

3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

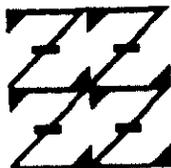
FENOLOGIA CUANTITATIVA Y PATRONES DE CRECIMIENTO DE CUATRO ESPECIES DEL GENERO *Mimosa* (*Leguminosae*) EN LA CUENCA DEL RIO ESTORAX, QUERETARO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
RITA DOLORES CAMACHO QUEZADA

DIRECTOR: M. en C. MA. SOCORRO OROZCO ALMANZA

285332

U N A M
FES
ZARAGOZA



LO HUMANO ES EN NUESTRA REFLEXION

PROYECTO FINANCIADO POR: DGAPA PAPIIT No. IN-220198

MEXICO, D. F.

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Duermen las tiernas mimosas
en los bordes del torrente,
mustias se tuercen las rosas,
inclinando perezosas
su rojo cáliz turgente.

Piden sombra a los mangueros,
los floripondios tostados;
tibios están los senderos
en los bosques perfumados
de mirtos y limoneros.

Y las blancas amapolas
de calor desvanecidas,
humedecen sus corolas
en las cristalinas olas
de las aguas adormidas.

I. M. Altamirano



DEDICATORIA

CON TODO MI AMOR Y RESPETO

A mi madre: Ma. Dolores Quezada Villegas

A mi padre: Ricardo Camacho Venegas

A quienes les debo todo lo que soy, por luchar por mí,
por estar siempre conmigo y porque no escatiman
esfuerzos ni sacrificios con el fin de educarme y
demostrarme su amor.

A mis hermanos: Mónica y Ricardo

por compartir conmigo sus momentos y su cariño.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me abrió sus puertas y me dió todo lo necesario para concluir mis estudios.

A la M. en C. Ma. Socorro Orozco Almanza a quien profeso gran admiración y quien me brindó apoyo incondicional, paciencia, dedicación y desde luego ha enriquecido enormemente mi formación con sus comentarios y dirección.

Al Biól. Roberto Ramos González por su guía y apoyo.

A la DGAPA por el financiamiento del proyecto.

Al Dr. Arcadio Monroy Ata por todas las facilidades, apoyo y comentarios.

A mis compañeros: Guadalupe, Gisela, Gerardo, Gabriel, Eduardo, Mauro, Mónica, Roberto, Aurora, Rocío, Isaura, y todos los que me acompañaron y me brindaron su amistad.

A mis sinodales Dr. Arcadio Monroy Ata, M. en C. David Nahum Espinosa Organista, Biól. Balbina Vázquez Benítez y Biól. Alejandro Tecpa Jiménez por su revisión y aportaciones.

Un agradecimiento especial al M. en C. Leonardo Escalante García por sus observaciones y comentarios, a la Biól. Maribel Flores Estrada por las facilidades brindadas y a mi compañero Juan Estevez Torres por su ayuda en campo.

INDICE

	Página
I. Introducción	1
II. Antecedentes	4
2.1 Características taxonómicas del género <i>Mimosa</i>	4
III. Situación actual del género en México	11
IV. Estudios fenológicos del género <i>Mimosa</i> L. en México y otras partes del mundo	12
V. Descripción del área de estudio	12
VI. Justificación	14
VII. Objetivos	16
7.1. Objetivo general	16
7.2. Objetivos específicos	16
VIII. Hipótesis	17
IX. Material y Método	17
9.1 Fenología cuantitativa	18
9.2 Patrones de crecimiento	19
9.3 Datos climatológicos	20
9.4 Análisis estadístico	20
X. Resultados	22
10.1. Evaluación fenológica	22
10.1.1 Fenofases de las cuatro especies	22
10.1.2. Cuantificación de la proporción de estructuras vegetativas y reproductoras por especie	23
10.1.2.1. Estructuras vegetativas	26
10.1.2.1.1. Hojas	26
10.1.2.1.1.1. Abscisión de hojas	26
10.1.2.2. Estructuras reproductoras	27
10.1.2.2.1. Botones florales	27
10.1.2.2.2. Flores	27

10.1.2.2.3. Frutos	27
10.1.2.2.4. Dispersión de semillas	31
10.2 Patrones de crecimiento	31
10.2.1. Desarrollo foliar	31
10.2.2. Desarrollo frutal	34
10.2.3. Altura y diámetro de los individuos del género <i>Mimosa</i> en un año	36
10.2.4. Tasa de crecimiento anual	39
10.2.5. Producción anual de nudos activos	39
10.2.6. Longitud anual y tasas de crecimiento de tallos	43
10.2.7. Ganancia de biomasa anual	44
XI. Discusión	45
XII. Conclusiones	56
XIII. Literatura citada	58

RESUMEN

El género *Mimosa* L. está ampliamente distribuido en México, encontrándose en zonas tanto tropicales y templadas, como áridas y semiáridas; sin embargo, el género ha sido poco estudiado en relación a su biología, ecología, potencialidad de uso en la industria química, producción de forraje y sobre todo, como elemento susceptible de utilizarse en la recuperación de suelos y en la restauración ecológica. Varias especies de este género presentan una alta funcionalidad bajo condiciones de sequía ya que poseen estrategias que les permiten habitar exitosamente en las zonas áridas y semiáridas de México, donde coexisten con otras leñosas, gramíneas y especies anuales.

El presente trabajo se realizó en tres matorrales xerófilos en la zona semiárida de la Cuenca del Río Estórax, en la parte Central del Estado de Querétaro, con el objetivo de determinar la fenología cuantitativa y los patrones de crecimiento de cuatro especies del género *Mimosa*: *M. lacerata* Rose, *M. depauperata* Benth, *M. texana* var. *texana* (A. Gray) y *M. similis* Britton y Rose. La hipótesis planteada fue: Las cuatro especies del género *Mimosa* estudiadas pertenecen a un mismo grupo funcional ya que sus patrones fenológicos y de crecimiento son similares; por otro lado, la coexistencia de dos de las especies (*M. lacerata* y *M. depauperata*), es posible porque ambas especies tienen su floración en períodos distintos, por lo que los altos requerimientos hídricos para la reproducción no se traslapan. La metodología consistió en la localización de tres comunidades vegetales en donde habitan las cuatro especies bajo estudio y posteriormente se eligió una muestra representativa de cinco individuos de cada especie, en cada uno de los cuales se registraron mensualmente las distintas fases fenológicas y los patrones de crecimiento.

Los resultados obtenidos son: las cuatro especies son caducifolias y presentan patrones fenológicos similares; la foliación se presenta en la primavera; la floración en la primavera-verano y la fructificación en el verano-otoño-invierno; sin embargo, el inicio y la duración de cada una de estas fases varió dependiendo de la especie. En general para las cuatro especies la aparición del follaje es una respuesta directa de la precipitación pluvial. La floración se presentó durante la época seca y cálida del año, como respuesta a las altas temperaturas, las cuatro especies presentaron una respuesta fotoperiódica de día largo. La fructificación, se presentó en la época del año caracterizada por una disminución en la temperatura y la humedad.

Mimosa texana var. *texana* requiere de menor cantidad de agua en relación a las otras tres especies para iniciar la foliación y se mantiene el follaje durante un período más largo; *M. depauperata* presentó la mayor producción de hojas y *M. lacerata* presentó los valores más altos en cuanto a floración y fructificación.

En relación a los patrones de crecimiento se observaron tendencias diferentes en las cuatro especies;. *M. lacerata* presentó el mayor incremento en diámetro, altura, y el mayor número de nudos activos; *M. depauperata* mostró la mayor tasa de crecimiento; *M. texana* var. *texana* mostró la menor biomasa acumulada y una tasa de crecimiento intermedia y *M. similis* mostró el valor más alto de producción de biomasa anual. Lo anterior indica que las cuatro especies pueden clasificarse dentro de un mismo grupo funcional, de acuerdo con sus patrones fenológicos, pero no así en función de sus patrones de crecimiento, los cuales son diferentes. En general se puede concluir que las características fenológicas y de crecimiento indican que estas cuatro especies son resistentes a la sequía y que poseen estrategias especializadas de sobrevivencia bajo condiciones de perturbación, por lo cual son susceptibles de utilizarse en la recuperación de sitios deteriorados.

I. INTRODUCCION

Las zonas áridas y semiáridas son las más extensas del país, ya que constituyen más de la mitad del territorio nacional; sin embargo, su baja productividad biológica y la escasez de su vegetación, significan que su diversidad florística total, unas 6 000 especies, es pobre respecto al área que ocupan. Aunque estos factores contribuyen a generar la creencia popular de que los ecosistemas del matorral xerófilo son comunidades desoladas desde el punto de vista biológico, la idea se contrapone con el hecho de que el endemismo de especies en estos ecosistemas alcanza más del 60%, de modo que las zonas áridas y semiáridas de México son el centro de origen de muchos *taxa* y el centro más importante de evolución de los cactus. Asimismo, las floras regionales únicas y ciertas formas de crecimiento de las plantas, se combinan con los factores edáficos y topográficos y producen una amplia gama de ecotipos, estructuralmente distintos, mayor que en cualquier otra zona ecológica (Challenger, 1998).

Por otro lado, la baja productividad y la compleja ecología de las zonas áridas los hace inherentemente frágiles ante la perturbación antropogénica a gran escala. En efecto durante miles de años estas zonas han sido habitadas por seres humanos que practicaban estrategias de subsistencia de bajo impacto, en las cuales se le daba más importancia a la caza y a la recolección y menos a la agricultura, por lo que habían permanecido relativamente intactos desde el punto de vista ecológico, pero en los últimos 100 años la situación ha cambiado radicalmente: los ecosistemas del matorral xerófilo han sido alterados en casi toda su extensión por el sobrepastoreo del ganado introducido, el cual ya ha transformado por completo los pastizales semidesérticos. Asimismo, la sobreexplotación de unas cuantas especies industrialmente útiles, como la lechuguilla, el guayule, etc., han diezmado localmente las poblaciones de esas plantas, alterando la estructura y diversidad de las comunidades. Por lo tanto, mientras que en algunas zonas siguen existiendo grandes extensiones de matorral xerófilo intactas, que constituyen los ecosistemas mexicanos mejor representados en las reservas oficiales (más de seis millones de hectáreas en total), los pastizales semidesérticos de México son, por el contrario, las comunidades naturales más profundamente alteradas en todo el país y las peor representadas en todas las reservas. De hecho, es probable que se trate de los ecosistemas mexicanos en mayor peligro de desaparecer (Challenger, 1998).

Debido a la expansión de la agricultura mecanizada comercial y a la ganadería extensiva, así como a la gradual incorporación de la población local a la economía monetaria, los indígenas del

desierto - y su estilo de vida - han sido desplazados y transformados de una manera más completa que en cualquier otra zona ecológica. Con la continua emigración de las zonas áridas y la sobreexplotación de recursos naturales se está perdiendo tanto el conocimiento tradicional que les permitió sobrevivir en esos ambientes tan hostiles, como muchas plantas silvestres y domesticadas de enorme potencial; y quizá futuros cultivos de alimento y forraje (Challenger,1998).

Es por ello, que es necesario atender la problemática de deterioro que actualmente se presenta en los ecosistemas semiáridos de México; también es urgente implementar estrategias que permitan su recuperación en el corto, mediano y largo plazo (Arredondo *et al.*, 1998). Actualmente se conocen tres alternativas para la regeneración de un ecosistema deteriorado: la restauración, la rehabilitación y la reasignación ecológicas. La restauración es la regeneración total de un sitio degradado, en relación al ecosistema de referencia y se basa en el reestablecimiento, de ser posible, de la flora nativa original. En segundo lugar la rehabilitación es la regeneración parcial del sitio, en relación al ecosistema de referencia; es decir el ecosistema que prevalecía antes de la perturbación y consiste en recuperar la productividad del ecosistema, reestableciendo las especies nativas pero se permite la introducción de algunas especies exóticas, bien adaptadas al lugar de rehabilitación. En tercer lugar en los ecosistemas en los que el grado de deterioro atraviesa el umbral de irreversibilidad, la regeneración en relación al ecosistema de referencia es casi imposible y en este caso se intenta recuperar el ecosistema a través de un uso diferente al original; a esta alternativa de regeneración se le llama reasignación del uso del suelo en la cual se invierte una gran cantidad de energía, agua y fertilizantes. Cualquiera que sea la alternativa a utilizar en la recuperación de un ecosistema, la base es el estudio de los componentes y procesos que explican la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Jordan *et al.*, 1990).

Noble y Slayter (1980), proponen dieciocho atributos para determinar la respuesta de las especies a los disturbios, los cuales se definen como aquellos parámetros que están estrechamente relacionados con el ecosistema y que pueden servir como indicadores de su estructura y función. Estos atributos vitales del ecosistema han sido estudiados por Aronson *et al.* (1993)(a)(b); donde se presentan los siguientes:

a) Atributos estructurales: Cobertura de especies perennes, riqueza de especies anuales, cobertura total, diversidad beta, espectro de formas de vida, especies clave, épocas de foliación, épocas de floración, épocas de fructificación, épocas de producción de semillas, época de lluvias y dispersión de

semillas, longevidad de semillas, condiciones de la superficie del suelo, biomasa microbial, diversidad beta edáfica, coeficiente de infiltración de lluvia en el suelo, reserva máxima de agua disponible en el suelo y extensión del período de disponibilidad de agua.

b) Atributos funcionales: Fotosíntesis, eficacia del uso del nitrógeno, efectividad de microsimbiontes, eficiencia del uso del agua, índices de ciclaje de nutrientes, écesis, germinación y establecimiento, productividad en biomasa (tallos, hojas, flores, frutos, semillas), microclima (luz, temperatura y humedad), materia orgánica del suelo, nutrientes (N,P,K) y capacidad de intercambio catiónico.

De estos atributos ecológicos, la estructura de la vegetación y la fenología son aspectos determinantes para seleccionar especies con potencial de uso en la restauración, rehabilitación y reasignación ecológicas. Así mismo para llevar a cabo trabajos de reconocimiento de las especies clave de la estructura y funcionamiento de una comunidad biótica es preciso definir las como especies dominantes en el ecosistema que determinan y controlan, en gran parte, los flujos energéticos (Detlef y Mooney, 1994).

En las zonas áridas de México el género *Mimosa* es dominante y en particular en la zona semiárida del Estado de Querétaro, conocida como Cuenca del Río Estórax, donde se han reportado seis especies (Zamudio, 1984). Sin embargo este género ha sido poco estudiado ecológicamente y para muy pocas especies se conoce su fenología, incluso se tienen aún problemas taxonómicos.

Por otro lado, los elementos dominantes de la comunidad vegetal, son importantes en la dinámica funcional de los ecosistemas, por lo que es necesario conocer los mecanismos para hacer frente a los factores limitantes que tienen estas especies en las condiciones tan adversas de aridez presentes en el medio (Bergmeier y Matthäs, 1996).

Una forma de determinar esto es a través de la fenología, la cual comprende los estudios de las relaciones entre los factores climáticos y los fenómenos periódicos en los organismos (Daubenmire, 1998). La fenología puede ser de dos tipos: cualitativa y cuantitativa. La fenología cualitativa tiene por objetivo establecer las fenofases basadas en las observaciones de las variaciones aparentes en el desarrollo vital de las plantas (Larcher, 1977); la fenología cuantitativa en cambio

semillas, longevidad de semillas, condiciones de la superficie del suelo, biomasa microbial, diversidad beta edáfica, coeficiente de infiltración de lluvia en el suelo, reserva máxima de agua disponible en el suelo y extensión del período de disponibilidad de agua.

b) Atributos funcionales: Fotosíntesis, eficacia del uso del nitrógeno, efectividad de microsimbiontes, eficiencia del uso del agua, índices de ciclaje de nutrientes, écesis, germinación y establecimiento, productividad en biomasa (tallos, hojas, flores, frutos, semillas), microclima (luz, temperatura y humedad), materia orgánica del suelo, nutrientes (N,P,K) y capacidad de intercambio catiónico.

De estos atributos ecológicos, la estructura de la vegetación y la fenología son aspectos determinantes para seleccionar especies con potencial de uso en la restauración, rehabilitación y reasignación ecológicas. Así mismo para llevar a cabo trabajos de reconocimiento de las especies clave de la estructura y funcionamiento de una comunidad biótica es preciso definir las como especies dominantes en el ecosistema que determinan y controlan, en gran parte, los flujos energéticos (Detlef y Mooney, 1994).

En las zonas áridas de México el género *Mimosa* es dominante y en particular en la zona semiárida del Estado de Querétaro, conocida como Cuenca del Río Estórax, donde se han reportado seis especies (Zamudio, 1984). Sin embargo este género ha sido poco estudiado ecológicamente y para muy pocas especies se conoce su fenología, incluso se tienen aún problemas taxonómicos.

