cantidades de semillas registradas en todas las épocas de muestreo fueron muy bajas.

*Mimosa calcicola* presentó la mayor densidad de semillas en el muestreo del mes de Julio del 06 (540 semillas/m<sup>2</sup>), (48% en relación a las densidades registradas en los otros meses del año) y el menor en el mes de mayo del 07 ( con sólo el 5.6% de las semillas acumuladas en toda la época de muestreo) (63 semillas/m<sup>2</sup>); *Mimosa lacerata* presentó el mayor número de semillas en el mes de noviembre del 06 (42.7% de la densidad total) (1194 semillas/m<sup>2</sup>) y, el mes que registró la menor densidad de semillas fue en el mes de noviembre del 07 ( 9.6% de la densidad total) (268 semillas/m<sup>2</sup>); la distribución temporal en *Mimosa luisana* presentó una mayor densidad de semillas en el mes de mayo del 07( 34.8% del total de la densidad) (142 semillas/m<sup>2</sup>), el mes que registró la menor densidad de semillas fue el mes de noviembre del 06 ( 13.7% del total de la densidad) (56 semillas/m<sup>2</sup>). En general, en el año 2006, la densidad de semillas registrada en el suelo fue menor a la registrada en el 2007.

En el caso de la distribución temporal en *Mimosa polyantha* se presentó una mayor densidad de semillas en el mes de julio del 06 (58.6% del total de la densidad) (380 semillas/m<sup>2</sup>) y una menor densidad de semillas en el mes de noviembre (4.8% de la densidad total) (31 semillas/m<sup>2</sup>); el año siguiente se registró un comportamiento similar.

Comparando estadísticamente los datos obtenidos en cada muestreo para la distribución temporal se determinó que, *Mimosa calcicola* ( $f = 0.50$ ,  $p = 0.6861$ ), *Mimosa lacerata* ( $f = 2.31$ ,  $p = 0.0962$ ), *Mimosa luisana* ( $f=1.01$ ,  $p=0.3897$ ) y *Mimosa polyantha* ( $f= 1.12$ ,  $p = 0.3578$ ); entre los diferentes meses de muestreo no presentaron diferencias estadísticamente significativas, más sin embargo, es importante marcar las tendencias encontradas para entender las épocas de dispersión de semillas para cada especie (Fig. 16).

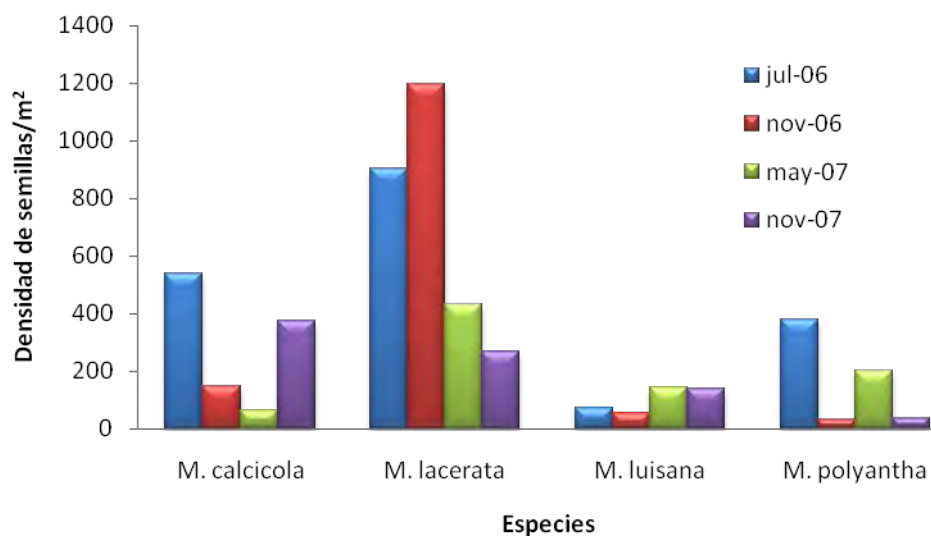


Figura 16. Distribución temporal en la reserva de semillas del suelo de *Mimosa calcicola*, *Mimosa lacerata*, *Mimosa luisana* y *Mimosa polyantha*. Meses de muestreo.

