



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE  
*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Benth) Barneby (Fabaceae)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

CLAUDIA JOCELINE PÉREZ PÉREZ

DIRECTOR: DR. NUMA POMPILIO PAVÓN HERNÁNDEZ

PACHUCA DE SOTO HIDALGO

2007

## DEDICATORIA

A MI MAMÁ:

A la persona que es un ejemplo a seguir,  
a la cual admiro y me ha apoyado en todo  
momento sin importar la adversidad,  
que me ha brindado su cariño, su apoyo  
incondicional, consejos y comprensión.

Y por creer en mí.

¡Te quiero mucho mamá!

A MI PAPÁ:

El cual siempre he tenido su apoyo moral y  
ha estado conmigo en las buenas y en las  
malas.

¡Se que estarás siempre conmigo!

A MIS HERMANOS:

RAÚL, LISBETH Y ADRIANA:

Los cuales son seres maravillosos que  
me han dado su lealtad y su infinito  
cariño, y me han apoyado en todo y se  
que siempre estarán ahí para mí.

¡Los quiero mucho!

## ÍNDICE

	Pagina
Resumen	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	6
2.1 Características botánicas de <i>Mimosa aculeaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i> .	6
2.2 Germinación.	8
2.3 Depredación e importancia ecológica.	11
3. OBJETIVOS	13
3.1 Objetivo general.	13
3.2 Objetivos particulares.	13
4. METODOLOGÍA	14
4.1 Colecta de semillas.	14
4.2 Colecta e identificación de brúquidos.	15
4.3 Diseño experimental.	15
4.4 Depredación de semillas de <i>Mimosa aculeaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i> por brúquidos.	17
4.5. Análisis de datos.	17
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
6. CONCLUSIONES	27
7. BIBLIOGRAFÍA	28

## RESUMEN

*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* es un arbusto espinoso dominante de los matorrales xerófilos de la zona semiárida de Hidalgo. Esta especie tiene potencial para ser utilizada en proyectos de restauración, por ello es importante iniciar investigaciones relacionadas con los aspectos básicos, tales como germinación, establecimiento, banco de semillas y herbivoría. El objetivo de este trabajo fue determinar las condiciones propicias para la germinación de esta planta evaluando los efectos de escarificación mecánica, la temperatura, la luz, así como la presencia de brúquidos que atacan sus semillas. Para romper la latencia de las semillas fue necesario realizar la escarificación. Se registraron diferencias significativas entre semillas con y sin escarificación ( $X^2 = 54.5$   $P < 0.01$ ). El tratamiento donde se obtuvieron los valores más altos de germinación (72 %) fue con semillas escarificadas a 30°C, sin luz. La temperatura fue un factor significativo ( $X^2 = 14.8$   $P = 0.002$ ), donde a 30°C se obtuvieron los porcentajes más altos. La luz no fue un factor significativo para la germinación, por lo que las semillas no fueron fotoblásticas ( $X^2 = 1.55$   $P = 0.45$ ). Las semillas que mostraron daño por brúquidos no germinaron. Se determinaron cuatro especies de brúquidos *Acanthoscelides speciosus*, *A. mexicanus*, *A. chiricahuae* y *Stator pruininus*. Con los resultados obtenidos en este trabajo se considera que a nivel de la población de semillas el porcentaje de infestación por brúquidos es bajo (26.8 %), aunque las semillas atacadas mostraron un alto porcentaje de daño interno (89.6 % de consumo promedio de los tejidos internos) y no germinaron.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Mimosa* generalmente son arbustos espinosos dominantes de los matorrales xerófilos (Rzedowski y Rzedowski 2001). Se consideran especies de alta importancia ecológica ya que, además de formar islas de recursos, permiten el establecimiento de otras especies, entre estas se destacan las cactáceas (Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991; Camargo-Ricalde y Dhillion, 2003; Camargo-Ricalde *et al.*, 2006). Las especies de *Mimosa* tienen un uso potencial en procesos de restauración ecológica; sin embargo, se desconoce gran parte de la biología del género tal como su potencial de germinación y establecimiento (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 2000; Camargo-Ricalde *et al.*, 2001).

Las semillas de las especies de *Mimosa* tienen una testa dura impermeable, resistente a la abrasión y con una capa de cera (Van-Standen *et al.*, 1989; Camargo-Ricalde y Grether, 1998; Orozco-Almanza *et al.*, 2003). Por esta característica las semillas tienen latencia y pueden ser viables después de 50 años de almacenamiento, como también ha sido reportado para otras especies de leguminosas (Camargo-Ricalde y Grether, 1998). En general se ha reportado que algunas especies de *Mimosa* germinan rápidamente bajo tratamientos de escarificación mecánica y a temperaturas elevadas (Camargo-Ricalde y Grether, 1998; Camargo-Ricalde *et al.*, 2001).

Las semillas de *Mimosa* son atacadas por brúquidos (coleópteros), los cuales tienen su ciclo de vida dentro de las mismas (Salas *et al.*, 2001; Takakura, 2002; Orozco-Almanza *et al.*, 2003 Romero-Nápoles *et al.*, 2005). Por ejemplo, en *Mimosa martindelcampoi*, especie endémica del suroeste de Tamaulipas, se

registró 40.6 % de infestación por tres especies de brúquidos (Romero-Nápoles *et al.*, 2005). El número de especies de brúquidos que atacan algunas especies de *Mimosa* por lo general es menor de tres (Romero-Nápoles *et al.*, 2005). Los brúquidos adultos, ovipositan en la semillas hospederas donde las larvas penetran y se alimentan dentro de la semillas emergiendo posteriormente en adultos (Romero-Nápoles, 2000 *cit in* Luna-Cozar *et al.*, 2002). Los brúquidos pueden depositar sus huevos en las vainas o en las áreas restringidas (espacio que hay entre la testa y el embrión) de la semillas, lo cual les permite una mayor protección (Van-Klinken, 2005).