Por otro lado, los elementos dominantes de la comunidad vegetal, son importantes en la dinámica funcional de los ecosistemas, por lo que es necesario conocer los mecanismos para hacer frente a los factores limitantes que tienen estas especies en las condiciones tan adversas de aridez presentes en el medio (Bergmeier y Matthäs, 1996).

Una forma de determinar esto es a través de la fenología, la cual comprende los estudios de las relaciones entre los factores climáticos y los fenómenos periódicos en los organismos (Daubenmire, 1998). La fenología puede ser de dos tipos: cualitativa y cuantitativa. La fenología cualitativa tiene por objetivo establecer las fenofases basadas en las observaciones de las variaciones aparentes en el desarrollo vital de las plantas (Larcher, 1977); la fenología cuantitativa en cambio

aporta un panorama con bases estadísticas sobre la productividad de las plantas y la potencialidad de su reproducción sexual (Nielsen *et al.*, 1986).

II. Antecedentes

2.1. Características taxonómicas del género *Mimosa*

El género *Mimosa* L. pertenece a la Familia Leguminosae, subfamilia Mimosoideae, orden Rosales (Grether *et al.*, Inédito), el género se describe como sigue :

Arbustos erectos o postrados, o árboles con ramas teretes, estriados o acostillados, generalmente armados con aguijones infraestipulares o dispuestos irregularmente en los entrenudos, a veces inermes. Hojas bipinadas con estípulas pequeñas, pecíolo glanduloso, 1-numerosos pares de espinas, 2-numerosos pares de folíolos por pinna. Inflorescencias en cabezuelas globosas a subglobosas o en espigas axilares o dispuestas en ramos racemiformes a racimos axilares o terminales; pedúnculos generalmente inermes, brácteas florales 1/6-3/4 de la longitud de la corola tan largos como esta. Flores sésiles o pediceladas, todas hermafroditas o en algunos casos flores estaminadas similares en tamaño y forma a las primeras dispuestas en la porción inferior de la inflorescencia, cáliz gamosépalo, 4-5 lóbulos valvados, 1/5-2/3 de la longitud de la corola campanulada, corola gamopétala, 4-5 lobulos valvados, blanca, rosada o púrpura al menos en los lóbulos, los lóbulos libres, en 1/5- 2/3 de la longitud de la corola, estambres tan numerosos como los lóbulos de la corola (flores haplostémonas) o el doble que éstos /Flores doplostémonas) los filamentos libres, rara vez fusionados en la base, exertos blancos o rosados a lila, las anteras glandulosas dorsifijas, introrsas; ovario sésil a estipitado glabro a pubescente o setoso, estilo filiforme, más largo que los estambres con el extremo apical generalmente atenuado, el estigma formado por un poro terminal. Legumbre linear u oblonga recta a curvada, comprimida a no comprimida entre las semillas, las valvas divididas en segmentos transversales (artejos) o indivisas, generalmente más anchas que el margen, inermes, glabras, o con diferentes tipos de indumento, sésil a estipitada, el margen persistente, espinoso, setoso, lacerado o inerme, el ápice agudo, mucronato, acuminado, apiculado, rostrado, aristado, cuspidado u obtuso. Semillas lenticulares, más o menos isodiamétricas, elípticas u oblongas, la testa lisa o porosa, parda a pardo-rojiza o negra, con línea fisular bien definida, 1/5-3/4 de la longitud de la semilla.

aporta un panorama con bases estadísticas sobre la productividad de las plantas y la potencialidad de su reproducción sexual (Nielsen *et al.*, 1986).

II. Antecedentes

2.1. Características taxonómicas del género *Mimosa*

El género *Mimosa* L. pertenece a la Familia Leguminosae, subfamilia Mimosoideae, orden Rosales (Grether *et al.*, Inédito), el género se describe como sigue :

Arbustos erectos o postrados, o árboles con ramas teretes, estriados o acostillados, generalmente armados con aguijones infraestipulares o dispuestos irregularmente en los entrenudos, a veces inermes. Hojas bipinadas con estípulas pequeñas, pecíolo glanduloso, 1-numerosos pares de espinas, 2-numerosos pares de folíolos por pinna. Inflorescencias en cabezuelas globosas a subglobosas o en espigas axilares o dispuestas en ramos racemiformes a racimos axilares o terminales; pedúnculos generalmente inermes, brácteas florales 1/6-3/4 de la longitud de la corola tan largos como esta. Flores sésiles o pediceladas, todas hermafroditas o en algunos casos flores estaminadas similares en tamaño y forma a las primeras dispuestas en la porción inferior de la inflorescencia, cáliz gamosépalo, 4-5 lóbulos valvados, 1/5-2/3 de la longitud de la corola campanulada, corola gamopétala, 4-5 lobulos valvados, blanca, rosada o púrpura al menos en los lóbulos, los lóbulos libres, en 1/5- 2/3 de la longitud de la corola, estambres tan numerosos como los lóbulos de la corola (flores haplostémonas) o el doble que éstos /Flores doplostémonas) los filamentos libres, rara vez fusionados en la base, exertos blancos o rosados a lila, las anteras glandulosas dorsifijas, introrsas; ovario sésil a estipitado glabro a pubescente o setoso, estilo filiforme, más largo que los estambres con el extremo apical generalmente atenuado, el estigma formado por un poro terminal. Legumbre linear u oblonga recta a curvada, comprimida a no comprimida entre las semillas, las valvas divididas en segmentos transversales (artejos) o indivisas, generalmente más anchas que el margen, inermes, glabras, o con diferentes tipos de indumento, sésil a estipitada, el margen persistente, espinoso, setoso, lacerado o inerme, el ápice agudo, mucronato, acuminado, apiculado, rostrado, aristado, cuspidado u obtuso. Semillas lenticulares, más o menos isodiamétricas, elípticas u oblongas, la testa lisa o porosa, parda a pardo-rojiza o negra, con línea fisular bien definida, 1/5-3/4 de la longitud de la semilla.

Mimosa lacerata Rose

Nombres comunes registrados: uña de gato, mezquite.

Arbusto o árbol de 0.6 a 2.5 m de alto; ramas jóvenes estriadas, pardo rojizas, glabras, raro puberulentas, ramas maduras teretes, generalmente grisáceas, glabras, ocasionalmente puberulentas, armadas con aguijones infraestipulares, pareados, rectos a recurvados, muy ensanchados en la base. Estípulas 2-4 (-5) mm de largo, estriado o acostillado, tomentoso, los márgenes ciliados, pecíolo 4-8 mm de largo, estriado a acostillado, puberulento, con nervación reticulada prominente, los márgenes ciliados, el ápice agudo a obtuso. Cabezuelas 1 - 1.5 cm de diámetro, globosas, densas, axilares, solitarios o en fascículos de 2 - 5; pedúnculos 0.8 - 1.5 cm de largo, teretes a ligeramente acostillados, puberulentos a tomentulosos, con puntos resinosos, brácteas 1/3 de la longitud de la corola espatuladas, raro lineares, tomentosas, con puntos resinosos. Flores hermafroditas, sésiles, cáliz 1/5 - 1/4 de la longitud de la corola, estambres 8, los filamentos libres, rosa a púrpura; ovario ligeramente estipitado, puberulento a tomentoso, el extremo apical del estilo atenuado. Legumbre 2.5 - 4 cm de largo, 5 - 10 mm de ancho, anchamente oblonga, recta no comprimida entre las semillas, valvas enteras, glabras, con nervación reticulada prominente y puntos resinosos, cortamente estipitada, el estípite de 0.5 - 1.5 (-1.6) mm de grosor, lenticulares, la testa parda, porosa, la línea fisural 1/4 de la longitud de la semilla.

Especie común y abundante en el Estado de Querétaro, típica de matorrales xerófilos, se encuentra principalmente en sitios perturbados. Fuera del área del Bajío crece también en Encinares, Bosques de Coníferas y Bosque Tropical Caducifolio. Altitud 1030 - 2240 m. Florece de abril a diciembre y fructifica de mayo a febrero. Especie endémica de México, se encuentra en los Edos. de Querétaro, Hidalgo, México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Jalisco, Guerrero, y Oaxaca (Arreguín *et al.*, 1997).

M. lacerata se distingue por sus legumbres con el margen anchamente lacerado y los aguijones pareados, ensanchados en la base. Se ha observado que durante la primera parte de la época de floración por lo general no presenta follaje.



Fotografía 1. *Mimosa lacerata*

***Mimosa depauperata* Benth.**

Nombres comunes registrados en la zona: uña de gato, gatillo.

Arbusto de 0.3 - 1.5 m de alto; ramas jóvenes estriadas a ligeramente acostilladas, puberulentas, ramas maduras teretes a estriadas, glabras, rara vez puberulentas, armadas con agujones infraestipulares, solitarios, recurvados. Estípulas 1.5-3 mm de largo, lineares a subuladas, puberulentas, en ocasiones con puntos resinosos, los márgenes ciliados; pecíolo 2-12 mm de largo, estriado a acostillado, puberulento o tomentoso, rara vez con puntos resinosos, inermes; pinnas 1-2 pares, folíolos 2 - 3 pares, 1-2.5 mm de largo, 0.6 - 2.1 mm de ancho, oblicuamente oblongos a elípticos, haz y envés, los márgenes ciliados, el ápice agudo a mucronulato u obtuso. Cabezuelas 0.6 - 1 cm de diámetro, globosas, laxas, axilares, solitarias o en fascículos de 2; pedúnculos 0.2 - 1.2 cm de largo, teretes a estriados, puberulentos a tomentulosos, inermes; brácteas $\frac{4}{5}$ - $\frac{1}{3}$ (- $\frac{1}{2}$) de la longitud de la corola, lineares, linearlanceoladas a espatuladas, puberulentas o tomentosas, el margen ciliado. Flores hermafroditas, pediceladas, raro sésiles, el pedicelo 0.1 - 0.5 mm de largo; cáliz $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ (- $\frac{1}{2}$) de la longitud de la corola, 4 - 5 lobado, campanulado, puberulento, el margen ciliado; corola 4 - 5 (-6) lobado, glabra a puberulento a tomentuloso, el extremo apical del estilo atenuado. Legumbre 2.5 - 4.5 cm de largo, 4 - 6 mm de ancho, oblonga, curvada, comprimida entre las semillas, 3-8 artejos, las

valvas tomentosas, estipitadas, el estípite 4-6 mm de largo, el margen dorsal espinoso, el ápice cuspidado. Semillas 2.6 -3.9 mm de largo, 2.4 -3.4 mm de ancho, 2-2.8 mm de grosor , lenticulares, la testa parda, lisa o estriada, la línea fisural 1/4 - 1/3 de la longitud de la semilla.

En la región del bajío es abundante, restringida al estado de Querétaro; prospera primordialmente en Matorrales Xerófilos; se encuentra con frecuencia en vegetación secundaria derivada de los mismos y a orillas de caminos y terrenos abandonados. Altitud 1620 - 2180 m. Florece de abril a octubre y fructifica de junio a noviembre.

Especie endémica del bajío y zonas adyacentes; se conoce únicamente en los Estados de Querétaro e Hidalgo. *Mimosa depauperata* se relaciona con *M. calcicola* B. L. Rob., endémica del Valle de Tehuacán - Cuicatlán, la cual se distingue por sus flores sésiles, corola serícea y frutos sésiles a cortamente estipitados. Además se asemeja a *M. zygothylla* Benth, por ser un arbusto bajo, espinoso, por sus hojas con muy pocos pares de pinnas y foliolos y por sus flores dispuestas en cabezuelas globosas. *M. zygothylla* se distingue principalmente por sus legumbres con valvas enteras, glabras. En la zona es utilizada como forraje y para leña (Arreguín *et al.*, 1997).



Fotografía 2. *Mimosa depauperata*

Mimosa texana* (A. Gray) small var. *texana

Arbusto de (-0.2) 0.3- 2 m de alto; ramas jóvenes estriadas, puberulentas, ramas maduras teretes a estriadas, glabras, armadas con aguijones infraestipulares, solitarios, a veces pareados o en grupos de 3, recurvados. Estípulas 1.5 - 5.5 mm de largo, lineares a subuladas, glabras, raro puberulentos, los márgenes ciliados a lisos; pecíolo 0.3 - 0.9 (-1.2) cm de largo, estriado a acostillado, puberulento a pubescente, inerme a ligeramente espinoso; raquis primario inerme a espinoso ; pinnas 1-4 (-6) pares, foliolos 3 - 7 (-10) pares, 2 - 4.3 mm de raquis primario inerme a espinoso; 0.8 - 2.5 mm de ancho, oblicuamente oblongos a oblongo elípticos, el haz glabro, el envés glabro a puberulento, con nervación reticulada prominente, los márgenes ciliados, el ápice obtuso a agudo. Cabezuelas 0.9- 1.4 cm de diámetro, globosas, laxas , axilares solitarias o en fascículos de 2; pedúnculos 0.5 - 1 cm de largo, estriados, puberulentos, inermes; brácteas 1/3-1/2 de la longitud de la corola, lineares, glabras, el margen ciliado. Flores hermafroditas, sésiles; cáliz 1/2 (-2/3) de la longitud de la corola, 5 - lobado, campanulado, glabro a puberulento, el margen cortamente ciliado; corola 5 - lobada, glabra a puberulenta, púrpura, los lóbulos libres en 1/5 -1/4 (-1/3) de la longitud de la corola; estambres (9-) 10, los filamentos libres, blancos; ovario estipitado, glabro, el extremo apical del estilo atenuado. Legumbre 1.8 - 3.5 cm de largo, 4-7 mm de ancho, oblonga, recta., las valvas enteras, glabras, con nervación reticulada prominente, sésil a cortamente estipitada, el estípite 0.5 - 1 mm de largo, el margen espinoso a inerme, el ápice agudo a acuminado. Semillas 3.4-5.1 mm de largo, 2.7- 3.7 mm de ancho, 1-2 mm de grosor, lenticulares, la testa parda, lisa, brillante, la línea fisular 1/3 de la longitud de la semilla.

Esta especie se localiza principalmente en Matorrales Espinosos y en Matoral Crasicaule de *Opuntia*, *Zaluzania* y *Yucca filifera* y en Bosque Tropical Caducifolio. Altitud 1650 - 2460 m. Se ha encontrado en floración de julio a octubre y en fructificación de octubre a febrero.

Se distribuye de Texas a Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Michoacán, Guanajuato y Querétaro.

M. texana var. *texana* se relaciona con *M. pringlei*, de la cual se distingue por presentar foliolos más pequeños y con nervación reticulada prominente, cabezuelas laxas, siempre axilares y legumbres de menor tamaño. Además de la variedad típica existe la var. *filipes* (Britton y Rose) Barneby, endémica del Valle de Tehuacán - Cuicatlán, que se distingue por presentar mayor número de pinnas y foliolos, sus foliolos sin nervación reticulada prominente, sus pedúnculos más largos y legumbres lineares, más

largas. Recientemente se ha registrado a *Mimosa texana* en los Estados de Guanajuato y Querétaro En Guanajuato se utiliza como comestible y medicinal para bajar la fiebre, reumatismo, cansancio y dolor de cabeza (Grether *et al.*, inédito).



Fotografía 3. *Mimosa texana* var. *texana*

Mimosa similis Britton y Rose

Arbusto de 0.5 - 2.5 m de alto, ramas jóvenes acostilladas, puberulentas a tomentosas, rojizas, ramas maduras estriadas, glabras a puberulentas, grisáceas, armadas con agujijones infraestipulares, solitarios, rectos a recurvados. Estípulas 1.5 - 4.5 mm de largo, lineares a subuladas tomentulosas, pecíolo 0.5 - 2 cm de largo, acostillado, puberulento o tomentuloso inerme; raquis primario y secundario inerme a espinoso; pinnas 1-3 (-4) pares; foliolos 2-6 (-8) pares, 2-5(-6)mm de largo , 0.5 - 2 (-2.3) mm de ancho, oblicuamente linear- oblongos a oblongos, el haz glabro a puberulento, el envés puberulento a escasamente seríceo, con una nervadura prominente, los márgenes escasamente ciliados, el ápice agudo a mucronato u obtuso. Cabezuelas 1.2 - 2 cm de diámetro, globosas a subglobosas, laxas, axilares, solitarias o en fascículos de 2(-3) y en racimos terminales cortos, pedúnculos 0.6-2.5 cm de largo estriados a acostillados, pubescentes a tomentosos, inermes raro con espinas escasas; brácteas 1/4-1/3 de la longitud de la corola, espatuladas, pubescentes a tomentosas, los márgenes ciliados. Flores hermafroditas, sésiles cáliz 1/2-1/3 de la longitud de la corola, 5- lobado, campanulado, tomentoso o seríceo; el margen ciliado, corola 5- lobada, tomentosa a seríceo púrpura, los lóbulos libres en 1/3 de

la longitud de la corola; estambres (8,9-) 10, los filamentos libres, lila; ovario estipitado pubescente a tomentoso, el extremo apical del estilo atenuado. Legumbre 5.5 - 4 cm de largo; 3 - 5 mm de ancho, linear-oblonga, curvada comprimida entre las semillas 3-8 artejos, las valvas tomentosas con puntos resinosos, cortamente setosas, las setas cortamente barbuladas, cortamente estipitadas, el estípite 0.5-3 mm de largo, el margen liso a cortamente setoso, el ápice acuminado a cuspidado. Semillas (2.8-)3.1-4.4 cm de largo, 2.4 - 3.7 mm de ancho, 1.2-2.5 mm de grosor , lenticulares, la testa parda oscura y negra, porosa, brillante la línea fisural de 1/3 de la longitud de la semilla.