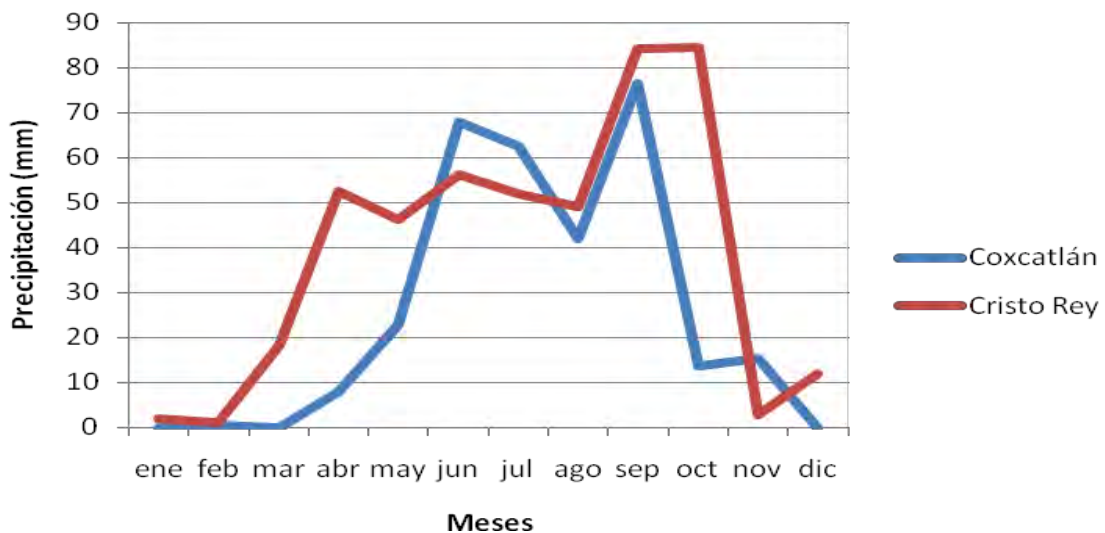
Las cuatro especies almacenaron semillas en la reserva del suelo durante un año de estudio. *Mimosa lacerata* acumuló el mayor número de semillas seguida de *Mimosa calcicola* > *Mimosa polyantha* > *Mimosa luisana*. Para cada especie fue diferente la época del año donde se encuentra un mayor número de semillas en el suelo, lo cual está directamente relacionado con el tipo de muestreo, ya que cada mes se recolectaban las semillas del suelo bajo el dosel de individuos diferentes, así la variabilidad de las semillas en las épocas de muestreo es una característica inherente a cada individuo.

Es importante mencionar que la dispersión de semillas para estas cuatro especies se presentó de septiembre a diciembre, lo cual debería estar reflejado en las densidades de semillas registradas en el suelo; sin embargo solamente en *Mimosa lacerata* y *Mimosa luisana* presentaron un mayor número de semillas en el mes de Noviembre. *Mimosa calcicola* y *Mimosa polyantha* presentaron el mayor número de semillas en el mes de Julio, debido a que estas florecen entre Abril y Noviembre, presentándose la fructificación después de un mes (Camargo *et al.* 2004; y Grether, *et al.*, 2006).

Pavón y Briones. (2001) reportaron que *M. luisana* produjo follaje, flores, y frutos como una respuesta inmediata a la humedad del suelo durante el periodo de lluvias; Observaron un notable comienzo de la fenología vegetativa y reproductiva después de que las lluvias alcanzaron de 31 a 36 mm de precipitación.

En este trabajo, también se observó una relación en la precipitación de la localidad y la cantidad de semillas registradas en el suelo en cada época de muestreo.