La mayoría de los trabajos señalan que el ataque de los brúquidos perjudica a las semillas y a la población de plantas en general. Sin embargo, las semillas dañadas por brúquidos no necesariamente son inviables, en *Gleditsia japonica* se registró que la germinación era favorecida por el daño físico provocado por el insecto (Takakura, 2002). El brúquido produce la escarificación mecánica de la semilla, lo cual favorece la entrada de agua y con ello la germinación. Al parecer, este no es el caso para las especies de *Mimosa*, ya que se ha reportado que la germinación puede reducirse de un 90 a 100 % cuando son atacadas por estos herbívoros (Orozco-Almanza *et al.*, 2003).

*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Benth) Barneby es una de las especies dominantes de los matorrales xerófilos de las zonas semiáridas de Hidalgo y podría ser un especie importante para realizar planes de restauración en los ambientes semiáridos del estado. La dominancia de esta especie puede ser explicada por diversos factores ecológicos, uno de los cuales podría ser su capacidad de germinación, el éxito de establecimiento y la formación de bancos de

semillas. Por otro lado el estudio de los brúquidos en interacción con *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* es importante para determinar su efecto en el éxito reproductivo de la especie (Romero-Nápoles *et al.*, 2005). Previo a recomendar a esta especie para planes de restauración es necesario iniciar investigaciones enfocadas a registrar aspectos básicos sobre esta especie.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar las condiciones óptimas de germinación de las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* considerando la escarificación mecánica, la temperatura y la luz como factores que pueden romper la latencia. Además, se evaluó el papel de la depredación por brúquidos sobre la germinación de las semillas en esta especie.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Características botánicas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*.

La especie en estudio pertenece al grupo conocido como leguminosas dentro de la familia Mimosaceae en el orden Fabales (Cronquist, 1988). Todas estas especies presentan distribución cosmopolita y poseen una variada gama de formas biológicas, desde enredaderas y herbáceas hasta arbustos y árboles (Barneby, 1989 *cit in* Estrada *et al.*, 2004).

Las leguminosas son el segundo grupo de plantas más diverso en México con 135 géneros y 1724 especies, se encuentran ampliamente distribuidas en el territorio nacional, son elementos típicos del matorral xerófilo, ya que su carácter de fijadoras de nitrógeno les permite sobrevivir en estos ambientes con déficit nutricional (Salas *et al.*, 2001; Sousa *et al.*, 1993 *cit in* Estrada *et al.*, 2004). Las leguminosas, al igual que otros grupos de plantas, se distribuyen de acuerdo con cambios climáticos y geográficos, tal es el caso de la mayoría de las Mimosaceae y Casalpinaeae (Dorado *et al.*, 2005). La distribución mundial de estas familias se circunscribe en áreas tropicales y subtropicales (Barneby, 1989 *cit in* Estrada *et al.*, 2004).

El género *Mimosa* tiene 479 especies en el Continente Americano con distribución circuntropical, en México el género está representado por aproximadamente 100 especies distribuidas en las regiones tropicales, subtropicales áridas y semiáridas del país (Barneby, 1991 *cit in* Dorado *et al.*, 2005; Grether *et al.*, 1996). El norte de México alberga aproximadamente 30 especies de este género, en el estado de Hidalgo se tienen registradas 8

especies, entre ellas *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Estrada y Martínez, 2003; Estrada *et al.*, 2004; Cabrera, 2006).

Rzedowski y Rzedowski (1979, 2001), describen al género *Mimosa* como: “árboles, arbustos o plantas herbáceas, espinosas; con estípulas variables (generalmente linear-lanceoladas), hojas bipinnadas, a menudo sensitivas, por lo común sin glándulas en el pecíolo; flores reunidas en cabezuelas globosas o espigas cilíndricas con los péndulos axilares, solitarios o fasciculados, las de la parte superior a veces racimosos; flores pequeñas, sésiles tetra o pentámeras, a veces trío o hexámeros, bisexuales o unisexuales polígamas; cáliz pequeño, cortamente dentado; corola con 5 pétalos más o menos unidos, valvados; estambres en igual o doble número que los pétalos, libres muy salientes, anteras pequeñas y sin glándulas, ovario sésil o rara vez estipitado, bi a mutiovulado, estilo filiforme, estigma pequeño y terminal; legumbre oblonga o linear, generalmente comprimida, membranosa o coriácea, bivalvada y dehiscente, entera o dividida en forma transversal en segmentos, el interior continuo o subseptado; semillas ovaladas u orbiculares, planas”. En el trabajo de Rzedowski y Rzedowski (2001) se describe a *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Benth) Barneby como: “arbusto de 50 cm y hasta 2 m de altura; hojas principales maduras con pecíolos de 1 a 3 (3.5 cm de largo); pinnas 3 a 9 (10) pares”.



Figura 1. *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Benth) Barneby

## 2.2 Germinación

La germinación es un proceso que consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión de una semilla (Bidwell, 1990). La germinación puede ser clasificada en dos tipos: i) la fanerocotilar en donde los cotiledones emergen de la semilla y ii) criptocotilar en la cual los cotiledones no emergen de la semilla, sin embargo esta clasificación no indica si los cotiledones llegan a emerger o sobresalir por encima de la superficie del suelo (Castro *et al.*, 1987 *cit in* Zevallos y Flores, 2003). Por esa razón otros autores mencionan a la germinación como epigea cuando los cotiledones salen de las semillas y se exponen fuera del suelo, y la germinación hipogea cuando los cotiledones permanecen dentro de la testa de las semillas y no emergen a la luz (Barrera, 1992; Zevallos y Flores, 2003).

Algunas semillas presentan fotoblastismo, es decir si la luz estimula la germinación (fotoblastismo positivo), pero si es inhibida en presencia de la luz entonces se habla de fotoblastismo negativo (Piedrahita, 1997). Las semillas no-

fotoblasticas son aquellas cuya germinación es indiferente a la luz. El valor mínimo de luz para estimular la germinación varía para cada especie, pero en condiciones naturales esta puede depender de diferentes factores (Patiño *et al.*, 1983).

La temperatura es uno de los principales factores que controlan la germinación, ya que actúa sobre las enzimas que intervienen en el proceso (Faccini y Puricelli, 2006). Además, el índice de germinación (inverso del tiempo requerido para alcanzar un determinado porcentaje de germinación), aumenta en forma lineal con la temperatura (García *et al.*, 1982 *cit in* Faccini y Puricelli, 2006).