Es una especie abundante, pero de distribución muy restringida, conocida en el área solamente de los municipios de Peñamiller y Cadereyta en Querétaro, es uno de los elementos dominantes en Matorrales Xerófilos. Altitud 1400-2450 m. Se ha encontrado en floración de mayo a septiembre y en fructificación de junio a noviembre. Endémica de México; conocida en San Luis Potosí y Querétaro. Barneby (1991), considera a *Mimosa similis* en la sinonimia de *M. monancistra*. Sin embargo, las colectas realizadas en la región, han permitido determinar su área de distribución y observar sus características vegetativas y reproductivas. Por lo anterior se considera que *M. similis* es una especie diferente que se distingue de *M. monancistra* por presentar un número menor de pares de pinnas y de foliolos, cabezuelas generalmente globosas, axilares y en racimos terminales cortos.



Fotografía 4. *Mimosa similis*

III. Situación actual del género en México

El género *Mimosa* L. comprende de 400 a 500 especies, 90 % de las cuales habitan en América y 10 % en Asia, África y Australia (Grether, 1982).

Aproximadamente 100 especies del género *Mimosa* se conocen en México, tanto de regiones tropicales como áridas, aunque algunas especies se desarrollan en áreas templadas encontrándose distribuidas en todo el país. En México está representado aproximadamente el 25 % del total de especies del mundo. De ahí que se considere que nuestro país ocupa el segundo lugar en riqueza de especies de este género, después de Brasil, considerado como el principal centro de distribución (Grether, 1996). En México su distribución es muy amplia, encontrándose en las zonas tropicales, templadas, áridas y semiáridas (Camargo-Ricalde, 1997).

En particular, el género ha sido poco estudiado en México en relación a su biología, ecología, potencialidad como alimento, usos en la industria química, producción de forraje y, sobre todo, como elemento susceptible de utilizarse en la recuperación de suelos y en la rehabilitación ecológica (Grether, 1982). Más del 60 % de las especies del género *Mimosa* registradas en México son endémicas, algunas otras extienden su área de distribución a Centroamérica y al Sur de los Estados Unidos. Las especies de este género presentan una alta funcionalidad bajo condiciones de sequía, debido a que tienen raíces profundas, a la sincronización en el crecimiento y la reproducción durante el breve período húmedo anual y a características morfofisiológicas que les permiten conservar la humedad y regular la temperatura. De esta manera habitan exitosamente en las zonas áridas y semiáridas de México, encontrándose tanto en las pendientes pronunciadas como en los valles bajos y profundos, normalmente secos, en donde sólo gramíneas y especies anuales pueden competir con ellas (McKell y García Moya, 1989).

Las revisiones taxonómicas que se han hecho de especies mexicanas del género *Mimosa* son muy antiguas. Recientemente se han publicado diversas especies de este género, nuevas para la ciencia, y se han resuelto algunos de los problemas nomenclaturales de diversas especies mexicanas (Britton y Rose, 1928).

IV. Estudios fenológicos del género *Mimosa* L. en México y otras partes del mundo.

La fenología del género en México, ha sido poco estudiada, existen sólo los trabajos realizados por Grether que se ha enfocado principalmente a fenología cualitativa de *M. biuncifera*, *M. monancistra* y *M. bahamensis*. El trabajo más reciente sobre fenología para el género *Mimosa* es el realizado por González (1994) sobre fenología cualitativa de *M. skinneri*, *M. ursina*, *M. tequilana*, *M. pudica* y *M. affinis*, sin embargo nada se ha trabajado en relación a la fenología cuantitativa para el género. La fenología cuantitativa sólo se ha registrado para el género *Prosopis* el cual también pertenece a la subfamilia de las Mimosoidea y a la familia Leguminosae (Nielsen *et al.*, 1991).

V. Descripción del área de estudio

El presente trabajo, se realizó en la Cuenca Hidrográfica del Río Estórax, que se encuentra enclavada en una depresión formada por los cañones de los ríos Tolimán y Estórax, situada en la parte media centro del Estado de Querétaro. Esta depresión cubre parcialmente los Municipios de Cadereyta de Montes, Peñamiller y Tolimán. Está delimitada geográficamente por los meridianos 99° 26' a 99° 57' de longitud oeste y por los paralelos 20°52' y 21°12' de latitud norte. Esta área incluye la región conocida como la zona árida de Querétaro (Zamudio, 1984) y parte de las montañas que la rodean, abarca una superficie aproximada de 1200 Km². Las sierras que circundan a esta zona árida forman un complejo montañoso que recibe diferentes nombres locales, de los que el más generalizado es el de la Sierra Gorda de Querétaro (Zamudio, 1984).

Los límites naturales de la depresión son: al norte y noreste, la Sierra de Pinal de Amoles, al noroeste la Sierra de Guanajuato, al este la Sierra El Doctor y al sur la Sierra Peña Blanca. En esta área se presentan varias comunidades vegetales, donde se encuentra un número alto de endemismos y por las condiciones particulares de los cañones, representa un sitio de especiación.

Zamudio (1984), registra nueve tipos de vegetación presentes en la Cuenca (matorral desértico micrófilo; matorral crausicaule; matorral submontano; matorral desértico rosetófilo; pastizal; matorral esclerófilo; bosque de *Pinus cembroides-Juniperus*; bosque de *Quercus* y bosque de *Pinus*) distribuidos en un gradiente altitudinal de más de 1000 m. La gran diversidad de ambientes presentes, como

IV. Estudios fenológicos del género *Mimosa* L. en México y otras partes del mundo.

La fenología del género en México, ha sido poco estudiada, existen sólo los trabajos realizados por Grether que se ha enfocado principalmente a fenología cualitativa de *M. biuncifera*, *M. monancistra* y *M. bahamensis*. El trabajo más reciente sobre fenología para el género *Mimosa* es el realizado por González (1994) sobre fenología cualitativa de *M. skinneri*, *M. ursina*, *M. tequilana*, *M. pudica* y *M. affinis*, sin embargo nada se ha trabajado en relación a la fenología cuantitativa para el género. La fenología cuantitativa sólo se ha registrado para el género *Prosopis* el cual también pertenece a la subfamilia de las Mimosoidea y a la familia Leguminosae (Nielsen *et al.*, 1991).

V. Descripción del área de estudio

El presente trabajo, se realizó en la Cuenca Hidrográfica del Río Estórax, que se encuentra enclavada en una depresión formada por los cañones de los ríos Tolimán y Estórax, situada en la parte media centro del Estado de Querétaro. Esta depresión cubre parcialmente los Municipios de Cadereyta de Montes, Peñamiller y Tolimán. Está delimitada geográficamente por los meridianos 99° 26' a 99° 57' de longitud oeste y por los paralelos 20°52' y 21°12' de latitud norte. Esta área incluye la región conocida como la zona árida de Querétaro (Zamudio, 1984) y parte de las montañas que la rodean, abarca una superficie aproximada de 1200 Km². Las sierras que circundan a esta zona árida forman un complejo montañoso que recibe diferentes nombres locales, de los que el más generalizado es el de la Sierra Gorda de Querétaro (Zamudio, 1984).

Los límites naturales de la depresión son: al norte y noreste, la Sierra de Pinal de Amoles, al noroeste la Sierra de Guanajuato, al este la Sierra El Doctor y al sur la Sierra Peña Blanca. En esta área se presentan varias comunidades vegetales, donde se encuentra un número alto de endemismos y por las condiciones particulares de los cañones, representa un sitio de especiación.

Zamudio (1984), registra nueve tipos de vegetación presentes en la Cuenca (matorral desértico micrófilo; matorral crasicuale; matorral submontano; matorral desértico rosetófilo; pastizal; matorral esclerófilo; bosque de *Pinus cembroides-Juniperus*; bosque de *Quercus* y bosque de *Pinus*) distribuidos en un gradiente altitudinal de más de 1000 m. La gran diversidad de ambientes presentes, como

característica intrínseca de una región montañosa, permite encontrar cambios de vegetación en distancias relativamente cortas. En respuesta a los cambios climáticos que ocurren en este gradiente, la vegetación se sucede en una serie de comunidades que van desde los matorrales, característicos de la parte baja de la cuenca (1260 m) hasta los bosques de tipo templado de pino y abeto, situados en las partes más altas (3490 m).

En la zona predominan dos tipos de climas: los BS (semiáridos o esteparios; en la que la evaporación excede a la precipitación), localizados por debajo de los 2400 m y los Cw (templados, subhúmedos con lluvias en verano) (García, 1988), por lo común en altitudes superiores a los 2400 m.

La época de lluvias se inicia a finales del mes de mayo y se prolonga hasta la primera quincena de octubre. En la parte seca de la cuenca, la precipitación total anual más baja reportada es de 377 mm en promedio y la más alta es de 753 mm. La temperatura media anual fluctúa de 20.2°C a 22°C en la parte que se encuentra por debajo de los 2000 m; en las partes más altas, arriba de los 2060 m, la temperatura media anual fluctúa de 13.49°C a 16.5°C

En la Cuenca se han reportado diversos tipos de suelos, los más extensos son las rendzinas, los rigosoles y los feozem; mientras que los vertisoles, los xerosoles y los luvisoles tienen una distribución muy localizada y ocupan áreas pequeñas. La mayoría de estos suelos son intrazonales y azonales, presentan un perfil A-C de muy escaso grosor, mostrando fuerte influencia del material parental.

Zamudio (1984), cita la presencia de seis especies del género *Mimosa* (*M. aculeaticarpa* Ortega, *M. biucifera* Benth, *M. lacerata* Rose, *M. lindheimeri* A. Gray y *M. similis* Britt. E. Rose). Flores (1982), reporta nueve especies incluyendo las anteriores más *M. Albida*, *M. leucaenoides*, *M. monancistra*, *M. pringlei* y *M. rhodocarpa*, localizadas en diferentes tipos de vegetación, desde todos los tipos de matorrales presentes, hasta los bosques de pino, encino y pastizal. Se encuentran asociadas a *Stenocereus dumortieri* (órgano), *Stenocereus queretaroensis* (pitayo); *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo); *Prosopis laevigata* (mezquite); *Acacia constricta* (vara prieta); *Ambrosia cordifolia* (vara de cuete), *Bursera fagaroides* (xixote); *Celtis pallida* (granjeno); *Echinocereus berlandieri* y *E. Stramineus* (agrito); *Condalia mexicana* (granjeno prieto); *Fouquieria splendens* (ocotillo); *Larrea tridentata* (gobernadora); *Agave lechuguilla* (lechuguilla) y *Hechtia podanta* (guapilla) entre otras.

De acuerdo con Flores (1982), desde la época prehispánica la vegetación de la cuenca ha sido utilizada de diferentes formas y por diferentes grupos humanos. Se practica la ganadería, la explotación forestal, la minería y el uso y recolección de plantas.

VI. Justificación

Los estudios fenológicos son de gran valor y utilidad para la comprensión de la evolución de los diversos grupos de vegetales. En el caso del género *Mimosa* L., con frecuencia se han detectado complejos de especies en los que aparentemente existe hibridación y además, en algunas especies se han encontrado poblaciones poliploides, lo que complica notablemente la interpretación de las especies con base en estudios taxonómicos tradicionales. En estos casos, el conocimiento de la fenología es relevante para el conocimiento de la morfología de las especies y así determinar las variaciones inter e intraespecíficas (González, 1994).

El que existan pocos estudios fenológicos en las zonas áridas y semiáridas para los árboles o arbustos que se consideran dominantes, es una razón para estudiar fenología cuantitativa. Otra de estas razones es que en estas zonas se establece un clima con un largo período de sequía y variaciones estacionales. La estacionalidad del crecimiento de la planta es crítico para sobrevivir en comunidades con sequías periódicas. De aquí que los estudios de fenología se utilicen para conocer la funcionalidad de las plantas y su crecimiento a estas condiciones climáticas. Además, la fenología cuantitativa permite conocer la potencialidad de la reproducción sexual de una especie (Nielsen *et al.*, 1986), lo cual constituye un atributo vital del ecosistema que nos permite dilucidar la potencialidad de una especie para crecer en sitios perturbados y utilizarla en la restauración de ecosistemas deteriorados.

El género *Mimosa* se encuentra bien representado en las zonas áridas y semiáridas del Centro y Norte del País, caracterizadas por matorrales y zacatonales como tipo de vegetación dominante, donde las formas arbustivas y arbóreas del género están presentes (Rzedowski, 1978).

En el caso particular del género *Mimosa*, para zonas áridas y semiáridas poco se conoce sobre sus usos locales. Las especies mejor conocidas corresponden a las zonas tropicales, como el Tepescohuite (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir), que por el uso de su corteza, para aparentemente cicatrizar heridas y quemaduras, debido a sus propiedades tanto medicinales como toxicológicas, tiene

De acuerdo con Flores (1982), desde la época prehispánica la vegetación de la cuenca ha sido utilizada de diferentes formas y por diferentes grupos humanos. Se practica la ganadería, la explotación forestal, la minería y el uso y recolección de plantas.

VI. Justificación

Los estudios fenológicos son de gran valor y utilidad para la comprensión de la evolución de los diversos grupos de vegetales. En el caso del género *Mimosa* L., con frecuencia se han detectado complejos de especies en los que aparentemente existe hibridación y además, en algunas especies se han encontrado poblaciones poliploides, lo que complica notablemente la interpretación de las especies con base en estudios taxonómicos tradicionales. En estos casos, el conocimiento de la fenología es relevante para el conocimiento de la morfología de las especies y así determinar las variaciones inter e intraespecíficas (González, 1994).

El que existan pocos estudios fenológicos en las zonas áridas y semiáridas para los árboles o arbustos que se consideran dominantes, es una razón para estudiar fenología cuantitativa. Otra de estas razones es que en estas zonas se establece un clima con un largo período de sequía y variaciones estacionales. La estacionalidad del crecimiento de la planta es crítico para sobrevivir en comunidades con sequías periódicas. De aquí que los estudios de fenología se utilicen para conocer la funcionalidad de las plantas y su crecimiento a estas condiciones climáticas. Además, la fenología cuantitativa permite conocer la potencialidad de la reproducción sexual de una especie (Nielsen *et al.*, 1986), lo cual constituye un atributo vital del ecosistema que nos permite dilucidar la potencialidad de una especie para crecer en sitios perturbados y utilizarla en la restauración de ecosistemas deteriorados.

El género *Mimosa* se encuentra bien representado en las zonas áridas y semiáridas del Centro y Norte del País, caracterizadas por matorrales y zacatonales como tipo de vegetación dominante, donde las formas arbustivas y arbóreas del género están presentes (Rzedowski, 1978).

En el caso particular del género *Mimosa*, para zonas áridas y semiáridas poco se conoce sobre sus usos locales. Las especies mejor conocidas corresponden a las zonas tropicales, como el Tepescohuite (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir), que por el uso de su corteza, para aparentemente cicatrizar heridas y quemaduras, debido a sus propiedades tanto medicinales como toxicológicas, tiene

una gran demanda en las poblaciones locales. Sin embargo, estos usos son completamente empíricos (Camargo-Ricalde,1997). En Campeche y Yucatán se reportan usos locales de la madera para leña y carbón de *M. bahamensis* (Grether, 1982). En Sinaloa, San Luis Potosí, Veracruz y Tabasco, *M. albida* (dormilona) es una especie de zonas tropicales y templadas, que se utiliza con fines medicinales, utilizando la raíz contra enfermedades febriles y las hojas contra afecciones bucales y enfermedades urinarias (Rodríguez y Gómez,1996). Es importante señalar que las especies del género *Mimosa* nativas de zonas áridas y semiáridas, que tienen poca o ninguna importancia comercial, deben ser estudiadas para conocer su uso potencial.

Se estima que las especies del género *Mimosa* podrían utilizarse, como elemento importante de la vegetación que pueden controlar la erosión y contribuir en parte en la recuperación del suelo, lo que favorecería la restitución de la vegetación a mediano y a largo plazo. Además, el establecimiento de estos arbustos en áreas erosionadas, propiciará la producción de forraje como una fuente alimenticia para el ganado caprino, tan abundante en las zonas áridas y semiáridas del país (Grether, 1997).