La precipitación acumulada en la localidad de Cristo Rey donde crecen *Mimosa calcicola* y *Mimosa lacerata*, durante los años (2006-2007) fue mayor que para Coxcatlán donde crece *Mimosa luisana* y *Mimosa polyantha*, evitando de esta forma un estrés hídrico en los individuos de las especies, (Azcón B. J. y Talon M., 1993) lo cual está relacionado con una mayor floración para *Mimosa lacerata* y *Mimosa calcicola* durante los meses de mayo y agosto y por lo tanto una mayor fructificación entre septiembre- noviembre lo cual se ve reflejado con un mayor número de semillas en la reserva del suelo



**Figura 17.** Precipitación media mensual durante los años 2005 y 2007 en la localidad de Coxcatlán y Cristo Rey.

Arzola (2006) reporta que *Prosopis laevigata* presentó el mayor número de semillas en el mes de agosto del año 2005 (293 semillas/m<sup>2</sup>) y el menor número en el mes de febrero (21 semillas/m<sup>2</sup>) de el mismo año. Y para otra localidad con un mayor grado de perturbación, *Prosopis laevigata* durante los meses de muestreo en el año 2005; el número de semillas promedio fue bajo, osciló entre 8-3 semillas / m<sup>2</sup> donde en el mes de noviembre de ese mismo año la densidad de semillas fue nula. *Mimosa biuncifera* presentó una mayor densidad de semillas en el mes de marzo (06) (516 semillas / m<sup>2</sup>), y una menor densidad en el mes de febrero (05) (60 semillas / m<sup>2</sup>); en una localidad con mayor deterioro, *Mimosa biuncifera* presentó la mayor densidad de semillas en el suelo, durante el mes de mayo (05) (29 semillas / m<sup>2</sup>); el mes con el menor registro fue marzo (06), (2 semillas / m<sup>2</sup>).



Cuadro 8. Características generales de las especies y del hábitat donde estas crecen

Especies	<i>Mimosa calcicola</i>	<i>Mimosa lacerata</i>	<i>Mimosa luisana</i>	<i>Mimosa polyantha</i>
<b>Parámetros</b>				
<b>CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS</b>				
Altura promedio (cm)	70	250	185	205
Cobertura del dosel (m <sup>2</sup> )	2.82	4.90	4.20	3.10
Floración	mayo-septiembre	abril-noviembre	abril-noviembre	abril-noviembre
Fructificación	junio-enero	abril-noviembre	septiembre-diciembre	julio-diciembre
<b>CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS</b>				
Tipo de suelo	Franco arcillo arenoso, franco arcillosos, franco arenoso y franco limoso	Franco arcillo arenoso, franco arcillosos, franco arenoso y franco limoso	Arcilla, franco, franco arcillo arenoso, franco arcilloso, franco arenoso y franco limoso.	Arcilla, franco, franco arcillo arenoso, franco arcilloso, franco arenoso y franco limoso.
Tipo de vegetación	Matorral crasicaule con Isotal	Matorral crasicaule con Isotal	Matorral micrófilo mediano espinoso	Matorral micrófilo mediano espinoso
Erosión del suelo	Hídrica, eólica y gravedad	Hídrica, eólica y gravedad	Hídrica, eólica y gravedad	Hídrica, eólica y gravedad
Sobrepastoreo	Ganado caprino	Ganado caprino	Ganado caprino	Ganado caprino
Asociación vegetal	Matorral crasicaule de <i>Mimosa calcicola</i> y <i>Leucaena</i> spp	Matorral crasicaule de <i>Mimosa calcicola</i> y <i>Leucaena</i> spp		
Especies asociadas	<i>Yucca periculosa</i> ; <i>Lippia graveolens</i> ; <i>Condalia fasciculata</i> ; <i>Echinocereus pulchellus</i> ; <i>Tecoma stans</i>	<i>Yucca periculosa</i> ; <i>Lippia graveolens</i> ; <i>Condalia fasciculata</i> ; <i>Echinocereus pulchellus</i> ; <i>Tecoma stans</i>	<i>Cercidium praecox</i> , <i>Opuntia</i> sp., <i>Acacia cochliacantha</i> y <i>Bursera fagaroides</i>	<i>Cercidium praecox</i> , <i>Opuntia</i> sp., <i>Acacia cochliacantha</i> y <i>Bursera fagaroides</i>
<b>BANCO DE SEMILLAS</b>				
Densidad de semillas/m <sup>2</sup>	280.99	762.62	102.06	162.06
Distribución horizontal	Bajo dosel 93% Área inter-arbustiva 7%	Bajo dosel 82% Área inter-arbustiva 18%	Bajo dosel 73% Área inter-arbustiva 27%	Bajo dosel 72% Área inter-arbustiva 28%
Distribución vertical	Mantillo 88.2% Profundidad (0-5cm) 33	Mantillo 91.6% Profundidad (0-5cm) 64	Mantillo 96% Profundidad (0-5cm) 4	Mantillo 71.6% Profundidad (0-5cm) 46
% de viabilidad de las semillas enterradas en el suelo de manera natural	Bajo dosel área abierta n=50 al 100	25 al 55%	45 al 100%	50 al 100%
% de viabilidad de semillas enterradas de manera inducida.	Bajo dosel inter arbustiva 70%	18%	56%	61%
<b>DATOS AMBIENTALES</b>				
Temperatura media anual (°C)	19.0	19.0	26.2	26.2
Precipitación media anual (mm)	460	460	308	308