Un gran número de semillas de especies presentan latencia, razón por la cual no germinan aun cuando sean viables y se expongan a condiciones “favorables” (Robles, 1990 *cit in* Palma *et al.*, 2000). Los principales factores que inhiben la germinación son físico-mecánicos o físico-químicos, en los primeros intervienen los recubrimientos de la semilla que pueden influir en la entrada del agua y oxígeno al actuar como barreras mecánicas, en el segundo intervienen ácidos o compuestos inhibidores de la germinación, como el ácido abscisico (Bidwell 1990; Palma *et al.*, 2000). La latencia debida a la testa, no sólo se atribuye a la dureza de ésta, sino que también intervienen otras partes de la semilla como la gluma, la palea, el endospermo y el pericarpio, los cuales ocasionan latencia de diferentes maneras; al interferir la entrada del agua, intercambio gaseoso, el contenido de inhibidores químicos o el impedimento del escape de estos presentes en el embrión, la modificación de la luz que llega al embrión y ejercen una constricción mecánica (Bidwell 1990; Palma *et al.*, 2000).

En forma natural las semillas pueden perder la dureza de su testa y ser permeables al agua después de la abrasión mecánica por las partículas del suelo

o después de la descomposición de la testa de la semillas por acción microbiana (Jozef *et al.*, 2003). Las semillas también pueden estar expuestas a la fluctuación en las condiciones ambientales de los sitios, lo que a largo plazo puede ocasionar una disminución de su viabilidad (Robles, 1990 *cit in* Palma *et al.*, 2000).

De manera artificial existen diferentes métodos para que las semillas pierdan su latencia y germinen, ya sea por tratamientos de escarificación mecánica o química (Herranz *et al.*, 1998 *cit in* Jozef *et al.*, 2003; Vargas-Simón *et al.*, 2003). La escarificación forma parte de la metodología tradicional agrícola para incrementar y acelerar la germinación de las semillas frescas de leguminosas que tienen latencia exógena por impermeabilidad al agua de las cubiertas seminales (Nikolaeva, 1982 *cit in* Sánchez *et al.*, 2002). Algunos tipos de tratamientos son mecánicos como frotar la semilla con lija hasta observar un adelgazamiento o fractura de la testa, cortar una porción de la testa con una navaja, perforar la testa con aguja, colocar las semillas en agua hirviendo por diferentes periodos (desde 10 segundos hasta 60 minutos), colocar las semillas en ácido sulfúrico, y embeber las semillas en agua hasta 24 hrs. (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 2000). La escarificación mecánica es uno de los métodos más eficaces en las leguminosas, ya que permite incrementar la germinación y hace este proceso más homogéneo (Soto 1996 *cit in* Vargas-Simón *et al.*, 2003).

### 2.3 Depredación e importancia ecológica

La familia Bruchidae, también conocida como “gorgojos” o “escarabajos de las semillas”, son coleópteros cuyas larvas se alimentan de 34 familias de plantas, principalmente de leguminosas (Luna-Cozar *et al.*, 2002). La familia Bruchidae tiene aproximadamente 1600 especies conocidas en el mundo, en México se han registrado 323 especies distribuidas en 21 géneros, la subfamilia Bruchinae contiene 80 % de las especies, Amblycerinae el 10 %, y Pachymerinae el 9 %, el resto de las subfamilias solamente contienen el 1 % (Romero-Nápoles *et al.*, 1996 *cit in* Lorea-Barocio *et al.*, 2006).

Por su hábito espermófago, los brúquidos tienen una gran importancia económica ya que atacan a una gran cantidad de cultivos (Lorea-Barocio *et al.*, 2006). Las formas larvarias se alimentan principalmente de semillas de una gran variedad de plantas. Es curioso que si los brúquidos están asociados a plantas de importancia económica se consideran como plagas, pero si es lo contrario cuando se alimentan de un especie de maleza entonces su adjetivo cambia a control biológico (Romero-Nápoles *et al.*, 2005). Dado que muchas especies silvestres con interacciones con brúquidos se pueden incorporar al ámbito productivo en el futuro, el conocimiento y grado de daño que causa un insecto es muy importante (Romero-Nápoles *et al.*, 2005).

Los géneros de brúquidos más importantes como herbívoros de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* son *Acanthoscelides* y *Stator* (Salas *et al.*, 2001). Las especies del género *Acanthoscelides* tienen una amplia distribución desde los EUA hasta Ecuador y han sido reportadas como herbívoros de otras especies de *Mimosa*, tales como *M. acantholoba*, *M. benthamii*, *M. brandegeei*, *M. galeottii*, *M.*

*lacerata*, *M. laxiflora*, *M. luisana*, *M. martindelcampoi*, *M. monancistra*, *M. palmeri*,  
*M. platycarpa*, *M. polyantha*, *M. pudica* y *M. spirocarpa* (Romero-Nápoles *et al.* ,  
2005).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar los efectos de la escarificación, la temperatura, la luz y el daño producido por brúquidos en la germinación de semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*.

#### 3.2 Objetivos particulares

- Determinar el efecto de la escarificación mecánica en la germinación de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*.
- Determinar el efecto de la luz en la germinación de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*.
- Determinar el efecto de la temperatura en la germinación de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*.
- Identificar las especies de brúquidos que depredan las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*.
- Evaluar el porcentaje de depredación de semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* por brúquidos en una población ubicada dentro del Parque Ecológico Cubitos.
- Evaluar el efecto de los brúquidos en la germinación de las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Colecta de semillas

Las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* fueron colectadas en la población ubicada en el “Parque Ecológico Cubitos” (Figura 2). El parque tiene una superficie total de 132 ha, se localiza en la porción sur del estado de Hidalgo, entre los paralelos 20° 06' 33" - 20° 07'39" de longitud norte y 98° 45' 00" y 98° 44' 60" de longitud oeste. La temperatura media anual es de 16°C y la precipitación total de 498.4 mm. El parque abarca parte de los municipios de Pachuca de Soto y de Mineral de la Reforma. Las vías de acceso en la ciudad de Pachuca, Hgo., son Boulevard Everardo Márquez, Boulevard Luis Donaldo Colosio, Boulevard Bosques del Peñar y la antigua carretera a la Paz (<http://coedehgo.gob.mx/PEC/cubitos.htm>).