La Cuenca del Río Estórax, en Querétaro, constituye una importante zona semiárida de México; debido a que está enclavada en una depresión formada por los ríos Estórax y Tolimán. El aislamiento geográfico de las poblaciones en esta depresión propicia fenómenos de especiación biológica. Zamudio(1984), reporta una gran diversidad de especies del género *Mimosa*; por lo que parecen ser elementos importantes de la estructura y funcionalidad de los Matorrales Xerófilos. Esto hace necesario evaluar sus características fenológicas en función de las condiciones ecológicas en que se desarrollan con el fin de determinar su importancia en la recuperación de suelos y vegetación.

En esta zona, al igual que en otras zonas áridas y semiáridas, la vegetación, fauna, suelo y ciclos hidrológicos han sido alterados por la sobreexplotación que el hombre hace de ellos. Es urgente tomar las medidas necesarias para su recuperación ecológica, que por su riqueza constituyen áreas importantes para la economía del país, donde se localizan diversos grupos humanos. Un programa de recuperación ecológica, requiere del conocimiento sobre el funcionamiento de cada uno de los componentes, tanto físicos como bióticos, que integran a un ecosistema y que constituyen su estructura y la base de su función.

Las interrogantes que se buscaron responder con la realización de este trabajo son las siguientes:

- ¿ Las características fenológicas y los patrones de crecimiento estacional permiten ubicar a las cuatro especies del género *Mimosa* estudiadas en el mismo grupo funcional ?
- ¿ Qué características funcionales permiten la coexistencia de dos especies ?
- ¿ La tasa de crecimiento permite diferenciar a las cuatro especies en cuanto a la producción de biomasa ?
- ¿ Las especies son propicias para la restauración ecológica de sitios deteriorados ?

VII. Objetivos

Objetivo General

Determinar la fenología cuantitativa y los patrones de crecimiento de cuatro especies del género *Mimosa*: *M. lacerata* Rose, *M. depauperata* Benth, *M. texana* var. *texana* (A. Gray) y *M. similis* Britton y Rose, localizadas en el Matorral Xerófilo de la Cuenca del Río Estórax; en el Estado de Querétaro, con el fin de conocer su ciclo de vida.

Objetivos Específicos

- Evaluar las etapas fenológicas o fenofases (floración, fructificación y foliación) para las cuatro especies bajo estudio a lo largo de un año.
- Cuantificar los patrones de crecimiento estacional de las cuatro especies bajo estudio a lo largo de un año de acuerdo a: 1) Estructuras vegetativas: hojas y ramas 2) Estructuras reproductivas: botones florales y flores maduras; 3) Estructuras dispersoras: frutos; 4) Producción de biomasa y 5) Tasas de crecimiento.

Las interrogantes que se buscaron responder con la realización de este trabajo son las siguientes:

- ¿ Las características fenológicas y los patrones de crecimiento estacional permiten ubicar a las cuatro especies del género *Mimosa* estudiadas en el mismo grupo funcional ?
- ¿ Qué características funcionales permiten la coexistencia de dos especies ?
- ¿ La tasa de crecimiento permite diferenciar a las cuatro especies en cuanto a la producción de biomasa ?
- ¿ Las especies son propicias para la restauración ecológica de sitios deteriorados ?

VII. Objetivos

Objetivo General

Determinar la fenología cuantitativa y los patrones de crecimiento de cuatro especies del género *Mimosa*: *M. lacerata* Rose, *M. depauperata* Benth, *M. texana* var. *texana* (A. Gray) y *M. similis* Britton y Rose, localizadas en el Matorral Xerófilo de la Cuenca del Río Estórax; en el Estado de Querétaro, con el fin de conocer su ciclo de vida.

Objetivos Específicos

- Evaluar las etapas fenológicas o fenofases (floración, fructificación y foliación) para las cuatro especies bajo estudio a lo largo de un año.
- Cuantificar los patrones de crecimiento estacional de las cuatro especies bajo estudio a lo largo de un año de acuerdo a: 1) Estructuras vegetativas: hojas y ramas 2) Estructuras reproductivas: botones florales y flores maduras; 3) Estructuras dispersoras: frutos; 4) Producción de biomasa y 5) Tasas de crecimiento.

VIII. Hipótesis

Las cuatro especies del género *Mimosa* estudiadas pertenecen a un mismo grupo funcional ya que sus patrones fenológicos y de crecimiento son similares. Por otro lado, la coexistencia de dos de las especies (*M. lacerata* y *M. depauperata*), es posible porque ambas especies tienen su floración en períodos distintos, por lo que sus requerimientos hídricos para la reproducción no se traslapan.

IX. Material y Método

Se realizó un recorrido por diferentes localidades de la Cuenca del Río Estórax, Qro., que corresponden a la vegetación de Matorral Xerófilo (Zamudio, 1984), con el fin de localizar a las cuatro especies bajo estudio.

Se eligieron tres comunidades vegetales correspondientes al tipo de vegetación de matorral xerófilo, de acuerdo a la abundancia de las especies. Esta se determinó trazando transectos de 20 metros de largo por un metro de ancho, en dirección a la pendiente y se registró el número de individuos de las especies bajo estudio, en relación a las otras especies que componen la estructura de la vegetación. *M. similis* se localizó en un matorral micrófilo a 6 kilómetros al Noreste de Higuierillas, Municipio de Cadereyta Lat N 20° 51.6' Long O 99° 51.26', a una altitud de 2140 msnm donde los géneros codominantes son: *Larrea*, *Lophophora*, *Opuntia* y *Karwinskia*. *M. texana* var. *texana* se localizó en un matorral crasicaule a 6 kilómetros al Norte de San Javier Sombrerete, Municipio de Cadereyta Lat N 20° 56' Long O 99° 45' a una altitud de 1845 msnm, donde los géneros codominantes son: *Opuntia* y *Zaluzania*. *M. lacerata* y *M. depauperata* se localizaron coexistiendo de manera general en la misma área pero en microsítios distintos en un matorral crasicaule a 5 km al Noreste de San Pablo Tolimán, Municipio de Tolimán Lat. N 20° 56' 33" Long. O 99° 45' 393", a una altitud de 1845 msnm, donde los géneros dominantes también son: *Opuntia* y *Zaluzania* (Figura 1).

Una vez localizadas las comunidades vegetales donde habitan las cuatro especies bajo estudio, se eligió una muestra representativa de 5 individuos para cada especie (Nielsen *et al.*, 1991) dentro de un área mínima de muestreo para cada comunidad, determinada por el método de puntos anidados.

VIII. Hipótesis

Las cuatro especies del género *Mimosa* estudiadas pertenecen a un mismo grupo funcional ya que sus patrones fenológicos y de crecimiento son similares. Por otro lado, la coexistencia de dos de las especies (*M. lacerata* y *M. depauperata*), es posible porque ambas especies tienen su floración en períodos distintos, por lo que sus requerimientos hídricos para la reproducción no se traslapan.

IX. Material y Método

Se realizó un recorrido por diferentes localidades de la Cuenca del Río Estórax, Qro., que corresponden a la vegetación de Matorral Xerófilo (Zamudio, 1984), con el fin de localizar a las cuatro especies bajo estudio.

Se eligieron tres comunidades vegetales correspondientes al tipo de vegetación de matorral xerófilo, de acuerdo a la abundancia de las especies. Esta se determinó trazando transectos de 20 metros de largo por un metro de ancho, en dirección a la pendiente y se registró el número de individuos de las especies bajo estudio, en relación a las otras especies que componen la estructura de la vegetación. *M. similis* se localizó en un matorral micrófilo a 6 kilómetros al Noreste de Higuierillas, Municipio de Cadereyta Lat N 20° 51.6' Long O 99° 51.26', a una altitud de 2140 msnm donde los géneros codominantes son: *Larrea*, *Lophophora*, *Opuntia* y *Karwinskia*. *M. texana* var. *texana* se localizó en un matorral crasicaule a 6 kilómetros al Norte de San Javier Sombrerete, Municipio de Cadereyta Lat N 20° 56' Long O 99° 45' a una altitud de 1845 msnm, donde los géneros codominantes son: *Opuntia* y *Zaluzania*. *M. lacerata* y *M. depauperata* se localizaron coexistiendo de manera general en la misma área pero en microsítios distintos en un matorral crasicaule a 5 km al Noreste de San Pablo Tolimán, Municipio de Tolimán Lat. N 20° 56' 33" Long. O 99° 45' 393", a una altitud de 1845 msnm, donde los géneros dominantes también son: *Opuntia* y *Zaluzania* (Figura 1).

Una vez localizadas las comunidades vegetales donde habitan las cuatro especies bajo estudio, se eligió una muestra representativa de 5 individuos para cada especie (Nielsen *et al.*, 1991) dentro de un área mínima de muestreo para cada comunidad, determinada por el método de puntos anidados.

Todos los individuos de cada especie fueron marcados, en su tronco principal con pintura de aceite fluorescente para así facilitar su identificación y seguimiento en campo.

La metodología para determinar las fenofases y los patrones de crecimiento fueron, de acuerdo a Nielsen *et al.* (1991), que consiste en seleccionar individuos de cada especie y en ellos escoger una rama que representara el crecimiento del individuo en cuestión, procurando que sea una rama central y con mayor crecimiento apical. De esta manera la rama principal para cada individuo se marcó con rafia de color, desde su base, hasta el ápice terminal y mensualmente se procedió a evaluar el número de nudos activos; es decir aquellos puntos de crecimiento que presentaban hojas, flores, frutos o ramas laterales, para posteriormente evaluar la fenología cuantitativa y los patrones de crecimiento.

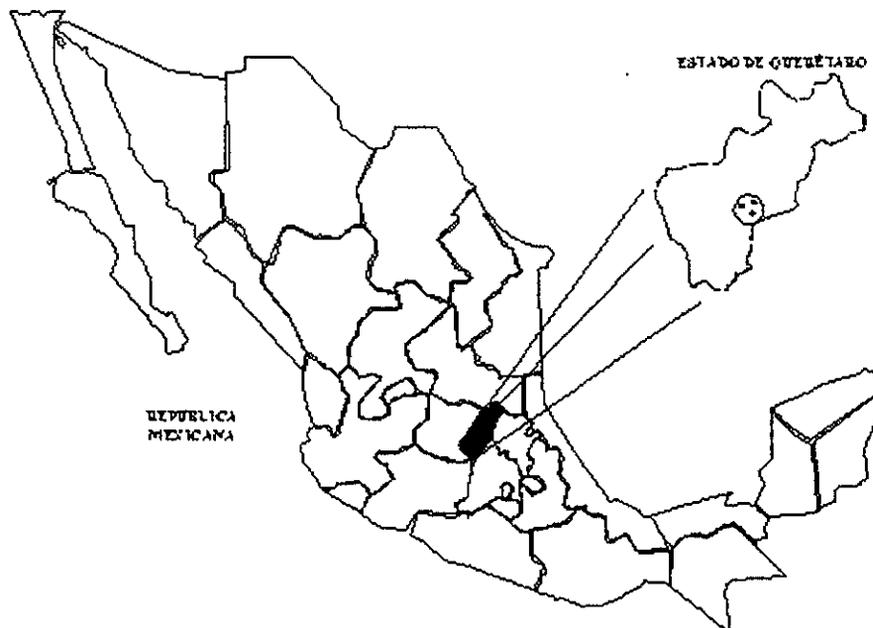


Fig. 1. Localización del área de estudio.

9.1. Fenología cuantitativa

Mensualmente durante un año, se registró el número de nudos activos sobre la rama principal, que presentaran hojas, botones florales, flores, frutos y abscisión de estructuras, tanto vegetativas como reproductoras y se determinaron las fenofases para cada una de las especies en relación al tiempo.

9.2. Patrones de crecimiento

Las variables que determinaron los patrones de crecimiento fueron:

- Condición del desarrollo para hojas (iniciales, juveniles, maduras y senescentes)
- Inflorescencias (botones florales, inflorescencias juveniles, inflorescencias maduras y senescentes)
- Frutos (en amarre, inmaduros y maduros)
- Altura, longitud y diámetro de la rama principal. Mensualmente se registró la longitud y el diámetro en centímetros de la rama principal, utilizando una cinta métrica de 2.0 metros de longitud con el fin de determinar el incremento anual.

Ganancia de biomasa en un año. Las ramas marcadas para cada uno de los individuos de las cuatro especies se cosecharon después de un año y se determinó su incremento en peso seco. Las ramas se secaron a peso constante en una estufa BWRSS *cientific* a 80 °C; para esto, los pesos iniciales de la rama principal se calcularon mediante el método de estimación de valores por un factor de conversión utilizando el diámetro inicial y final de la rama evaluada (Batschelet, 1978):

$$\text{Constante} = \frac{D_1}{B_2}$$
$$B_1 = \frac{D_2}{\text{constante}}$$

donde: D_1 diámetro inicial (cm), D_2 diámetro final (cm), B_1 biomasa inicial (g), B_2 biomasa final (g).

- Tasas de crecimiento. Las tasas de crecimiento relativo se calcularon para cada una de las ramas principales así como para los crecimiento nuevos en función de la siguiente fórmula :

$$RGR = \frac{W_2 - W_1}{W_1 (T_2 - T_1)}$$

donde: W_2 longitud final (cm), W_1 longitud inicial (cm), T_1 tiempo inicial (año), T_2 tiempo final (año), con unidades de cm.cm.año^{-1} (Hunt, 1989).

El crecimiento de ramas nuevas se determinó para cada una de las especies mediante la selección de cuatro ramas apicales representativas del crecimiento nuevo, localizadas en el exterior y orientadas en los cuatro puntos cardinales (N, S, E y O) (Nielsen *et al.* 1991), las cuales se marcaron con pintura fluorescente para evaluar su longitud y diámetro mensualmente a lo largo de un año; estos cuatro puntos de crecimiento representan todo el crecimiento activo para cada una de las especies.

Con los resultados anteriores se calculó el porcentaje de la producción foliar, floral y frutal para cada una de las especies en cuestión primero con respecto al número de nudos activos totales sobre la rama evaluada de la siguiente forma :

$$\% = \frac{\# \text{ de nudos activos (hojas, botones florales, flores, frutos o ramas laterales)}}{\# \text{ de nudos activos totales sobre la rama principal}}$$

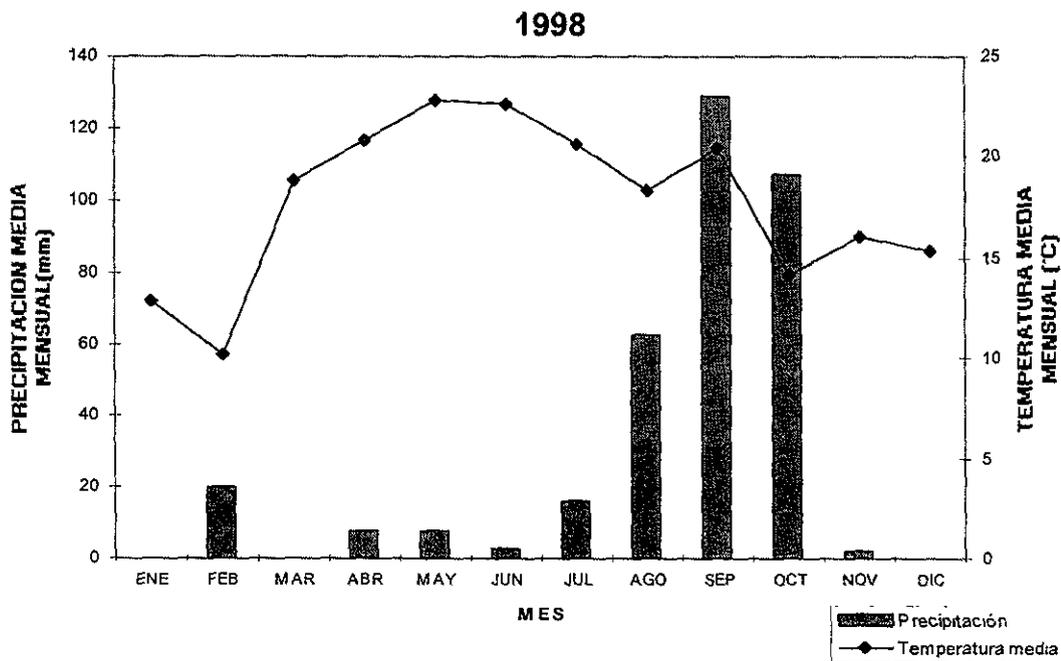
y posteriormente se calculó el porcentaje final en relación al promedio para los cinco individuos de cada especie que contituyeron la muestra.