## VII. CONCLUSIONES.

*Mimosa calcicola*, *Mimosa lacerata*, *Mimosa luisana*, *Mimosa polyantha*, forman reservas de semillas de tipo permanente en el suelo, donde las semillas permanecen viables durante un periodo mayor a un año de enterramiento.

*Mimosa lacerata* presentó la mayor densidad de semillas en la reserva del suelo debido a la gran producción de frutos y semillas, durante la época de estudio.

*Mimosa luisana* presentó la menor densidad de semillas en respuesta a un alto grado de perturbación presente en la zona de estudio.

Las cuatro especies acumulan más del 70% de las semillas encontradas en la reserva del suelo, principalmente a profundidades someras (mantillo) y bajo el dosel de los individuos, conservando su viabilidad para *Mimosa calcicola*, *Mimosa luisana* y *Mimosa polyantha* entre 45 y 100% y para *Mimosa lacerata* conserva la viabilidad entre un 25 y 55%.

En general las semillas de *Mimosa calcicola*, *Mimosa luisana* y *Mimosa polyantha* independiente de la condición (dosel y área inter-arbustiva) pierden de 18 a 40% de su viabilidad después de un año de enterramiento. Solo *Mimosa lacerata* pierde más del 70%.

Las cuatro especies estudiadas forman reservas de semillas permanentes en el suelo, lo cual indica su alta potencialidad para reclutar plántulas y contribuir a la recuperación de cubierta vegetal.

## VIII. REFERENCIAS.

- Adams, V. M., Marsh, D. M. and Knoz, J. S. 2005. Importance of the seed bank for population viability and population monitoring in threatened wetland herb. *Biological Conservation* 124; 425-436.
- Alaniz M. E. 2007. Reserva de semillas en el suelo de *Mimosa lacerata* Rose, *M. calcicola* B. L. Rob, *M. purpusii* Brandegee. y *M. luisana* Brandegee., en matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Estado de Puebla. Servicio Social. Unidad de Investigación en Ecología Vegetal. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. pp.33
- Armella, V. M. A. 1990, Depredación, predispersión de semillas en la barranca de Mezquitlán. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp 72
- Arzola, Carlos S, 2006. Reserva de semillas en el suelo de *Prosopis laevigata* (Willd.) M. C. Johnston y *Mimosa biuncifera* Benth, en tres matorrales xerófilos del Valle del Mezquitlán, Estado de Hidalgo. Tesis de licenciatura. FES Zaragoza, UNAM Biología. pp.74
- Auld. T.D. 1995. Soil seed bank patterns of four trees and shrubs from arid Australia. *Journal of Arid Environments*, (29): 33-45.
- Azcon-Bieto J. y Talon M. 1993. *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. Ed. Interamericana McGraw-Hill. España , pp 49-51.
- Aziz S. & Ajmal K. M. 1996 Seed bank dynamics of a semi arid coastal shrub community in Pakistan. *Journal of Arid Environments*. 34; 81-87.
- Bazzas, F.A., 1979. The physiological ecology of plant succession. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 10: 351-371.
- Baskin C.C. & Baskin J.M. 2001. *Seed, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Ed. Academic Press, San Diego. pp 600.
- Benech-Arnold R., Sanchez R. A., Forcella F., Kruk B. C. y Ghersa C. M., 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil *Field Crops Research*, 67: 105-122
- 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.