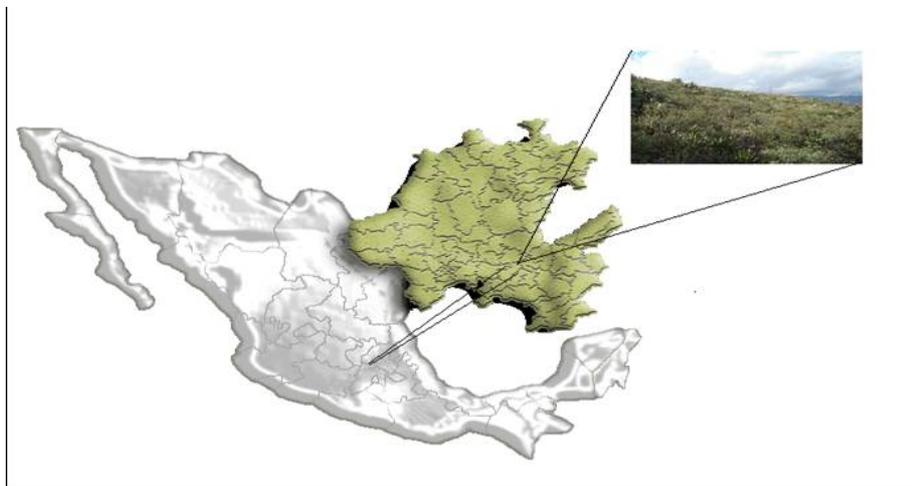


Figura 2. Mapa de ubicación de la población de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* donde se realizó la colecta de semillas.

Las semillas se colectaron durante el mes de enero de 2006. La colecta consistió en el corte de vainas o legumbres, estas en su mayoría se encontraban en un estado dehiscente, de tal manera que era posible distinguir fácilmente a las semillas dentro de las vainas. La colecta se realizó en 30 individuos tomados al azar, maduros y sin evidencia de daño. En el laboratorio de Ecología de Comunidades del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH, las semillas fueron extraídas de las vainas (diez mil semillas, aproximadamente) y almacenadas en bolsas de papel bajo las condiciones normales del laboratorio.

#### 4.2 Colecta e identificación de brúquidos

Todas las semillas colectadas se depositaron en recipientes de plástico. Durante dos semanas los brúquidos fueron saliendo de las semillas de forma natural. Los brúquidos fueron fijados en alcohol al 70 %. Los especímenes fueron determinados por el Dr. Jesús Romero Nápoles del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Posgraduados (Carr., México-Texcoco Km. 36.5, Texcoco, México).

#### 4.3 Diseño experimental.

Se realizaron experimentos factoriales mediante un arreglo combinatorio de tres factores (Reyes-Castañeda, 1999). Se probó el efecto de la escarificación mecánica con dos niveles (con y sin escarificación), la temperatura con cuatro niveles (15°C, 20°C, 25°C y 30°C); la luz con tres niveles (sin luz, luz continua y luz 12 hrs. /día). La distribución de los tratamientos (24 en total de acuerdo al mismo número de combinaciones) fue completamente al azar. El daño por brúquidos sobre la germinación de las semillas fue evaluado en otro experimento donde el

factor brúquido tuvo dos niveles (con y sin daño). Para realizar cada tratamiento se utilizaron 10 cajas petri con papel filtro como base. En cada caja petri se colocaron 10 semillas. Las semillas utilizadas no presentaban evidencia de daño por brúquidos. Diariamente se revisaban para registrar la germinación y se humedecían utilizando un aspersor manual con agua de la llave. Los ensayos se mantuvieron por 8 días. Se realizaron ensayos preliminares para los tratamientos a 15°, 20° y 30°C, sin luz y con semillas tanto escarificadas como no-escarificadas, en estos ensayos se continuó la revisión hasta los 22, 19 y 15 días, respectivamente. En general no se apreció un incremento de la germinación posterior a los 8 días, por lo que el resto de los tratamientos fueron acotados a ese lapso de tiempo. Los experimentos se realizaron utilizando una cámara de crecimiento de plantas marca VWR (modelo 2015). En los tratamientos con luz se utilizaron dos lámparas de 40 watts que se encuentran al interior de la cámara.

La escarificación que se realizó fue mecánica, utilizando un corta uñas se rompió una porción de la testa. Se tuvo precaución de no dañar el embrión cuando se realizaba el corte.

Para evaluar el efecto del daño producido por los brúquidos sobre la germinación, se realizó otro ensayo que consistió en colocar semillas que tuvieran evidencia de daño por brúquidos, bajo los diferentes tratamientos de temperatura y la técnica descrita anteriormente.

4.4 Depredación de semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* por brúquidos.

Para determinar el daño por brúquidos de las semillas colectadas, se obtuvo una muestra al azar de 2000 semillas. Estas semillas fueron clasificadas como: depredadas y no depredadas, con lo cual se obtuvo el porcentaje de infestación. Además se evaluó el porcentaje de daño que sufrieron las semillas en su interior. Para lo cual se seleccionaron al azar 10 muestras de 20 semillas depredadas (200 semillas en total), la cuales fueron seccionadas y con la ayuda de un microscopio de disección se determinó el porcentaje de daño.

#### 4.5. Análisis de datos

Con el número de semillas germinadas en cada tratamiento se calcularon varios parámetros germinativos con base en los trabajos de Enríquez *et al.*, (2004), Piedrahita, (1997, 1998). Sólo se consideraron los resultados obtenidos en los ensayos hasta 8 días después de la siembra. Estos fueron:

A).- Potencia germinativa (PG).

Calculado como el porcentaje de germinación total al finalizar el ensayo.

B).- Germinación media ( $G_{50}$ ).