9.3. Datos climatológicos

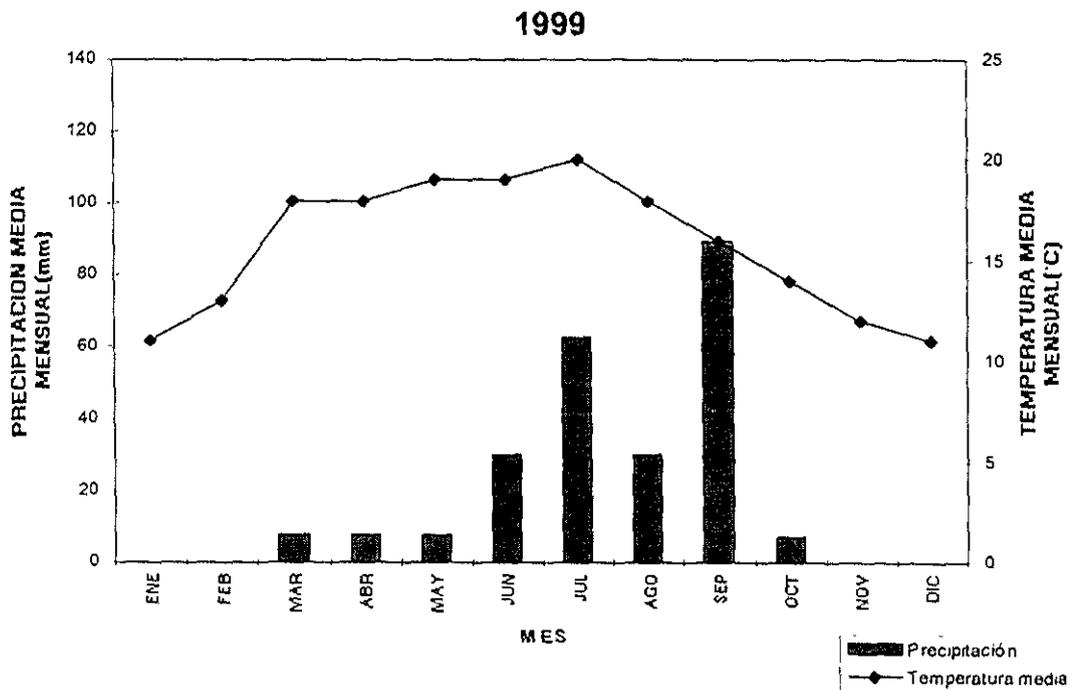
Se reportan los datos climatológicos de precipitación y temperatura media mensual para las tres zonas de estudio (Municipios de Tolimán y Cadereyta de Montes) en los años 1998 y 1999. Los datos fueron recopilados de la Comisión Nacional del Agua (CNA) del Estado de Querétaro 1999 - 2000 (Gráficas 1 y 2).

9.4. Análisis estadístico

Las variables cuantificadas para la fenología cuantitativa y los patrones de crecimiento se analizaron estadísticamente por separado mediante un análisis de varianza de un factor y las medias se analizaron por Tukey ($p \leq 0.05$) (Freund y Simon., 1992).



Gráfica 1. Precipitación y temperatura media mensual registrada en el año 1998 para los municipios de Tolimán y Cadereyta de Montes Qro.(CNA del Edo. de Querétaro).



Gráfica 2. Precipitación y temperatura media mensual registrada en el año 1999 para los municipios de Tolimán y Cadereyta de Montes Qro.(CNA del Edo. de Querétaro).

Cuadro 1. Fenología de cuatro especies del género *Mimosa* en la Cuenca del Río Estórax durante 1999.

**M. lacerata*

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
FASE FENOLOGICA												
FOLIACION												
BOTON FLORAL												
FLORACION												
FRUCTIFICACION												

**M. depauperata*

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
FASE FENOLOGICA												
FOLIACION												
BOTON FLORAL												
FLORACION												
FRUCTIFICACION												

M. texana var. texana

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
FASE FENOLOGICA												
FOLIACION												
BOTON FLORAL												
FLORACION												
FRUCTIFICACION												

M. similis

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
FASE FENOLOGICA												
FOLIACION												
BOTON FLORAL												
FLORACION												
FRUCTIFICACION												

*Coexisten en el mismo hábitat.

Cuadro 2. Fenología comparativa de cuatro especies del género *Mimosa* en la Cuenca del Río Estórax durante 1999.

FOLIACION

ESPECIE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
* <i>M. lacerata</i>												
* <i>M. depauperata</i>												
<i>M. texana</i> var. <i>texana</i>												
<i>M. similis</i>												

BOTON FLORAL

ESPECIE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
* <i>M. lacerata</i>												
* <i>M. depauperata</i>												
<i>M. texana</i> var. <i>texana</i>												
<i>M. similis</i>												

FLORACION

ESPECIE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
* <i>M. lacerata</i>												
* <i>M. depauperata</i>												
<i>M. texana</i> var. <i>texana</i>												
<i>M. similis</i>												

FRUCTIFICACION

ESPECIE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
* <i>M. lacerata</i>												
* <i>M. depauperata</i>												
<i>M. texana</i> var. <i>texana</i>												
<i>M. similis</i>												

*Coexisten en el mismo hábitat.

X. Resultados

10.1. Evaluación Fenológica

Para determinar las épocas en que se presentaron las distintas etapas fenológicas, se hicieron observaciones durante un año (diciembre de 1998 a diciembre de 1999), en 5 individuos de cada una de las especies estudiadas.

10.1.1. Fenofases de las cuatro especies.

En general se observó que las cuatro especies presentaron patrones fenológicos similares; donde la foliación se dió en la primavera tardía para *M. lacerata*. Para *M. depauperata*, *M. texana* var. *texana* y *M. similis* se presentó en la primavera temprana.

La fenología reproductiva comenzó en febrero para *M. lacerata* y en marzo para *M. similis*, con la floración más abundante en junio y julio, permaneciendo hasta el mes de agosto en *M. lacerata* y hasta julio para *M. similis*.

M. depauperata presentó la floración de abril a julio y *M. texana* var. *texana* de junio a septiembre (Cuadro 1).

En el Cuadro 2, se presentan las diferentes fenofases de forma comparativa para las cuatro especies:

M. texana var. *texana*, produjo primero hojas, comenzando en el mes de abril; los botones florales fueron producidos primero por *M. lacerata* y *M. similis* en el mes de marzo; la floración para *M. texana* var. *texana* comenzó en junio y *M. depauperata* y *M. texana* var. *texana* fueron las especies que produjeron frutos antes que las otras dos.

10.1.2. Cuantificación de la proporción de estructuras vegetativas y reproductivas por especie.

Mimosa lacerata

La producción de brotes foliares ocurrió durante la primavera tardía (julio) y las hojas permanecieron hasta el invierno (febrero). La máxima producción de hojas (40%), se presentó en julio y noviembre de 1999 (Gráfica 3). La defoliación natural se llevó a cabo durante el invierno (principios de marzo) y permaneció hasta junio (Cuadro 3). La producción de botones florales se inició en el mes de febrero, alcanzando su máximo en mayo (50%), decayó en los meses siguientes y terminó en julio. La floración no se observó durante 1999 para esta especie (Gráfica 4); sin embargo, la producción de frutos alcanzó su máximo en los meses de septiembre a diciembre (5%), la maduración de éstos se presentó en invierno (noviembre - diciembre), simultáneamente con la dispersión o lluvia de semillas.

Mimosa depauperata

La producción de brotes foliares ocurrió en la primavera tardía (julio) y las hojas permanecieron hasta el invierno (febrero). A partir de septiembre comenzó la senescencia de hojas. Es importante hacer notar que la máxima producción de hojas (60%) se alcanzó en el mes de agosto decreciendo hasta fines de octubre a partir del cual la producción foliar se redujo alcanzando un 50%. La producción foliar en diciembre de 1998 fue mayor a la de 1999 (Gráfica 3). Los botones florales aparecen en abril y alcanzaron su máximo (40 %) a mediados de este mes, permaneciendo hasta mediados de julio y decayendo completamente en el mes de agosto (Gráfica 4). La maduración de frutos se llevó a cabo desde julio hasta agosto con una producción máxima de 1 %, dándose simultáneamente la lluvia de semillas.

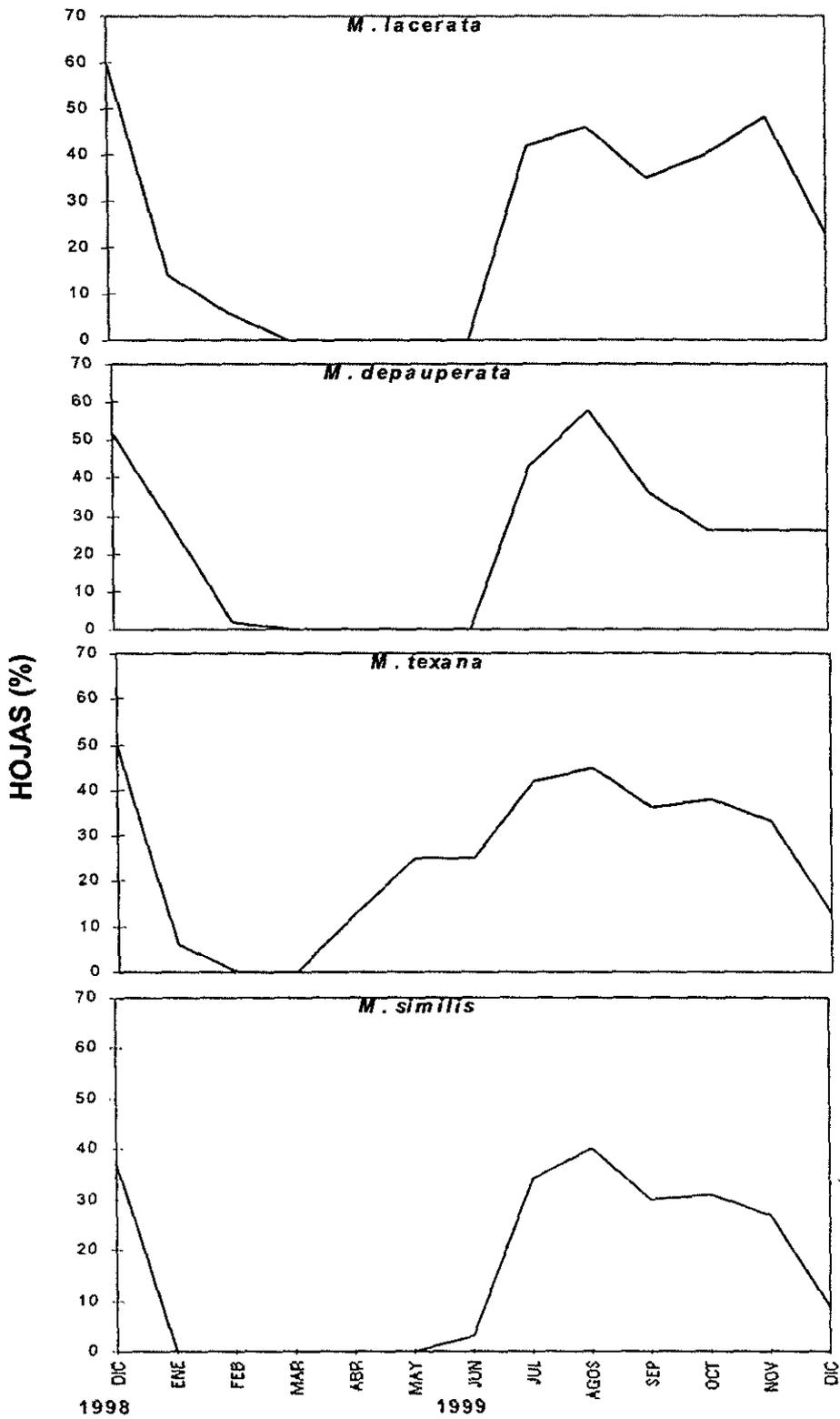
Mimosa texana var. *texana*

La producción de brotes foliares se dió en la primavera (abril), lo cual indica la producción de hojas antes que en *M. lacerata* y *M. depauperata*. La máxima producción de hojas (45%), se dió en el mes de agosto a partir del cual empezó a descender. La producción foliar del año 1998 en el mes de diciembre, también fue mayor que para el mismo mes en el año de 1999 (Gráfica 3).

Los botones florales aparecieron en abril y alcanzaron su máximo en este mes (15%), permaneciendo hasta el mes de julio y decayendo completamente en el mes de agosto (Gráfica 4). La floración se inició a mediados de junio, alcanzando su producción máxima (2%) a mediados de este mes, hasta decaer completamente en el mes de septiembre (Gráfica 4). La maduración de frutos se llevó a cabo desde julio, dándose simultáneamente la dispersión de semillas (Gráfica 5).

Mimosa similis

La producción de brotes foliares inició en junio, su producción máxima (40%) se alcanzó en agosto, decayendo ésta hasta el mes de diciembre. La producción foliar del mes de diciembre de 1998 fue mayor a la de 1999 del mismo mes (Gráfica 3). Los botones florales aparecieron en marzo, alcanzaron la producción máxima en junio (20%) y disminuyeron hasta cero en julio (Gráfica 4). La maduración de frutos se dió a partir de agosto. La producción máxima de frutos, fue en el mes de septiembre (2%)(Gráfica 5); simultáneamente a la dispersión de semillas.



Gráfica 3. Fenología foliar de *M. lacerata**; *M. depauperata**, *M. texana* var. *texana*, y *M. similis* en la Cuenca del Río Estórax durante 1999.

* Especies que coexisten en el mismo hábitat.

10.1.2.1. Estructuras vegetativas

10.1.2.1.1. Hojas

Las cuatro especies presentaron la foliación durante la primavera manteniéndose hasta el mes de diciembre. *M. lacerata* presentó tres picos de máxima producción de hojas: diciembre de 1998 (60%), agosto de 1999 (45%) y noviembre de 1999 (55%); *M. depauperata* presentó dos picos: en diciembre (52%) y agosto (60%); *M. texana var. texana* presentó también dos puntos máximos de producción foliar: diciembre de 1998 y agosto de 1999 (50%). finalmente *M. similis* presentó dos picos también en diciembre de 1998 (37%) y agosto de 1999 (40%) (Gráfica 3).

Comparando los picos de mayor producción foliar, se encontró que las cuatro especies presentaron el mismo comportamiento, presentándose ésta en el mes de agosto y decayendo hasta el mes de diciembre. La abscisión total se presentó en el mes de marzo también para las cuatro especies, aunque el período de duración fue diferente para cada una de ellas (Cuadro 3).

10.1.2.1.1.1. Abscisión de hojas

En *M. lacerata* y *M. depauperata* la abscisión de hojas se presentó desde el mes de marzo hasta el mes de junio; para *M. texana var. texana* el período de abscisión fue más corto que para las otras especies, sólo duró dos meses, inició en febrero y terminó en marzo; para *M. similis* el período de abscisión registrado fue más largo que para las otras tres especies, inició en enero y terminó hasta el mes de mayo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Período de abscisión de hojas de las cuatro especies del género *Mimosa* estudiadas.

ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
<i>M. lacerata*</i>			■	■	■	■						
<i>M. depauperata*</i>			■	■	■	■						
<i>M. texana var texana</i>		■	■									
<i>M. similis</i>	■	■	■	■	■							

* Especies que coexisten en el mismo hábitat.

10.1.2.2. Estructuras reproductoras

10.1.2.2.1 Botones florales

La producción de botones florales para las cuatro especies, comprendió los meses de febrero a julio. En *M. lacerata*, la producción de botones florales se inició en el mes de febrero, alcanzando su máximo en mayo (50%); decayó en los meses siguientes y terminó en julio; *M. depauperata* inició la producción en abril, alcanzó su máximo en julio (30%) y disminuyó hasta cero en el mes de julio; *M. texana* var. *texana* presentó producción de botones florales desde el mes de abril, alcanzó dos picos máximos, uno en abril (16%) y otro en julio (13%), los botones florales desaparecieron en julio; *M. similis* produjo botones florales desde marzo, alcanzó su máximo en junio (18%) y terminó en julio (Gráfica 4).