REFERENCIAS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

---

- Caballero I., Olano J M., Loidi J. 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., Dhillion, S. S., 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.
- Camargo-Ricalde Sara Lucía, Dhillion Shivcham S. and Verónica García-García. 2004. Phenology, and seed production and germination of seven endemic *Mimosa* species (Fabaceae-Mimosoideae) of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments* 58: 423–437.
- Cano C. G. y Marroquin F. J. 1994. Taxonomía de plantas superiores. Editorial Trilas, Primera Edición. México. pp. 232-235.
- Cervantes, V., Carabias, J. y Vázquez-Yanes, C. 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management* 82:171-184.
- Chambers, J. C., MacMahon, J. A. & Haefler, J. H. 1991. Seed entrapment in alpine ecosystems, effects of soil particle size and diaspore morphology, *Ecology* 72:1668-1677.
- Cronquist, A. 1980. *Botánica Básica*. Editorial Continental. Segunda impresión. México D.F. pp 131-437
- Dávila, P., Villaseñor, R. J. L., Medina, L. R., Ramírez, R. A., Salinas, T. A., Tenorio, P., 1993. Análisis de la Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán Endemismo y Diversidad. Listados Florísticos de México X. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 195pp.
- 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.
- Du X., Guo Q., Gao X. & Ma K. 2002. Seed rain, soil seed bank, seed loss and regeneration of *Castanopsis fargesii* (Fagaceae) in a subtropical evergreen broad-leaved forest. *Forest Ecology and Management*, 238:212–219
- Durán C. S, 2009. Evaluación de la reserva de semillas del suelo, en dos matorrales xerófilos del valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Unidad de Investigación en Ecología Vegetal. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. pp. 68

REFERENCIAS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

---

- Espinoza, G. de Rul, J. 1979. Leguminosae. In: Flora Fanerogamica Del Valle de México. Rzedowski & Rzedowski (ed.) 1:287-290.
- Ellner, S. & Shmida, A. 1981. Why are adaptations for long-range seed dispersal rare in desert plants?. *Oecología*, **51**:133-144.
- Fenner, M. & Thompson K. 2005. The Ecology of Seed. Cambridge. University Press. Inglaterra. 250pp.
- Goodall, D. W., Childs, S. & Wiebe, H. H. 1972. Methodological and Validation Study of seed Reserves in Desert Soils. US/IBP Desert Biome research Memorandum 72-8. Logan: Utah State University, 9 pp.
- Granados S. D. y López R.G.F. 2001. Ecología de Poblaciones Vegetales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 143pp.
- Grether R; Martínez-Bernal A., Luckow, M., Zárate S. 2006. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 44. Misaceae Tribu Mimoseae. INSTITUTO DE BIOLOGÍA. Pp. 85
- Gunster A. 1994. Seed bank dynamics: longevity, viability and predation of seeds of serotinous plants in the central Namib Desert; *Journal of Arid Environments*, 28: 195-205
- Guo Q., Rundel P.W. & 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.
- Hartmann, H. T., Kester E. D., Davies, F. T. & Geneve R L. (2002). Plant Propagation. Principles and Practices. 7ª Ed. Prentice Hall. Saddle. New Jersey pp.880.
- Hernandez, V. V. 2009. Persistencia de semillas en la reserva del suelo de cuatro especies de leguminosas nativas de una zona semiseca de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Unidad de Investigación en Ecología vegetal. pp.55
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. 2000. Síntesis Geográfica del estado de Puebla. México.
- 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. &