Calculado como el número de días que transcurren hasta el día en que se alcanza el 50 % de la germinación para cada unidad experimental.

C).- Índice de germinación (IG).

Medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad germinativa

$$IG = \frac{\sum(n_i t_i)}{N}$$

Donde:

IG: índice de germinación

$n_i$ : número de semillas germinadas en el día

$t_i$ : número de días después de la siembra

N: total de semillas sembradas

D).-Velocidad de germinación (M).

Definida como la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación.

$$M = \sum \frac{(n_i)}{t}$$

Donde:

M: velocidad de germinación.

$n_i$ : número de semillas germinadas en el día.

t: tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

El efecto de los factores (escarificación, temperatura y luz) fue evaluado mediante un análisis de devianza usando el programa GenStat 8.1, este análisis es similar al análisis de varianza pero considerando una distribución del error tipo binomial y una función de ligamiento logit. Previo al análisis, los datos de

germinación fueron acotados entre 0 y 1, para lo cual los valores en porcentaje se dividieron entre 100.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fue evidente que para romper la latencia de las semillas fue necesario realizar la escarificación. Se registraron diferencias significativas entre semillas con y sin escarificación ( $\chi^2 = 54.5$   $P < 0.01$ ) (Cuadro 1; Figura 3). De acuerdo a los diferentes parámetros germinativos calculados, los mejores valores de germinación fueron obtenidos en los tratamientos donde las semillas fueron escarificadas (Cuadro 2). Este resultado es similar a lo reportado para otras especies de *Mimosa*, donde los mejores resultados de germinación ocurrieron en semillas escarificadas (Camargo-Ricalde y Grether, 1998). La escarificación mecánica realizada fue adecuada. No se probó la escarificación química debido a que no hay evidencia de que las semillas de esta especie sean tragadas por animales. En las semillas de las leguminosas la testa dura e impermeable sugiere la necesidad de escarificación, la impermeabilidad de la testa esta asociada con la desecación de las semillas durante la maduración (Camargo-Ricalde y Grether, 1998). La escarificación mecánica es un método adecuado en semillas de *Mimosa* (Camargo-Ricalde y Grether, 1998). En *Mimosa bimucronata* con un previo tratamiento de lijado de las semillas, se estimulo la germinación a las 72 hrs. en un 80 % (Vargas-Simón *et al.*, 2003).

La temperatura fue un factor significativo en los porcentajes de germinación ( $\chi^2 = 14.8$   $P = 0.002$ ) (Cuadro 1; Figura 3). Los valores más bajos obtenidos ocurrieron a 15° C (Cuadro 2; Figura 4), esta temperatura difirió significativamente

de las otras ensayadas ( $P < 0.05$ ). No hubo diferencias en los resultados obtenidos entre 20° C y 25° C ( $P > 0.05$ ).

El porcentaje de germinación más alto se obtuvo a 30° C sin luz y con las semillas escarificadas, esta temperatura difirió significativamente del resto ( $P < 0.05$ ). La velocidad de germinación más alta ocurrió bajo el tratamiento a 30° C con semillas escarificadas sin luz (Cuadro 2). En cuanto al índice de germinación el tratamiento que obtuvo el valor más alto fue a 25° C con semillas escarificadas sin luz, y para el índice  $G_{50}$  el mejor fue a 30° C en semillas escarificadas sin luz (3.3 días) (Cuadro 2). La germinación de las semillas inicio en los primeros 3 días desde la siembra bajo los tratamientos a 25° C y 30° C, mientras que a menores temperaturas inicio posteriormente. En el caso de los tratamientos sin escarificar y sin luz los ensayos se prolongaron por más de 8 días. Fue notorio a 15° C que la semillas sin escarificar iniciaron la germinación hasta el día 11 con un porcentaje de germinación menor a 4% y en las semillas escarificadas a la misma temperatura la germinación inicio el día 9 llegando a 30 % en el día 17, este valor no cambio aunque el ensayo se prolongó cinco días más (Figura 4). En el resto de los tratamientos no fue apreciable un cambio en el porcentaje de germinación después de 8 días desde la siembra de las semillas.

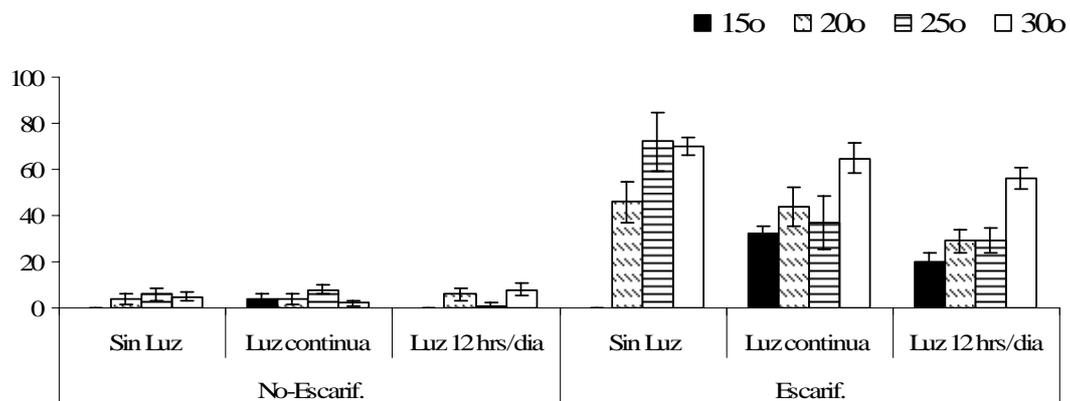


Figura 3. Porcentaje promedio de germinación ( $\pm$  E.S.) de las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* bajo los diferentes tratamientos de escarificación, luz y temperatura.

Cuadro 1. Resultados del análisis de devianza considerando una distribución del error tipo binomial y una función de ligamiento logit.