10.1.2.2.2. Flores

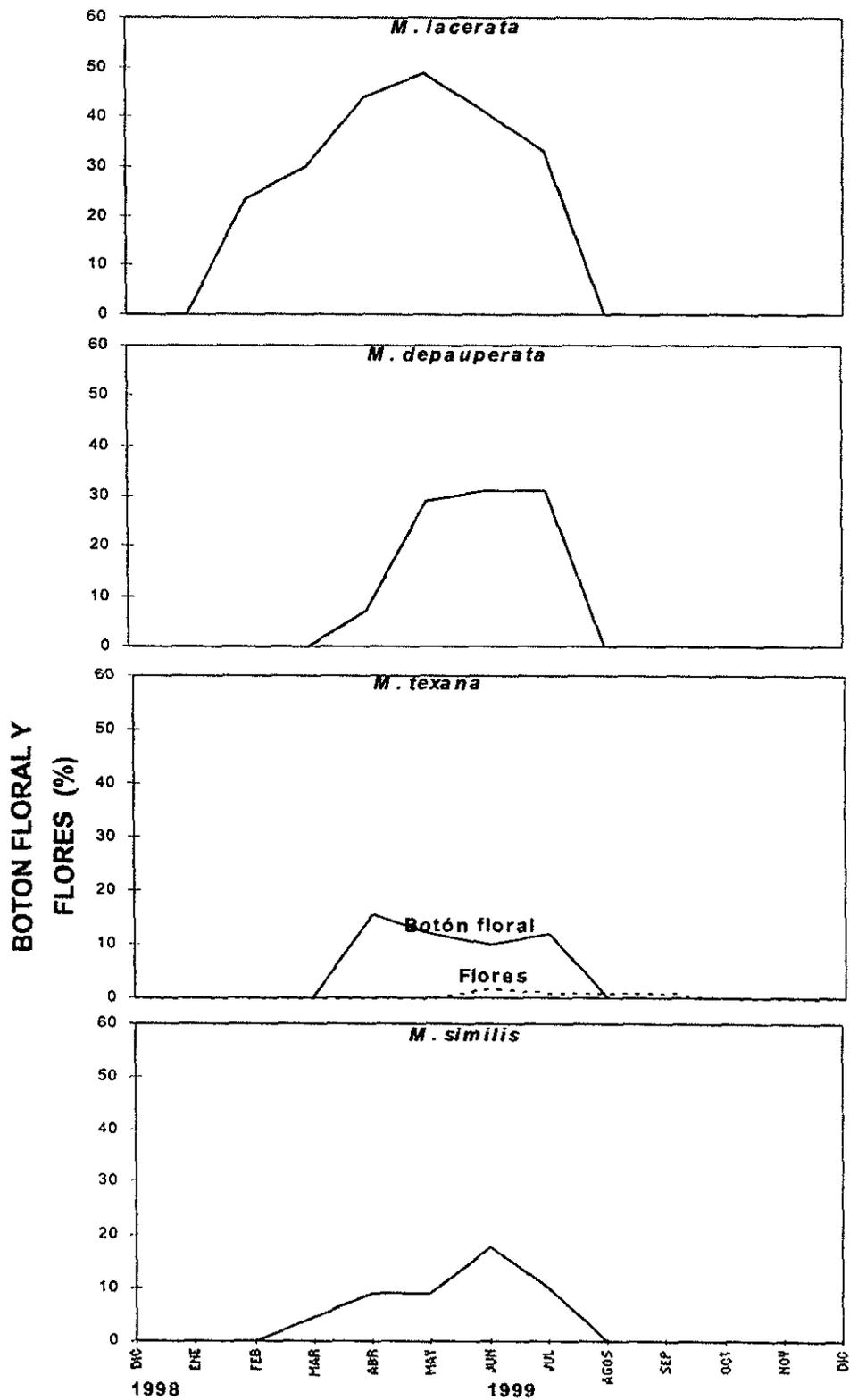
En *M. lacerata* la producción floral se inició en el mes de abril y terminó en el mes de agosto de 1999. En *M. depauperata* la producción floral se inició en abril y terminó en julio. Para *M. texana* var. *texana* la producción floral se inició en el mes de mayo y alcanzó su máximo en el mes de junio (2%) y terminó en el mes de septiembre. *M. similis* inició la producción foliar en el mes de mayo y terminó en julio. Es importante mencionar que ésta producción nunca llegó a ser de más del 2 % en todo el año (Gráfica 4).

10.1.2.2.3. Frutos

La producción de frutos se registró para las cuatro especies entre los meses de julio y diciembre de 1999, sin embargo la producción fue mínima, ya que ninguna de las especies alcanzó más del 5% (Gráfica 5).

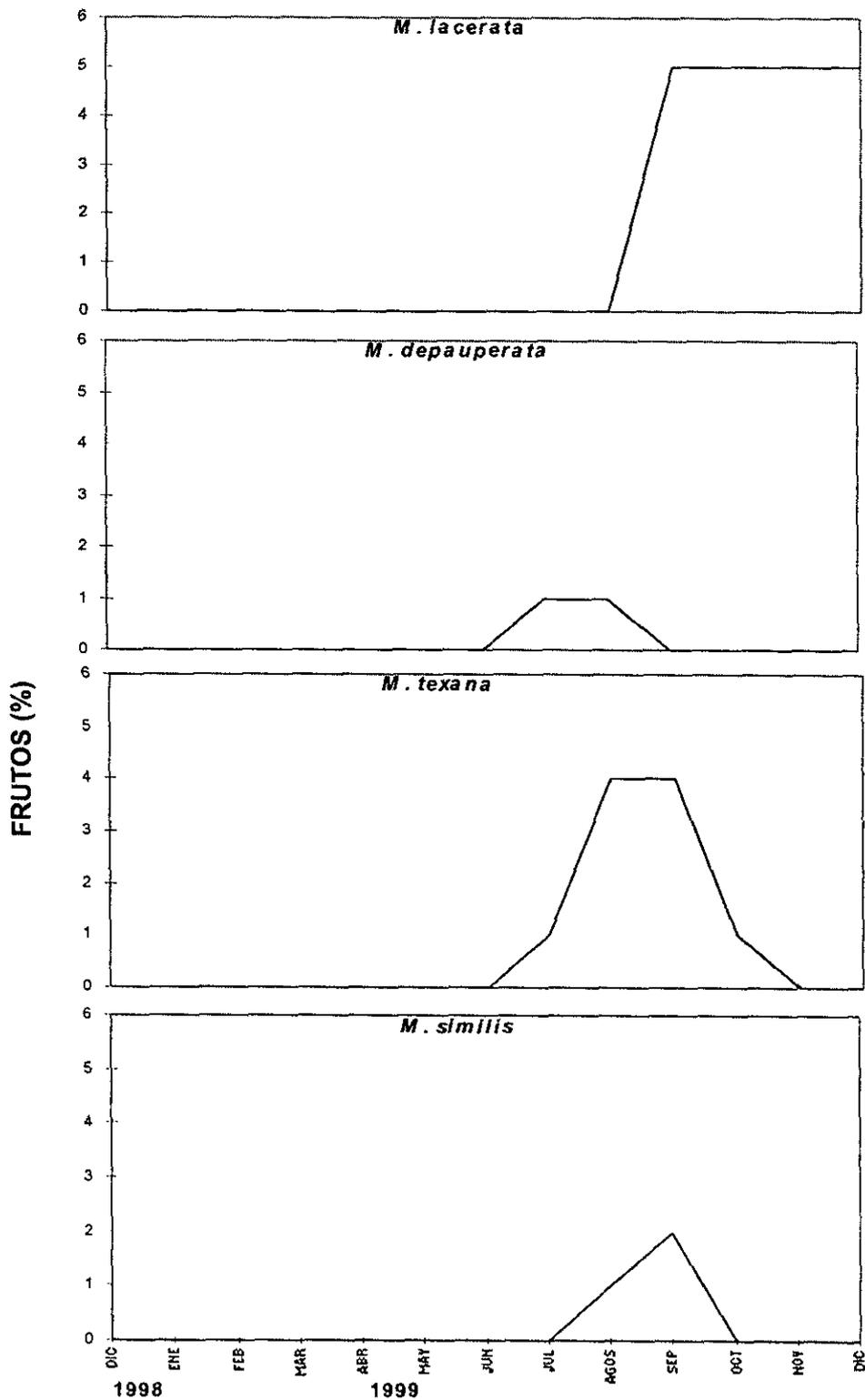
En *M. lacerata*

La producción de frutos se inició en el mes de septiembre, alcanzó su máximo en este mes (5%) y permaneció así hasta diciembre; en *M. depauperata* la aparición de los frutos se dió en el mes de julio en el cual alcanzó su producción máxima (1%); para *M. texana* var. *texana* los frutos aparecieron en el mes de julio, alcanzaron su máximo entre los meses de agosto y septiembre (4%), su producción terminó en octubre; en *M. similis* la producción de frutos se inició en el mes de agosto y alcanzó su punto máximo en septiembre (2%).



Gráfica 4. Fenología floral de *M. lacerata**, *M. depauperata**, *M. texana var. texana* y *M. similis* en la Cuenca del Río Estórax durante 1999.

* Especies que coexisten en el mismo hábitat. Líneas continuas indican Botones florales, línea discontinua indica flores.



Gráfica 5. Fructificación de *M. lacerata**, *M. depauperata**, *M. texana* var *texana* y *M. similis*, en la Cuenca del Río Estórax durante 1999.

* Especies que coexisten en el mismo hábitat.

10.1.2.2.4. Dispersión de semillas

La dispersión de semillas inició en periodos diferentes para las cuatro especies; en *M. lacerata* se dió durante los meses de noviembre y diciembre de 1999; en *M. depauperata* en el mes de julio; en *M. texana* var. *texana* en el mes de octubre y en *M. similis* en el mes de agosto.

10.2. Patrones de crecimiento

10.2.1. Desarrollo foliar

Las características de desarrollo de la población foliar fueron similares para las cuatro especies; sin embargo, esta similitud fue mayor entre *M. lacerata* y *M. depauperata* (Gráfica 6).

Mimosa lacerata

El inicio de la producción foliar en el año de 1999 se dió en el mes de julio con la presencia de hojas iniciales, que presentaron un rápido desarrollo dando lugar muy pronto a las hojas juveniles; ambas fases de desarrollo tuvieron una permanencia corta (de junio a agosto). En agosto el 100% de las hojas eran maduras y permanecieron así hasta octubre donde las primeras hojas senescentes aparecieron y permanecieron hasta el mes de marzo.

En diciembre de 1998 el desarrollo foliar fue diferente al de 1999; en este último año se observó la presencia únicamente de hojas senescentes, mientras que en 1998 se presentaron hojas iniciales, juveniles, maduras y senescentes, prevaleciendo estas últimas hasta el mes de mayo con el inicio de la abscisión (Gráfica 6).

Mimosa depauperata

El inicio de la producción foliar se dió en el mes de julio; las hojas iniciales fueron de corta duración, convirtiéndose en juveniles muy rápidamente (de junio a agosto). De agosto a septiembre el 100% de las hojas eran maduras y para octubre empezaron la senescencia permaneciendo así hasta el mes de diciembre.

Las condiciones de desarrollo de las hojas en diciembre de 1999 fueron diferentes a las observadas en 1998, en donde al igual que en el caso de *M. lacerata*, hubo producción simultánea de hojas iniciales, juveniles y maduras (Gráfica 6).

Mimosa texana var. *texana*

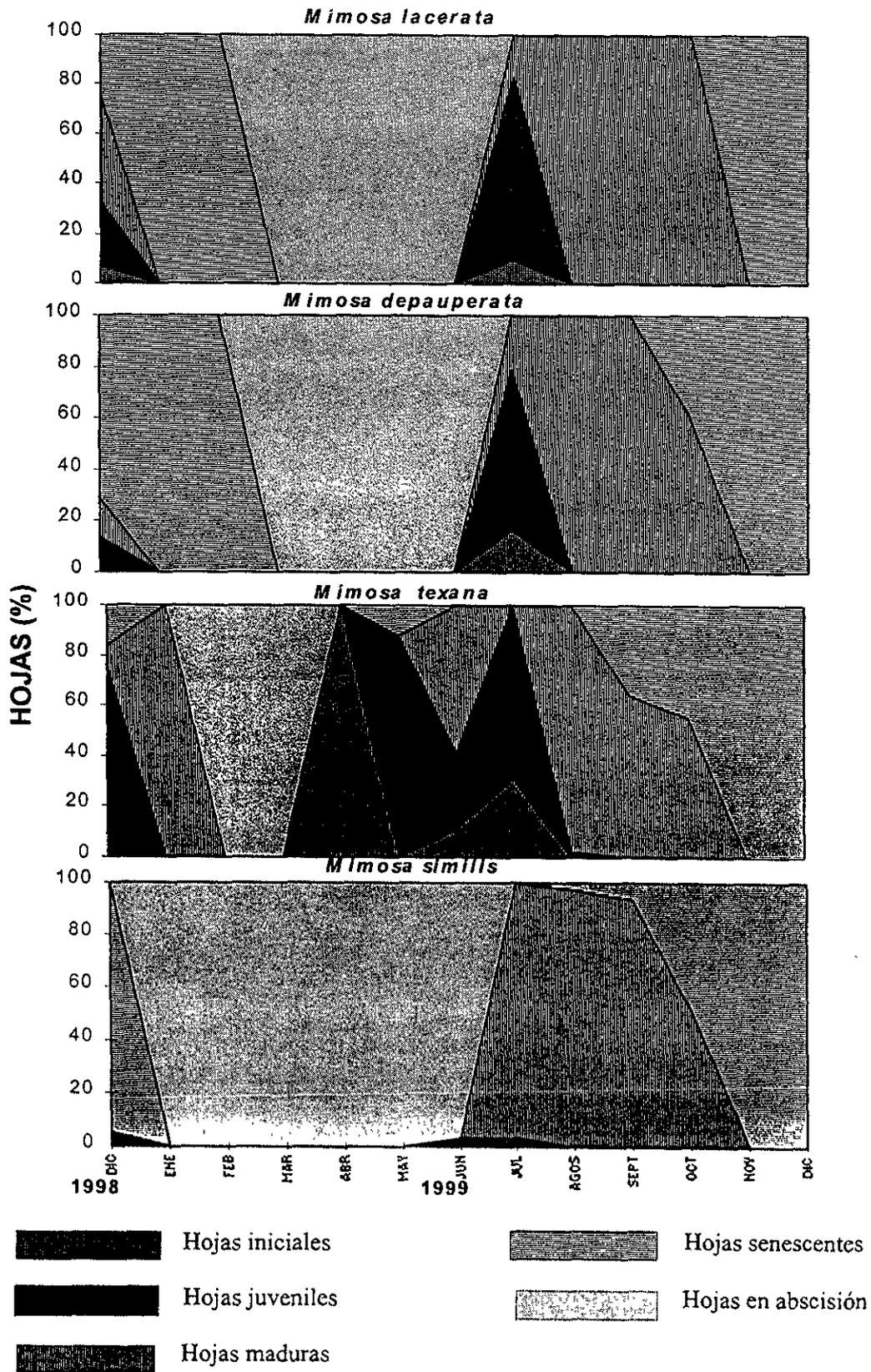
Las hojas iniciales presentaron dos picos de producción máxima (abril y julio) y permanecieron en esta condición hasta el mes de mayo, cuando se registraron los mayores picos de las hojas juveniles, las cuales aparecieron en el mes de abril y permanecieron, aunque en proporción variable hasta el mes de agosto; las hojas maduras se registraron desde el mes de mayo teniendo una gran permanencia hasta el mes de noviembre. La senescencia en las hojas se observó desde agosto y llegar hasta su totalidad en el mes de noviembre (Gráfica 6).

Las condiciones que presentaron las hojas en el mes de diciembre de 1999 fue diferente a la del mes de diciembre de 1998, la cual fue similar a los de *M. lacerata* y *M. depauperata* (Gráfica 6).

Mimosa similis

Las hojas iniciales aparecieron a principios de junio, las cuales se desarrollaron rápidamente y fueron reemplazadas por las hojas maduras, las cuales permanecieron en un gran porcentaje hasta el mes de noviembre. La senescencia de las hojas se manifestó desde fines de julio y llegó al 100 % en noviembre permaneciendo así hasta el mes de diciembre.

Para el mes de diciembre de 1998 el comportamiento fue diferente a las otras especies, donde además de la presencia de las hojas senescentes, se detectó la abscisión (Gráfica 6).



Gráfica 6. Proporción relativa de la población foliar, para cuatro especies del género *Mimosa*.

10.2.2. Desarrollo frutal

M. lacerata

La producción de frutos se registró a partir de mes de septiembre, con frutos inmaduros (5%), los frutos maduros aparecieron en los meses de noviembre y diciembre (4.5%) (Gráfica 7).