REFERENCIAS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

---

- Pakparvar M. 2003. Soil seed bank in the Arasbaran Protec Area of Iran and their significance for conservation management. *Biological Conservation*, (109): 425-431.
- Jones S. B. 1988. *Sistemática Vegetal*. Mc Graw-Hill, México, Primera Edición. pp. 378-380.
  - Leck L.M., Parker V.T. y Simpson R.L. 1989. *Ecology of soil seed banks*. Academic press, INC. San Diego, California. 462pp.
  - Luo H. and Wang K. 2006. Soil seed bank and aboveground vegetation within hillslope vegetation restoration sites in Jinshajing hot-dry river valley. *Acta Ecologica Sinica* , 26(8), 2432-2442 .
  - Luzuriaga A. L., Escudero A., Olano J. M., & Loidi J. 2005. Regenerative Role of Seed Banks Following and Intense Soil Disturbance *Acta Oecologica* , 27: 57-66
  - Marañón A. T., 1985. Reserva de Semillas en el Suelo de una Dehesa en Sierra Morena: Relación con la Vegetación. *Anales de Edafología y Agrobiología*. Madrid. Tomo XLIV, Nums. 11-12. Págs. 1805-1816.
  - Marco, E. D, Calviño A. A. & Páes S. A. 2000. Patterns of flowering and fruiting in populations of *Larrea divaricata* in dry Chaco (Argentina). *Journal of Arid Environments*, **44**: 327-346.
  - Márques M. J. 2001. *Estadística básica, un enfoque no paramétrico*. Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Zaragoza. D.F. México. 171pp.
  - Molina M. C., García M. J. R., Aguirre R. y González C. 1991. La reserva de semillas de un pastizal de *Bouteloua gracilis*. *Agrociencias, serie Recursos naturales renovables*. 1(3): 93-113.
  - Monroy A. A., Estevez T. J., García S. R., y Ríos G. R. 2007. Establecimiento de plantas mediante el uso de micorrizas y de islas de recursos en un matorral xerófilo deteriorado. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 80 (Suplemento):49-57
  - Orozco, A. M. S. (2003). *Ecología funcional de cuatro especies del género Mimosa (Leguminosae) en la cuenca del río Estórax, en el Estado de Querétaro, México*. Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Tesis de Doctorado, México 247 pp.
  - 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.

REFERENCIAS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

---

- Ortega, B. P., De Viana M. & Saravia M. 2001. The fate of *Prosopis ferox* seeds from unremoved pods at National Park los Cardones. *Journal of Arid Environments*, (48): 185-190.
- Owens M. K., Wallacet R. B. & 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.
- Polunin O. y Huxley A. 1991. Flores del mediterráneo. Ediciones Blume. 13° ed. Madrid España. pp. 97-98
- Reichman, O. J. 1984. Spatial and temporal variation of seed distribution in Sonoran Desert soils. *Journal of Biogeography*, **11**:1-11.
- Roberts H.A. 1981. Chances in the soils seed bank of your long term crop/herbicide experiments. *Journal Apply Ecology*. (18): 661-668.
- Ruíz, G. M. 2009. Persistencia de la reserva de semillas de tres especies de la Familia Leguminosae, en el suelo de matorrales xerófilos de Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Unidad de Investigación en Ecología Vegetal. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. pp. 65
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 432 p.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo de la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15: 47-64.
- Rzedowski J. y Calderón de R G. 1997. Flora del Bajío y regiones adyacentes Fascículo 51, Familia Leguminosae. Subfamilia Caesalpinioideae, Instituto de Ecología A.C. Centro Regional de Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Suzán-Azpiri H, and Sosa V.J. 2006. Comparative performance of the giant cardon cactus (*Pachycereus pringlei*) seedlings under two leguminous nurse plant species, *Journal of Arid Enviroment*, 65 351-362.
- Shiferaw H., Teketay D., Nemomissa S. and Assefa Fassil. 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 (2004) 135–154.

REFERENCIAS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

---

- Thomson J. R. 1979. Introducción a la tecnología de las semillas. Ed. Acribia, España. p 48.
- Thompson K y Grime J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, (67): 893-921.
- Vázquez Y. C., Orozco A., Rojas M., Sánchez E. y Cervantes V., 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica. México., D. F.
- 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 n the Gurbantonggut Desert of north-west China. *Journal of Arid Environment*, (63): 203-222.
- Westoby M., Jurado E. y Leishman M., 1992. Comparative evolutionare ecology of seed size. *Trend in ecology and Evolution*, 7: 368-372.
- Willam R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. FAO. Roma Italia. pp 23-24, 27-28, 241, 244-245.
- Wilson C. L. y Loomis W. E. 1970. Botánica. Editorial Hispanoamericana. México. pp 329-337.



ANEXOS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

## ANEXOS.

### Anexo1, Análisis estadístico.

Cuadro 1. ANDEVA para el número de semillas por especie.