Fuente de variación	g.l.	devianza	P
Escarificación	1	54.56	<0.001
Luz	2	1.55	0.459
Temp.	3	14.82	0.002
Escarif.*Luz	2	0.24	0.887
Escarif.*Temp.	3	0.60	0.896
Luz*Temp.	6	9.10	0.168
Escarif.*Luz*Temp.	6	1.55	0.956
Error	216	37.88	
Total	239	120.34	

Cuadro 2. Valores de los índices de germinación para diferentes temperaturas: PG= Porcentaje de germinación, M= Velocidad de germinación, IG= Índice de germinación, G<sub>50</sub>= Germinación media (días). Los tratamientos a los que fueron sometidas las semillas bajo las diferentes temperaturas están indicadas como: A= Sin escarificar sin luz, B= Escarificadas sin luz, C= Sin escarificar con luz continua, D= Escarificadas con luz continua, E= Sin escarificar con 12 hrs. de luz y 12 hrs. de oscuridad, F= Escarificadas con 12 hrs. de luz, 12 hrs. de oscuridad. X= no se alcanzo el 50% de la germinación por lo que no se obtuvo el índice G<sub>50</sub>.

	15° C						20° C						25° C						30° C					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
<b>PG</b>	0	0	4	32	0	20	4	46	4	44	6	29	6	70	8	37	1	29	5	72	2	65	8	56
<b>M</b>	0	0	1.29	13.1	0	6.26	1.09	13.39	2.32	43.3	2.10	14.3	3.84	55.1	4.15	26.2	0.63	19.2	5.30	67.2	1.06	45.6	6.59	42.8
<b>IG</b>	0	0	0.64	5.82	0	3.15	0.59	6.38	0.89	12.9	1.08	6.14	1.47	19.6	1.61	9.09	0.26	6.69	1.53	21.4	0.47	15.9	2.15	13.6
<b>G<sub>50</sub></b>	X	X	X	6.5	X	X	X	9	X	X	X	X	X	3.3	X	X	X	X	X	4.3	X	5.5	X	6.9

Los valores de temperatura a los que se obtuvieron los mejores resultados de germinación (25° C y 30° C) se encuentran en el intervalo de temperaturas que son consideradas como condiciones propicias para la germinación de una gran cantidad de especies, el cual fluctúa entre 20° C y 35° C (Patiño *et al.*, 1983). En *Mimosa luisana* la germinación a 25° C inició a los 2 días, obteniendo 37- 56% de germinación (Rivera-Aguilar *et al.*, 2005). En semillas escarificadas de *Mimosa depauperata* y *Mimosa similis* la temperatura óptima de germinación varió entre 20° y 35°C, pero *Mimosa texana* var. *texana* y *Mimosa lancerata* el intervalo es mas elevado fluctuando entre 30° y 35°C (Orozco-Almanza *et al.*, 2003).

El factor luz no fue significativo ( $X^2= 1.55$ ,  $P = 0.45$ ) (Cuadro 1), por lo que se considero que las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* no fueron fotoblasticas, es decir no hubo un incremento en la germinación como respuesta al estímulo luminoso. En otras especies tampoco se ha encontrado un efecto de la luz, por lo que en condiciones de campo pueden germinar tanto a la sombra del dosel como bajo sitios desnudos (Camargo-Ricalde *et al.*, 1998; Orozco-Almanza *et al.*, 2003). En la figura 4 se observa que las semillas escarificadas a 15°C no germinaron en ausencia de luz, pero si bajo luz. Sin embargo, ninguna de las interacciones entre factores fue significativa (Cuadro 1).