M. depauperata

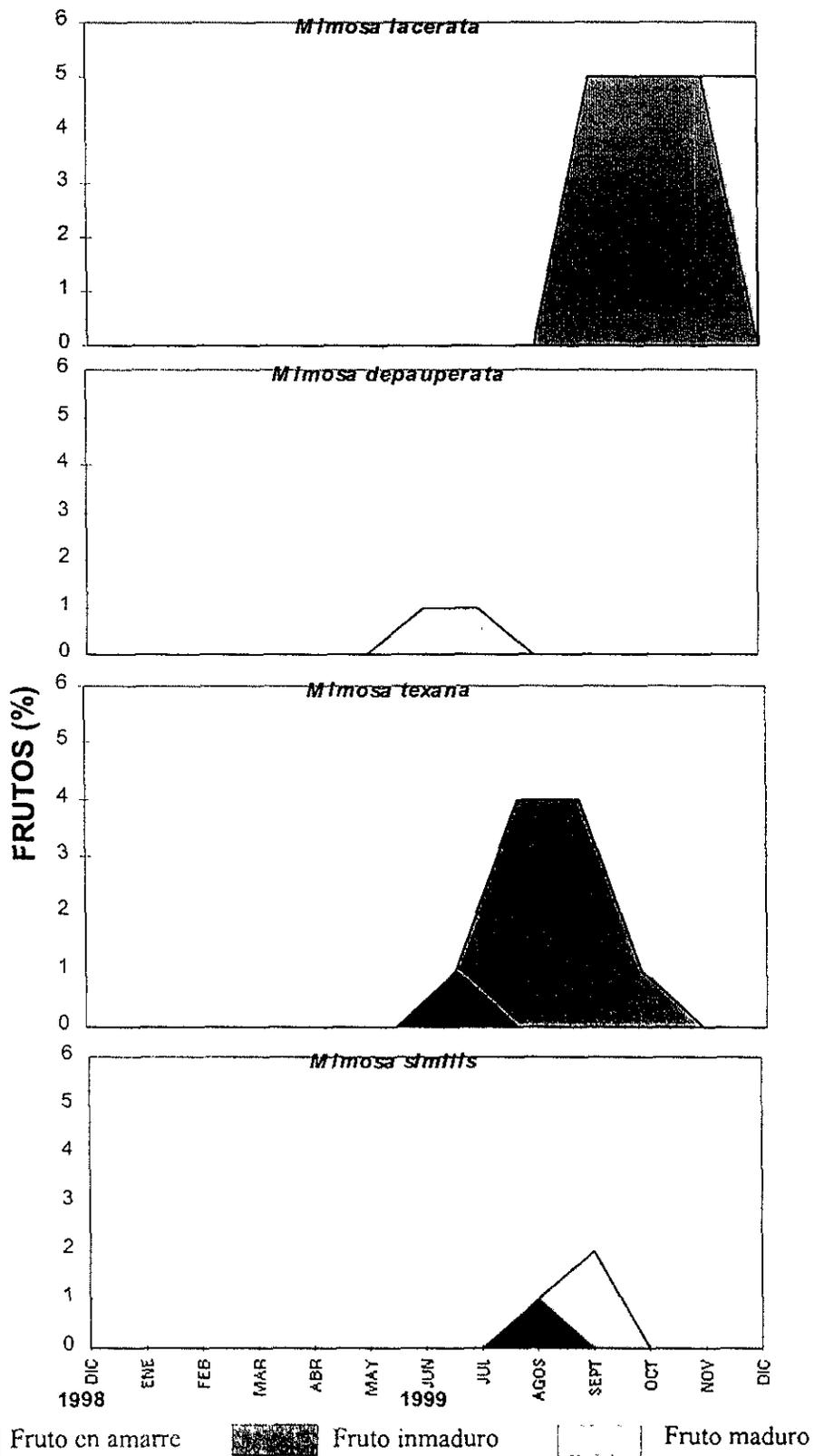
La producción de frutos maduros (1%) se registró a partir de julio y permaneció hasta el mes de agosto (Gráfica 7).

M. texana var. texana

La producción de frutos en amarre se inició en julio los cuales permanecieron hasta el mes de agosto. A mediados de julio los frutos en amarre fueron reemplazados por frutos inmaduros que alcanzaron apenas un 4% de la producción total, no se registraron frutos maduros (Gráfica 7).

M. similis

Los frutos en amarre se presentaron en agosto alcanzando sólo el 1% de la producción, se convirtieron en frutos maduros a partir de agosto y en septiembre presentaron un pico máximo de producción (2%) llegando a cero en octubre (Gráfica 7).

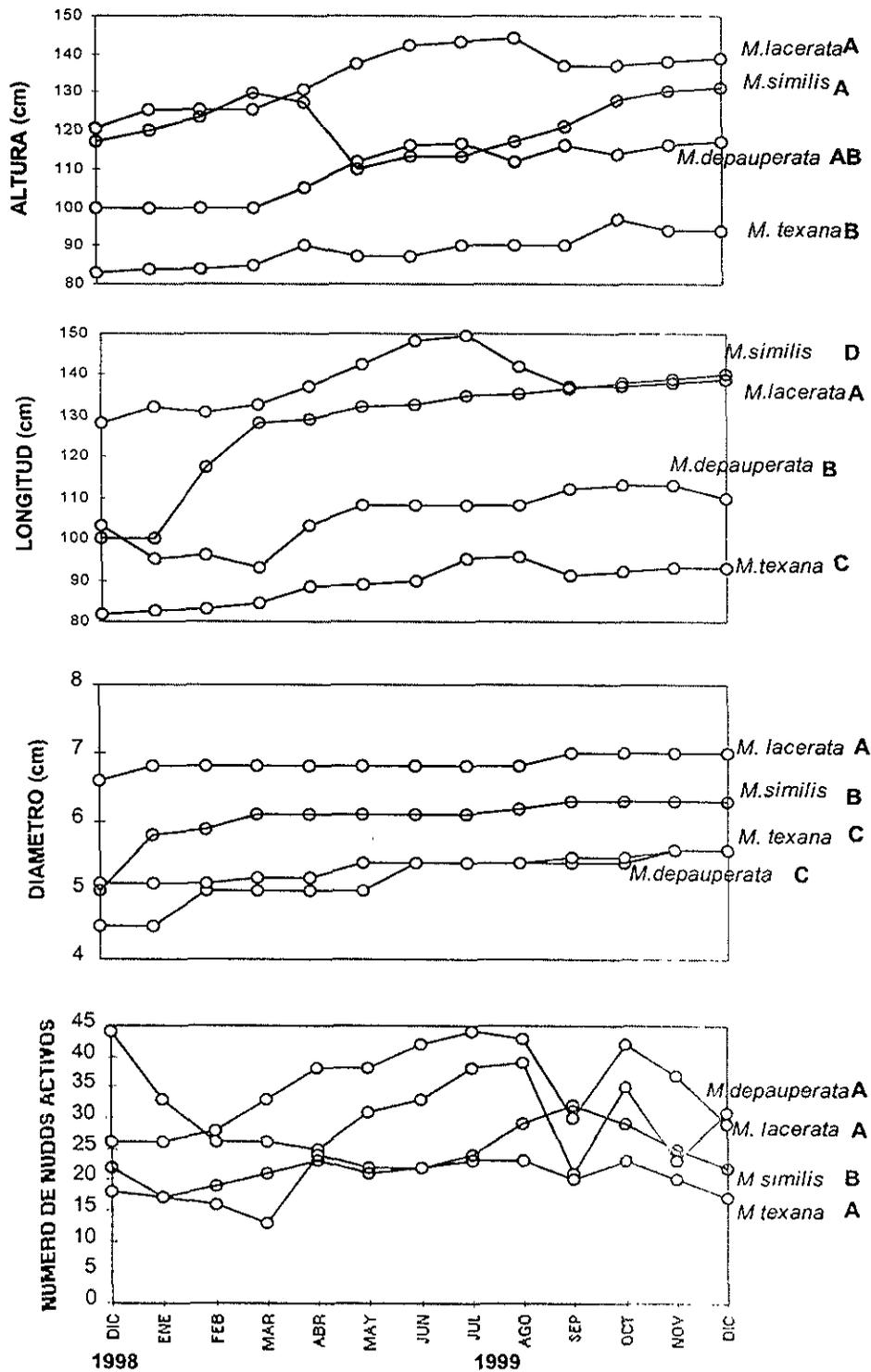


Gráfica 7. Proporción relativa de la población frutal, para cuatro especies del género *Mimosa*.

10.2.3. Altura y diámetro de los individuos del género *Mimosa* en un año.

M. lacerata es la especie que alcanzó la mayor altura en un año (134 cm); *M. similis* alcanzó una altura de 121.7 cm; *M. depauperata* alcanzó en promedio una altura de 117 cm, y *M. texana* var. *texana* presentó la menor altura 94 cm. *M. lacerata*, *M. similis* y *M. depauperata* no mostraron diferencias significativas entre sí ($p \geq 0.05$), pero sí fueron diferentes significativamente ($p \leq 0.05$) con *M. texana* var. *texana* e iguales con *M. lacerata* (Gráfica 8). En relación al incremento anual en la altura, *M. lacerata* presentó el mayor incremento (18.6 cm), seguida de *M. depauperata* (17 cm), *M. similis* (13.7 cm) y *M. texana* var. *texana* (11 cm) Cuadro 4.

En relación al diámetro, *M. lacerata* presentó el mayor diámetro (6.8 cm) con un incremento anual de 0.4 cm; *M. depauperata* ocupó el segundo lugar con 6 cm de diámetro y con un incremento anual de 1 cm; *M. texana* var. *texana* y *M. similis* presentaron los valores menores y significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) (4.7 y 5.4 cm respectivamente) en relación al de las otras especies, pero iguales entre sí; con un incremento de 0.5 y 1.1 cm al año respectivamente (Gráfica 8).



Gráfica 8. Atributos registrados durante un año de crecimiento para cuatro especies del género *Mimosa*.

Líneas con literales diferentes indican diferencias significativas ($p \geq 0.05$).

Cuadro 4. Atributos evaluados durante un año de crecimiento para cuatro especies del género *Mimosa*.

Espece	Mes	Altura (cm)	Longitud (cm)	Diametro(cm)	Nudos activos
<i>M. lacerata</i>	diciembre	120.4	128	6.6	26
	enero	125.4	132	6.8	26
	febrero	125.4	131	6.8	28
	marzo	125.4	132.8	6.8	33
	abril	130.8	137.2	6.8	38
	mayo	137.4	142.4	6.8	38
	junio	142.2	148.4	6.8	42
	julio	143.4	149.6	6.8	44
	agosto	144	142	6.8	43
	septiembre	137	137	7	30
	octubre	137	137	7	42
	noviembre	138	138	7	37
	diciembre	139	139	7	29
	incremento	18.6	11	0.4	
media	134 A	138 A	6.8 A	35 A	
<i>M. depauperata</i>	diciembre	100	103	4.5	44
	enero	100	95	4.5	33
	febrero	100	96	5	26
	marzo	100	93	5	26
	abril	105	103	5	25
	mayo	112	108	5	31
	junio	116	108	5.4	33
	julio	116.6	108	5.4	38
	agosto	112	108	5.4	39
	septiembre	116	112	5.4	21
	octubre	114	113	5.4	35
	noviembre	116	113	5.6	23
	diciembre	117	110	5.6	31
	incremento	16	10	1.1	
media	109.6 AB	105.4 C	4.7 C	31 A	
<i>M. texana</i>	diciembre	83	82	5.1	18
	enero	84	82.5	5.1	17
	febrero	84	83.2	5.1	16
	marzo	85	84.6	5.2	13
	abril	90	88.6	5.2	24
	mayo	87	88.8	5.4	22
	junio	87	90	5.4	22
	julio	90	95	5.4	23
	agosto	90	95.6	5.4	23
	septiembre	90	91	5.5	20
	octubre	97	92	5.5	23
	noviembre	94	93	5.6	20
	diciembre	94	93	5.6	17
	incremento	11	11	0.5	
media	89 B	89 D	5.4 C	20 B	
<i>M. similis</i>	diciembre	117.3	100	5	22
	enero	120.3	100	5.8	17
	febrero	123.6	117.6	5.9	19
	marzo	129.6	128.2	6.1	21
	abril	127.4	129	6.1	23
	mayo	110	132	6.1	21
	junio	113.2	132.6	6.1	22
	julio	113.2	134.8	6.1	24
	agosto	117.4	135.4	6.2	29
	septiembre	121	136.6	6.3	32
	octubre	128	138	6.3	29
	noviembre	130	139	6.3	25
	diciembre	131	140	6.3	22
	incremento	13.7	40	1.3	
media	121.7 A	128 B	6 B	23 B	

Columnas con literales diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

10.2.4. Tasa de crecimiento relativo anual

Las tasas de crecimiento indican patrones diferentes para las cuatro especies, *M. lacerata* presentó la máxima tasa de crecimiento en un año (0.17 cm.cm.año⁻¹), lo que significa que registró un incremento de 0.17 cm al año con respecto a la longitud inicial); *M. lacerata* y *M. texana* var. *texana* presentaron tasas de crecimiento intermedio (0.15 y 0.13 cm.cm. año⁻¹), y *M. similis* fue la especie que presentó la menor tasa de crecimiento. Todas las especies registraron tasas de crecimiento sin diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre sí (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tasas de crecimiento anual de las cuatro especies bajo estudio. Literales diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Especie	Tasa de crecimiento (cm.cm.año ⁻¹)
<i>M. lacerata</i>	0.15 A
<i>M. depauperata</i>	0.17 A
<i>M. texana</i> var. <i>texana</i>	0.13 A
<i>M. similis</i>	0.11 A

10.2.5. Producción anual de nudos activos

En promedio, la producción de nudos activos durante un año no presentó diferencias significativas ($p \geq 0.05$) para *M. lacerata* y *M. depauperata* (35 y 31 respectivamente), estos valores fueron mayores y significativamente diferentes ($p \leq 0.05$) en relación a *M. texana* var. *texana* y *M. similis* (20 y 23 respectivamente) las cuales no mostraron diferencias significativas entre sí ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4).

La mayor producción de estos nudos activos se dió en los meses de junio, julio y agosto para *M. lacerata*; en julio y agosto para *M. depauperata* y *M. texana* var. *texana* y de agosto a octubre para *M. similis* (Cuadro 4).

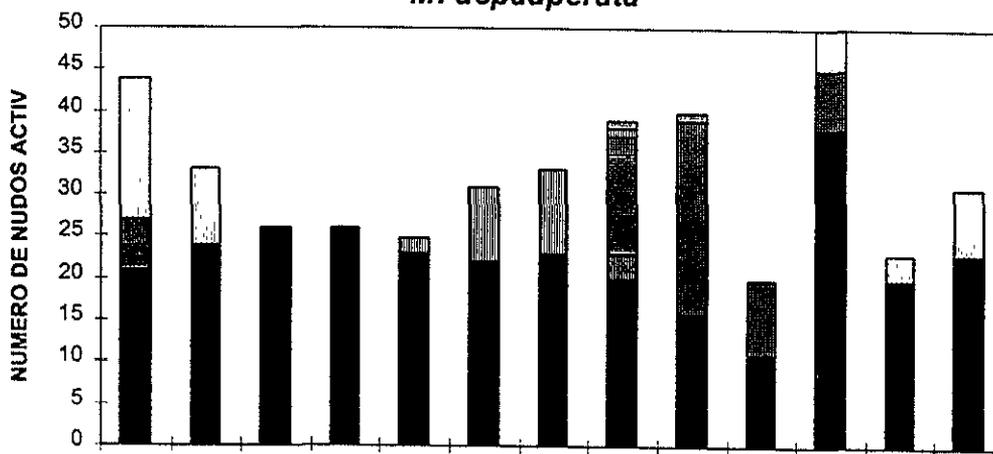
La mayor producción de estos nudos activos se dió en los meses donde la producción foliar fue mayor (Gráfica 3). Para cada una de las especies los meses con la mayor producción de nudos activos presentó estructuras de crecimiento diferentes.

En *M. lacerata*, la mayor producción de nudos se canalizó hacia la producción de botones florales, en *M. depauperata* estos nudos correspondieron a la producción de hojas maduras y en *M. texana* var. *texana* y en *M. similis* se produjeron ramas laterales (Gráfica 9).

M. lacerata



M. depauperata



- Ramas laterales
- Boton Floral
- Flor madura
- Fruto inmaduro
- Fruto maduro

- Hojas iniciales
- Hoja juvenil
- Hoja madura
- Hojas senescentes

Gráfica 9. Proporción de nudos activos y la condición de su crecimiento para cada una de las cuatro especies del género *Mimosa* en la Cuenca del Río Estórax.

10.2.6. Longitud anual y tasa de crecimiento de tallos en crecimiento durante un año.

Para cada especie el comportamiento en el crecimiento de los tallos nuevos en relación a la orientación en los cuatro puntos cardinales fue:

En *M. lacerata* el tallo nuevo que presentó una longitud final mayor fue el de la orientación norte (23 cm); el tallo de orientación este, presentó una longitud final e incremento intermedio, y el tallo del lado oeste alcanzó la menor longitud e incremento (Cuadro 5); en relación al incremento del tallo orientado hacia el sur, este no se pudo cuantificar debido a su pérdida provocada por el forrajeo del ganado y por las actividades humanas. En *M. depauperata*, de la misma manera que para *M. lacerata* el tallo nuevo que presentó una longitud final mayor fue el de la orientación norte (23 cm); el tallo de orientación este, presentó longitud e incremento intermedios y el tallo oeste presentó la menor longitud e incremento, para esta especie, el incremento del tallo con orientación sur tampoco pudo ser cuantificado debido a su pérdida por las mismas razones que en el caso anterior. En *M. texana var. texana* el tallo nuevo que presentó tanto longitud como incremento mayores fue el de orientación oeste; el tallo de orientación sur presentó longitud e incremento intermedios, el tallo de orientación norte presentó longitud intermedia y un incremento de sólo un centímetro y el crecimiento de orientación este no mostró incremento en su longitud. En el caso de *M. similis* el mayor incremento y longitud de tallos nuevos se presentó en la orientación este, seguido del tallo orientado al norte, el tallo de orientación sur presentó una longitud grande pero un incremento pequeño, la misma situación que se presenta con el tallo de orientación oeste cuyo incremento fue de sólo 4 cm.