Source	SS	Analysis of Variance			F	Prob > F
		df	MS			
Between groups	34.484643	3	11.494881	9.15	<b>0.0000</b>	
Within groups	134.371104	107	1.25580471			
Total	168.855747	110	1.53505224			

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(3) = 5.5078$  Prob> $\chi^2 = 0.138$

Comparison of lnsem by Especie  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	1	2	3
2	.743835 <b>0.090</b>		
3	-.49698 <b>0.840</b>	-1.24082 <b>0.001</b>	
4	-.560301 0.432	-1.30414 <b>0.000</b>	-.063321 1.000

Solo existe diferencias significativas entre el número de semillas de las especies 2 y 3 así como en las especies 2 y 4. En los otros casos no existen diferencias significativas.

Cuadro 2. ANDEVA para la distribución temporal de *Mimosa Caliccola*.

Source	SS	Analysis of Variance			F	Prob > F
		df	MS			
Between groups	2.65556651	3	.885188837	0.50	0.6861	
Within groups	33.57221	19	1.76695842			
Total	36.2277765	22	1.64671711			

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(3) = 2.7023$  Prob> $\chi^2 = 0.440$

Comparison of lnsem by mes  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	7	11	17
11	-.642713 1.000		
17	-.894635 1.000	-.251922 1.000	
23	-.551464 1.000	.09125 1.000	.343172 1.000

ANEXOS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

**Cuadro 3. t-student para el análisis espacial horizontal entre el dosel y las áreas inter-arbustivas para *Mimosa calcicola*.**

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	20	4.49745	.2988489	1.336493	3.871952	5.122948
2	3	4.278227	.600604	1.040277	1.694037	6.862417
combined	23	4.468856	.267575	1.283245	3.913939	5.023772
diff		.2192228	.8117956		-1.468999	1.907444

Degrees of freedom: 21

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 0.2700	t = 0.2700	t = 0.2700
P < t = 0.6051	P >  t  = <b>0.7898</b>	P > t = 0.3949

**Cuadro 4. t-student para el análisis espacial vertical entre las profundidades para *Mimosa calcicola*.**

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	16	4.827981	.3007779	1.203112	4.186888	5.469074
2	7	3.647998	.4291582	1.135446	2.597885	4.69811
combined	23	4.468856	.267575	1.283245	3.913939	5.023772
diff		1.179983	.536624		.0640127	2.295954

Degrees of freedom: 21

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 2.1989	t = 2.1989	t = 2.1989
P < t = 0.9804	P >  t  = <b>0.0392</b>	P > t = 0.0196

**Cuadro 5. ANDEVA para la distribución temporal de *Mimosa lacerata*.**

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	9.21393288	3	3.07131096	2.31	<b>0.0962</b>
Within groups	39.8525022	30	1.32841674		
Total	49.066435	33	1.48686167		

Bartlett's test for equal variances: chi2(3) = 3.7792 Prob>chi2 = 0.286

Reserva de semillas en el suelo de cuatro especies de la familia Leguminosae en matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en los estados de Puebla-Oaxaca.

ANEXOS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

		Comparison of lnsem by mes (Bonferroni)		
Row Mean-	Col Mean	7	11	17
11		.72095		
		1.000		
17		-.094363	-.815312	
		1.000	1.000	
23		-.748559	-1.46951	-.654196
		1.000	0.081	1.000

Cuadro 6. t-student para el análisis espacial horizontal entre el dosel y las áreas inter-arbustivas para *Mimosa lacerata*.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	20	5.754859	.2429047	1.086303	5.246454	6.263264
2	14	4.59652	.2927297	1.095294	3.964116	5.228924
combined	34	5.277896	.2091201	1.219369	4.852438	5.703354
diff		1.158339	.3798156		.3846803	1.931998

Degrees of freedom: 32

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 3.0497	t = 3.0497	t = 3.0497
P < t = 0.9977	P >  t  = <b>0.0046</b>	P > t = 0.0023

Cuadro 7. t-student para el análisis espacial vertical entre las profundidades para *Mimosa lacerata*.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	27	5.542464	.2050402	1.06542	5.120998	5.96393
2	7	4.257419	.4969864	1.314902	3.041337	5.473501
combined	34	5.277896	.2091201	1.219369	4.852438	5.703354
diff		1.285045	.4735315		.3204924	2.249597

Degrees of freedom: 32

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 2.7137	t = 2.7137	t = 2.7137
P < t = 0.9947	P >  t  = <b>0.0106</b>	P > t = 0.0053

Reserva de semillas en el suelo de cuatro especies de la familia Leguminosae en matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en los estados de Puebla-Oaxaca.