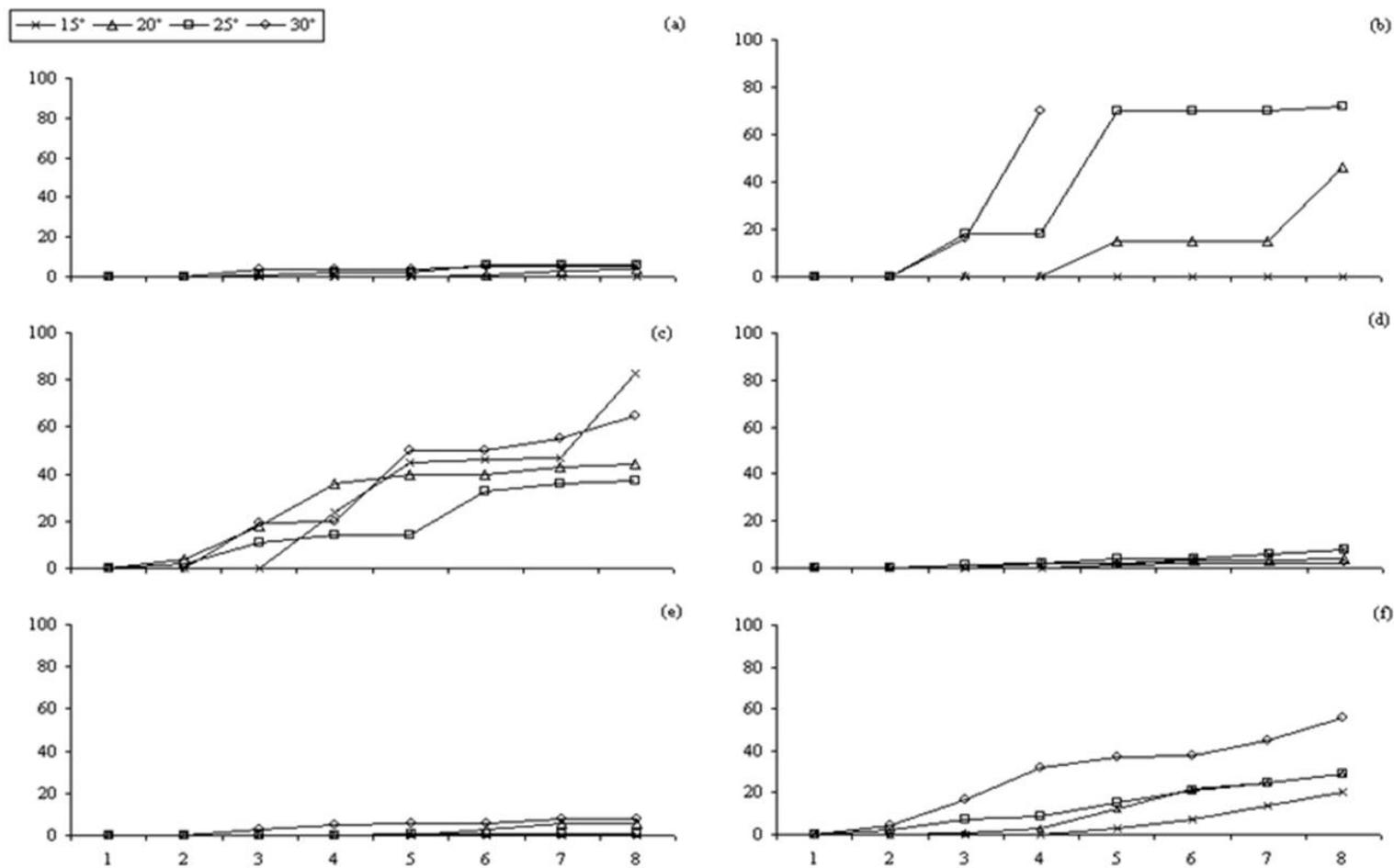


Figura 4. Curvas de germinación acumulativa en porcentaje hasta 8 días después de la siembra para los diferentes tratamientos realizados: (a) semillas no escarificadas sin luz; (b) semillas escarificadas sin luz; (c) semillas escarificadas con luz continua; (d) semillas no escarificadas con luz continua; (e) semillas no escarificadas con 12 hrs. luz por día; (f) semillas escarificadas con 12 hrs luz por día.

En promedio 26.85% (E.S. = 1.58) de las semillas colectadas mostraron evidencia de daño producido por brúquidos. Se determinaron cuatro especies de brúquidos que atacan las semillas. Tres especies pertenecientes al género *Acanthoscelides* (*A. speciosus* (Shaeffer), *A. mexicanus* (Sharp) y *A. chiricahuae* (Fall)) y una especie al género *Stator* (*S. pruininus* Horn). Al parecer el haber registrado cuatro especies de brúquidos depredando a una misma especie de planta es un fenómeno raro (Romero-Nápoles *et al.*, 2005; Lorea-Barocio, 2006). En otras especies de *Mimosa* solo se han encontrado dos especies de brúquidos (*A. mexicana* y *S. pruininos*) (Camargo-Ricalde *et al.*, 2006). Los valores de infestación reportados aquí para *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* se encuentran ligeramente por debajo del intervalo reportado para otras especies de *Mimosa* (*M. calcicola*, *M. lancerata*, *M. luisana*, *M. polyantha*, *M. purpusii* y *M. texana* var. *filipes*) que varía entre el 30 y 75% (Camargo-Ricalde *et al.*, 2006). Es probable que el porcentaje de infestación haya sido afectado por la presencia de parasitoides que atacan a los brúquidos, aunque observamos que estos emergieron de algunas semillas no se evaluó su efecto.

Ninguna de las semillas con daño aparente por ataque de brúquidos germinó bajo ninguno de los diferentes tratamientos ensayados. En algunas especies se ha reportado que los agujeros hechos por los brúquidos en las semillas incrementan la permeabilidad y elevan la germinabilidad (Wiegand *et al.*, 1999). Sin embargo, este fenómeno no ocurre en *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* ni en otras especies de *Mimosa* que habitan zonas semiáridas del centro del país, ya que se ha probado que no se mejora la germinación y que las semillas con orificio de salida del brúquido llegaron a germinar solo entre el

2 -10 % (Orozco-Almanza *et al.*, 2003; Camargo-Ricalde *et al.*, 2006). El alto consumo de tejidos internos de las semillas depredadas puede ser la causa, en este estudio registramos 89.67 % de pérdida (E.S.= 0.9639), donde en todas las semillas evaluadas el embrión fue dañado o consumido.

## 6. CONCLUSIONES

- Las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* necesitan ser escarificadas mecánicamente para que germinen.
- La germinación más alta ocurrió a 30° C con semillas escarificadas y sin luz.
- La germinación de las semillas inicia a los 3 primeros días a temperaturas altas, mientras que a menor temperatura inicia posteriormente.
- Las semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* no son fotoblásticas.
- Ninguna de las semillas con daño aparente por brúquidos germinó bajo los diferentes tratamientos.
- Se reconocieron en total cuatro especies de brúquidos.
- El porcentaje de depredación por brúquidos es bajo, pero el daño que causa a las semillas es muy alto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Bidwell, R.G. 1990. Fisiología Vegetal. AGT Editor, S.A. México, D.F. 784.
- Cabrera, C. 2006. Estudio químico de las hojas y tallos de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Benth) Barneby. Tesis de Licenciatura en Química. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 3-5 p.
- Camargo-Ricalde, S.L. y R. Grether. 1998. Germinación, dispersión y establecimiento de plántulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. *Revista de Biología Tropical* 46: 543-554.
- Camargo-Ricalde, S.L., y S.S. Dhillion. 2003. Endemic *Mimosa* species can serve as mycorrhizal "resource islands" within a semiarid communities of the Tehuacan-Cuicatlán, México. *Mycorrhiza* 13: 129-136.
- Camargo-Ricalde, S.L., Shircharn, D., Grether, R., García-García, V., Alonso, C., González, R. y A. Martínez-Bernal. 2001. El género *Mimosa* (Fabaceae-Mimosoideae) en el Valle de Tehuacan-Cuicatlán, México II. Estudio sobre la germinación de seis especies del género *Mimosa*. Memorias del XV Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. Mex. Querétaro. Querétaro, México.
- Camargo-Ricalde, S.L., Grether, R. Acosta Arriola, V., Aleman Sancheschulz, G., Romero-Nápoles, J. y M. Orozco Almanza. 2006. Parasitismo previo a la dispersión, germinación y reserva de semillas de *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae) en el suelo del Valle de Tehuacan-Cuicatlán, Puebla, México. Memorias del I Congreso Mexicano de Ecología. Soc. Bot. Ecol. Morelia, Mich., México.
- Cronquist, A. 1988. The evolution anal classification of Howering plants, 2<sup>nd</sup>. The New York Bot. Gard. 1-555.
- Dorado, O., Arias, D., y M. Sousa. 2005. Leguminosas de la Sierra de Huautla. México. CEAMISH. 7-172.
- Enríquez, E., Suzán, H. y G.Barrera. 2004. Viabilidad y germinación de semillas de *Taxodium mucronatum* (Ten.) en el estado de Querétaro, México. México. *Agrociencia* 38: 357-381.
- Estrada, E. y A. Martínez. 2003. Los géneros de Leguminosas del Norte de México. Texas. Botanical Research Institute of Texas. 1-132.
- Estrada, E., Yen Méndez, C., Delgado Salinas, A. y J. Villareal Quintanilla. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. México. *Serie Botánica* 75: 73-85.
- Faccini, D. y E. Puricelli. 2006. Efecto de la temperatura y de la luz sobre la germinación de *Nicotiana longiflora* Cavaniles y *Oenothera indecora* Camb. *Agriscientia*. 22: 15-21.