ANEXOS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

Cuadro 8. ANDEVA para la distribución temporal de *Mimosa luisana*.

Source	SS	Analysis of Variance			F	Prob > F
		df	MS			
Between groups	4.65030929	3	1.5501031	1.01	0.3897	
Within groups	162.07596	106	1.52901849			
Total	166.726269	109	1.5295988			

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(3) = 3.8908$  Prob> $\chi^2 = 0.274$   
 VARIANZAS IGUALES

Comparison of lnsem by mes  
 (Bonferroni)

Row Mean-	Col Mean		
	7	11	17
11	.346648		
	1.000		
17	-.074967	-.421615	
	1.000	1.000	
23	-.289237	-.635886	-.214271
	1.000	0.529	1.000

Cuadro 9. t-student para el análisis espacial horizontal entre el dosel y las áreas inter-arbustivas para *Mimosa luisana*.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	14	4.130574	.2315938	.8665446	3.630246	4.630902
2	8	3.694152	.2813083	.7956602	3.028963	4.35934
combined	22	3.971875	.181163	.8497299	3.595126	4.348624
diff		.4364225	.37336		-.3423928	1.215238

Degrees of freedom: 20

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 1.1689	t = 1.1689	t = 1.1689
P < t = 0.8719	P >  t  = 0.2562	P > t = 0.1281

Cuadro 10. t-student para el análisis espacial vertical entre las profundidades para *Mimosa luisana*.

Two-sample t test with unequal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	19	4.131402	.1842895	.8032995	3.744224	4.51858
2	3	2.961537	.0170978	.0296142	2.887971	3.035103
combined	22	3.971875	.181163	.8497299	3.595126	4.348624
diff		1.169866	.185081		.7814799	1.558252

**Reserva de semillas en el suelo de cuatro especies de la familia Leguminosae en matorrales xerófilos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en los estados de Puebla-Oaxaca.**

ANEXOS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

Satterthwaite's degrees of freedom: 18.299

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 6.3208	t = 6.3208	t = 6.3208
P < t = 1.0000	P >  t  = <b>0.0000</b>	P > t = 0.0000

**Cuadro 11. ANDEVA para la distribución temporal de *Mimosa polyantha*.**

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	3.19707001	3	1.06569	1.12	<b>0.3578</b>
Within groups	25.6575029	27	.950277887		
Total	28.8545729	30	.961819098		

Bartlett's test for equal variances: chi2(3) = 4.9138 Prob>chi2 = **0.178**  
 VARIANZAS IGUALES

Comparison of lnsem by mes  
(Bonferroni)

Row Mean-	7	11	17
Col Mean			
-----			
11	-.421112		
	1.000		
17	.226065	.647177	
	1.000	1.000	
23	-.714387	-.293275	-.940452
	1.000	1.000	0.613

**Cuadro 12. t-student para el análisis espacial horizontal entre el dosel y las áreas inter-arbustivas para *Mimosa polyantha*.**

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	18	4.1539	.2381673	1.010458	3.65141	4.656389
2	12	3.398186	.1819489	.6302894	2.997719	3.798653
combined	30	3.851614	.1723379	.9439335	3.499144	4.204085
diff		.7557137	.3282904		.0832413	1.428186

Degrees of freedom: 28

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 2.3020	t = 2.3020	t = 2.3020
P < t = 0.9855	P >  t  = <b>0.0290</b>	P > t = 0.0145

ANEXOS.

Héctor Eduardo Benítez Alemán

**Cuadro 13. t-student para el análisis espacial vertical entre las profundidades para *Mimosa polyantha*.**

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	20	4.044199	.1816437	.8123353	3.664014	4.424383
2	9	3.167497	.2052365	.6157095	2.69422	3.640773
combined	29	3.772119	.1582748	.8523356	3.447908	4.09633
diff		.876702	.3048137		.251276	1.502128

Degrees of freedom: 27

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

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0
t = 2.8762	t = 2.8762	t = 2.8762
P < t = 0.9961	P >  t  = <b>0.0078</b>	P > t = 0.0039