- Godínez-Álvarez, H. y A. Flores-Martínez. 2000. Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. *Polibotanica* 11: 1-29.
- Grether, G.R., S.L. Camargo-Ricalde, y A. Martínez-Bernal. 1996. Especies del género *Mimosa* (Leguminosae) presentes en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 58: 149-152.
- Jozef, A., Van, A., Katrien, L., Debucquoy, A. y A. Rommens. 2003. Seasonal cycles in the germination capacity of buried seeds of some Leguminosae (Fabaceae). *New Phytologist* 158: 315-323.
- Lorea-Barocio, J., Romero-Nápoles, J., Valdez-Carrasco, J. y J. Carrillo-Sánchez. 2006. Especies y hospederas de los Bruchidae (Insecta Coleoptera) del Estado de Jalisco México. México. *Agrociencia* 40: 511-520.
- Luna-Cozar, J., Romero-Nápoles, J. y R. Jones. 2002. Lista de Bruchidae del Estado de Querétaro, México (Insecta: Coleoptera). *Acta Zoológica Mexicana* 87: 17-28.
- Orozco-Almanza, M., Ponce de León-García L., Grether R. y E. García-Moya. 2003. Germination of four species of the genus *Mimosa* (Leguminosae) in a semi-arid zone of Central México. *Journal of Arid Environments* 55: 72-92.
- Palma, M., López, A. y J. Molina. 2000. Condiciones de Almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Andropogon gayanus* Kunth. México. *Agrociencia* 34: 41-48.
- Patiño, V.F., P. de la Garza, Y. Villagomez, I. Talavera, y F. Camacho. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas forestales, Subsecretaría Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín informativo no. 62. México, D.F. 180p.
- Piedrahita, E. 1997. Germinación de semillas de *Jacaranda copaia* bajo condiciones contrastantes de luz. Colombia. *Crónica forestal y del medio ambiente* 12: 1-4.
- Piedrahita, E. 1998. Aumento del vigor en semillas de *Pinus patula* (Schlecht. & Cham.) por el efecto de osmocondicionamiento. Colombia. *Crónica forestal y del medio ambiente* 13: 1-21.
- Reyes-Castañeda, P. 1999. Diseño de experimentos aplicados. Trillas, México. D.F. 348.

- Rivera-Aguilar, V., Godínez-Álvarez, C., Manuell-Cacheux, I. y S. Rodríguez-Zaragoza. 2005. Physical effects of biological soil crusts on seed germination of two desert plants under laboratory conditions. México. *Journal of Arid Environments* 63: 344-352.
- Romero-Nápoles, J., Grether, R., Camargo-Ricalde, S y C. Jonson. 2005. Método para la evaluación de daño de semillas por brúquidos (Insecta Coleoptera), en el campo con nuevos registros de hospederos y distribución para el grupo. *Entomología Mexicana* 4: 107-111.
- Rzedowski, J. y G. Rzedowski. 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. México. Editorial Limusa. Volumen 1: 283-286.
- Rzedowski, J. y G. Rzedowski. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. México. Editorial Limusa. Volumen 1:57, 279, 284-286.
- Salas, D., Romero-Nápoles, J. y E. García. 2001. Contribución al estudio de los bruquidos (Insecta: Coleoptera) asociadas a fabáceas arbustivas. México. *Acta Universitaria* 11: 26-32.
- Sánchez, J., Muñoz, B., Reino, J., y L. Montejó. 2002. Efectos combinados de escarificación y de hidratación parcial en la germinación de semillas envejecidas de leguminosas. Cuba.
- Takakura, K. 2002. The specialist seed predator *Bruchidius dorsalis* (Coleoptera Bruchidae) plays a crucial role in the seed germination of its host plant, *Gleditsia japonica* (Leguminosae). *Functional Ecology* 16: 252-257.
- Valiente-Banuet, A., y E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, México. *Journal of Ecology* 79: 961-971.
- Van-Standen, J., J.C. Manning, y K.M. Kelly. 1989. Legumes seeds the structure: function equation. In: C.H. Stirton, and J.L. Zarucchi(eds). *Advances in Legume Biology, Monographs on Systematic Botany*, Vol. 29. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA. 417-450 pp.
- Van-Klinken, D. R. 2005. Total annual seed loss on a perennial legume through predation by insects: the importance of within-season seed and seed feeder dynamics. *Austral Ecology* 30: 414-425.
- Vargas-Simón, G., Molina, F. y J. Moguel. 2003. Caracterización del fruto, semillas y estudio de germinación del Guapaque (*Dialium guianense* (AUBL) Sandwith). Villahermosa Tabasco. *Universidad y Ciencia* 19: 77-83.

- Zevallos, P. y Y. Flores. 2003. Caracterización Morfológica de plántulas de “una de gato” *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Roemer & Schultes), D. C. Y. *U. guianensis* (Aubl.) Gmelin del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Lima Perú. *Ecología Aplicada* 2: 41-46.
- Wiegand, K., F. Jeltsch, y D. Ward 1999. Analysis of population dynamics of *Acacia* trees in the Negev desert, Israel with a spatially-explicit computer simulation model. *Ecological Modelling* 117: 203-224.