Cuadro 6. Longitud e incremento de tallos nuevos para las cuatro especies.

Especie \ Orientación	Norte			Este			Oeste			Sur			X
	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	
<i>M. lacerata</i> (n=5)	12	23	11	8	17	9	12	16	4	-	-	-	8
<i>M. depauperata</i> (n=5)	10	23	13	12	17	5	7	16	9	-	-	-	9
<i>M. texana var. texana</i> (n=5)	7	8	1	13	13	0	11	19	8	10	13	3	3
<i>M. simili</i> (n=5)s	15	27	12	16	31	15	18	22	4	23	31	8	10

F= Longitud final, I=Longitud inicial, D=Incremento, X=Longitud promedio, unidades cm.

El incremento promedio de tallos nuevos fue mayor para *M. similis*; intermedio para *M. depauperata* y *M. lacerata* y menor para en *M. texana var. texana* (Cuadro 6).

La tasa de crecimiento en promedio para los tallos nuevos fue mayor para *M. depauperata*; para *M. lacerata* y *M. similis* intermedio y menor para *M. texana var. texana* (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tasas de crecimiento para los tallos nuevos en los cuatro puntos cardinales para las especies estudiadas.

Tasas de crecimiento para las cuatro orientaciones (cm.cm.año ⁻¹)					
Especie	Norte	Este	Oeste	Sur	Promedio
<i>M. lacerata</i>	0.91	1.12	0.33	-	0.78
<i>M. depauperata</i>	1.30	0.41	1.28	-	0.99
<i>M. texana var. texana</i>	0.14	0	0.72	0.30	0.29
<i>M. similis</i>	0.80	0.93	0.22	0.34	0.57

10.2.7. Ganancia de biomasa anual para las cuatro especies.

La biomasa acumulada en un año para cada una de las especies fue diferente: *M. similis* acumuló la mayor biomasa en un año (73.23 g); *M. lacerata* y *M. depauperata* presentaron valores de biomasa intermedios y estadísticamente iguales entre sí ($p \geq 0.05$) (25.14 y 26.53 g respectivamente) y *M. texana var. texana* fue la especie que acumuló la menor biomasa (13.48 g) (Gráfica 10).

Cuadro 8. Biomasa anual acumulada para las cuatro especies de *Mimosa*. Literales diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

Especie	Biomasa anual acumulada (g)
<i>M. lacerata</i>	25.14 B
<i>M. depauperata</i>	26.53 B
<i>M. texana var. texana</i>	13.48 C
<i>M. similis</i>	73.23 A

X.I. DISCUSION

Las cuatro especies del género *Mimosa* estudiadas son caducifolias y presentan patrones fenológicos similares; la foliación se presentó en la primavera; la floración en la primavera-verano y la fructificación en el verano-otoño-invierno; sin embargo el inicio y la duración de cada una de las fases fenológicas varió dependiendo de la especie.

Las cuatro especies presentan un sólo período de crecimiento foliar durante el año; la producción de follaje se presentó durante la primavera, período caracterizado por una mayor abundancia de precipitación. Sin embargo, *M. texana* var. *texana* presentó la producción de follaje antes que las otras tres especies, aprovechando el agua de las primeras lluvias, lo que indica que esta especie requiere de poca agua para iniciar esta fase fenológica, quizá porque es un arbusto bajo (en promedio 70 cm); *Mimosa similis* presentó el follaje durante el mes de junio donde la precipitación acumulada tampoco fue la máxima, por lo que esta especie tiene requerimientos de agua intermedios; *Mimosa lacerata* y *Mimosa depauperata* presentaron el follaje más tarde cuando la precipitación acumulada alcanzó los niveles máximos, por lo que estas especies requieren mayor cantidad de agua para que se inicie la foliación.

Por otro lado la permanencia del follaje varió dependiendo de la especie, *M. texana* var. *texana* mantuvo el follaje durante diez meses; *M. depauperata* y *M. lacerata* durante ocho y *M. similis* durante siete. Sin embargo no se encontró una relación directa con la producción de follaje; *M. depauperata* presentó la mayor producción de hojas con respecto a las otras tres especies, *M. texana* var. *texana* presentó una producción intermedia y *M. lacerata* y *M. similis* una producción menor. Probablemente la producción de follaje es independiente de la cantidad de agua de lluvia. Así mismo, esta producción no se vio reflejada en la ganancia de biomasa total acumulada en un año. Sin embargo, la permanencia de los diferentes estadios del desarrollo de las hojas sí presentó una relación directa con la biomasa acumulada.

M. similis presentó una mayor biomasa acumulada durante un año probablemente como una respuesta al mayor tiempo de permanencia de hojas maduras y *M. texana* var. *texana* presentó una biomasa menor en función a la menor permanencia de este tipo de hojas.

M. depauperata y *M. lacerata* presentaron patrones de desarrollo foliar muy semejantes, no así en relación a la producción de hojas; sin embargo, sus valores de biomasa acumulada en un año no fueron significativamente diferentes y presentaron valores intermedios en relación a las otras especies. Chiarello *et al.* (1991), mencionan que las hojas maduras presentan una mayor área y por lo tanto, una mayor capacidad fotosintética, por lo que la permanencia de hojas maduras en las cuatro especies es indicador de su tasa fotosintética.

La permanencia del follaje en los individuos está en función del aprovechamiento del agua (López-Portillo *et al.*, 1996) por las especies, más que de la abundancia de ésta en el medio. Así, *M. texana var. texana* muestra una mayor eficiencia en el uso de este recurso, que *M. lacerata*, *M. depauperata* y *M. similis*, las cuales requieren mayor cantidad de agua para la foliación, pero no necesariamente la utilizan para una mayor permanencia del follaje. Así mismo, el que *M. texana var. texana* inicie antes la foliación, la pone en ventaja sobre las otras especies (Barbour *et al.*, 1987), ya que aprovechó un período de luz más amplio con un mayor número de días largos, donde la eficiencia fotosintética es más alta (Marigo y Pautou, 1998). La maduración de las hojas es determinada principalmente por diferencias en la temperatura y el fotoperíodo (Aronson *et al.*, 1994).

Las cuatro especies además de presentar patrones fenológicos similares entre sí, también son similares a otras especies del género cuya distribución corresponde tanto a las zonas tropicales como templadas. *M. bahamensis*, especie tropical localizada en la Península de Yucatán; *M. biuncifera* y *M. monancistra* especies de zonas semiáridas, localizadas en la Cuenca Alta del Río de la Laja, Guanajuato y *M. affinis* localizada desde Nayarit hasta Oaxaca y Campeche, presentan la foliación también en la primavera, entre los meses de marzo y diciembre (Grether y Camargo-Ricalde, 1993; Grether, 1982; González 1994). Considerando que *M. lacerata* y *M. depauperata* son especies que se distribuyen desde los Bosques Templados hasta los Bosques Caducifolios (Grether *et al.*, inédito) se esperarían patrones de foliación similares para ambas especies, tanto en zonas semiáridas como subtropicales del país.

En relación a la senescencia de hojas se dio de manera secuencial (Strasburger *et al.*, 1990) y se presentó durante el verano para las cuatro especies. Azcon-Bieto y Talon (1996) mencionan que las especies envejecen en respuesta a una gran variedad de estímulos ambientales desde baja irradiancia,

estrés hídrico y cambios estacionales (fotoperíodo), los cuales son característicos del verano; por otro lado los reguladores del crecimiento (etileno) también juegan un papel importante en la senescencia de órganos vegetales en general. En el caso de *M. similis* ésta presentó primero la senescencia de hojas con una mayor permanencia; *M. lacerata* presentó esta fase fenológica al último y *M. texana* var. *texana* y *M. depauperata* la presentaron durante un período intermedio.

Azcon-Bieto y Talon (1996), mencionan que las plantas bajo condiciones de sequía ejercen una economía hídrica, cerrando sus estomas. Sin embargo, si éstos están cerrados durante un período de tiempo más largo, las hojas envejecen más rápidamente que aquellas que resisten más a la sequía, cuyos estomas permanecen abiertos por períodos más largos. Por ello *M. lacerata* puede ser una de las especies más resistentes al estrés hídrico. Asimismo la economía de nutrimentos desempeña una función importante en el proceso de senescencia. Los arbustos xéricos pueden depender fuertemente de la reabsorción para conservar nutrimentos específicos que a menudo están en bajas cantidades en suelos áridos (Killinbeck, 1993). La reabsorción es el proceso biológico que actúa para conservar los nutrimentos de las plantas a través de su remoción de los tejidos que sufren senescencia secuestrándolos para su uso futuro. Las plantas redistribuyen sus metabolitos, sobre todos los que contienen nitrógeno en forma orgánica, desde el tejido senescente de las hojas hasta los demás tejidos en desarrollo, por lo que aquellas especies con períodos más cortos de senescencia de hojas cuentan con tasa más rápida de translocación a otros órganos dando como resultado una mayor biomasa acumulada (Azcon-Bieto y Talon, 1996). De esta manera, *M. similis* fue la especie que presentó el menor período de senescencia de hojas y la mayor biomasa anual acumulada, *M. texana* var. *texana* presentó el mayor período de senescencia de hojas y la menor biomasa, probablemente porque su tasa de crecimiento es la más baja de las cuatro especies.

La abscisión se presentó para todas las especies durante mediados del invierno hasta mediados de la primavera (Gráfica 2). La abscisión es la renovación ordenada de células, tejidos y órganos del cuerpo de la planta y su importancia radica en que a través de este proceso se elimina la demanda respiratoria de estructuras que no se necesitan, se facilita la diseminación de semillas y otros propágulos y se evitan los efectos de distintos tipos de estrés como la sequía y la salinidad. *M. similis* fue la especie que presentó primero la abscisión, con un período de duración más amplio, posiblemente como una estrategia para reducir su demanda respiratoria durante la época seca y fría del año; *M.*

texana var. *texana* en cambio, es la especie que presentó la abscisión en un tiempo intermedio en relación a las otras especies, pero con un período de duración más corto, posiblemente como una estrategia para aprovechar el agua de las primeras lluvias.

En relación a la producción floral, ésta se presentó durante la primavera temprana y el verano; época durante la cual se registraron las mayores temperaturas y precipitaciones. Bowers y Dimmitt (1994), reportan que la temperatura y el fotoperíodo pueden ser los factores ambientales más importantes para el control de este proceso. De esta manera, *M. lacerata* presentó la floración antes que las otras especies (Cuadro 2), durante la época seca y cálida del año, aprovechando quizás los aumentos en temperatura. *M. similis* comenzó la floración en el mes de marzo, durante la época en que la temperatura comenzó a ascender rápidamente y los días se hicieron más largos con el inicio de la primavera, por lo que tal vez el disparador de la floración en esta especie sea la temperatura (Beatley, 1974; Ackerman *et al.*, 1980; Abd El-Ghani, 1997). *M. depauperata* y *M. texana* var. *texana* comenzaron la floración después, cuando la temperatura registrada fue la más alta y donde el fotoperíodo se caracteriza todavía por un mayor número de días largos, por lo que estas especies dependen de temperaturas más altas y exposiciones más amplias de luz. En general las cuatro especies presentaron una respuesta fotoperiódica de floración de día largo (Ray, 1988).

La permanencia de las flores varió dependiendo de la especie; *id est M. lacerata* mantuvo las flores durante siete meses, *M. texana* var. *texana* durante seis, *M. similis* durante cinco y *M. depauperata* durante cuatro. Esto no presentó una relación directa con la producción floral. *Mimosa lacerata* fue la especie que presentó mayor producción floral; *M. texana* var. *texana* presentó la menor producción y *M. similis* y *M. depauperata* presentaron producciones intermedias. Es importante resaltar que el comportamiento de estas cuatro especies, en relación a la floración, fue diferente para aquellos individuos localizados a orillas de la carretera o en las partes bajas de las laderas, donde en forma cualitativa se observó una floración abundante, probablemente como una respuesta a una mayor acumulación de agua en estos sitios y a una menor competencia por el uso de este recurso, cabe señalar que estos individuos ruderales siempre se presentaron en conglomerados sin la asociación con otras especies. Así el esfuerzo reproductivo presentado por los individuos que conformaron las poblaciones no ruderales, caracterizados por floraciones escasas, probablemente sea resultado de las condiciones hídricas y edáficas menos favorables, así como por la mayor competencia de este recurso por otras especies asociadas. La producción de flores quizás sea un proceso controlado por lluvias abundantes y

por las temperaturas altas, es decir, por la disponibilidad en el hábitat de un intenso flujo evapotranspiracional que sustenta la floración, ya que las flores carecen de estructuras de protección contra la desecación, aunque también juega un papel determinante el fotoperíodo (Beatley, 1974; Ackerman *et al.*, 1980; citados por Abd El-Ghani, 1997), ya que la floración se desarrolló durante el período de primavera-verano. Al parecer el inicio de la etapa reproductiva en estas especies no depende de la aparición de las lluvias, sino más bien de las altas temperaturas que parecen ser el factor disparador (León de la Luz *et al.*, 1996). Por otro lado, la precipitación del año anterior (Gráfica 1) pudo haber tenido una participación importante en el siguiente período de reproducción al permitir la formación de una reserva hídrica en las raíces de los arbustos. Beatley (1974) y Keeley (1987), mencionan que el patrón y los niveles de precipitación pluvial de la temporada previa participan en cierta medida en la intensidad de la floración de los años siguientes. Beatley (1974), menciona el caso específico de especies leñosas de ambientes desérticos y Keeley (1987) lo hace en referencia a algunas especies características del chaparral.

En algunos casos los requerimientos de cada especie en cuanto a precipitación, temperatura y humedad ambiental necesarias para la floración son muy especiales y diversos, consecuentemente la floración varía año con año (Bowers y Dimmitt, 1994; Kemp, 1983). En general la producción floral para las especies durante el año de estudio fue poco abundante, posiblemente como una estrategia para evitar la muerte masiva de plántulas (Azcon-Bieto y Talon, 1996), dadas las características desfavorables de precipitación ocurridas durante el año de estudio.

Las cuatro especies presentaron patrones de floración semejantes entre sí. Se reportan patrones de floración para estas mismas especies en la zona del Bajío, donde *M. similis* florece de mayo a septiembre, *M. depauperata* de abril a octubre y *M. texana var. texana* de julio a octubre (Grether *et al.*, inédito).

Por otro lado en las zonas adyacentes y fuera del Bajío, -específicamente en encinares, bosques de coníferas y bosque tropical caducifolio en los Edos. de Hidalgo, México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Jalisco, Guerrero y Oaxaca- se ha observado a *Mimosa lacerata* en floración de abril a diciembre, resaltando que durante la primera parte de la floración por lo general esta especie no presenta follaje (Grether *et al.*, inédito). Del mismo modo, Grether y Camargo-Ricalde (1993), reportan un patrón

similar de floración en *M. bahamensis*, que es una especie de distribución tropical, cuya floración se presenta de mayo a agosto.

M. lacerata y *M. depauperata*, como ya se mencionó antes, son especies que coexisten en la misma comunidad vegetal y presentan semejanzas en cuanto a la foliación; sin embargo, sus períodos reproductivos no son iguales, en cuanto a producción y a duración; *M. lacerata* presenta una mayor producción de flores así como un mayor período de duración de éstas (7 meses) y *M. depauperata* presenta una producción de flores menor con un período de duración también menor (4 meses); esto implica un aspecto fundamental para la coexistencia de estas especies, ya que tienen estrategias diferentes del uso del recurso hídrico al utilizar la reserva de agua del suelo en períodos diferentes y muy probablemente a profundidades distintas. De acuerdo a la teoría de la razón raíz-vástago (Fitter y Hay, 1991) *Mimosa lacerata* al presentar individuos de mayor altura probablemente presente sistemas radicales más profundos que *M. depauperata* cuya talla es menor; por lo que la primera especie absorbe el agua del suelo a profundidades mayores que *M. depauperata* lo cual implica un nicho biológico diferente (Krebs, 1978).

Es importante señalar que en la hipótesis inicial de este trabajo se planteó la coexistencia de especies como una función directa del no traslape de la floración. Sin embargo, se observó que la floración para las dos especies sí se traslapa por tres meses, pero que los picos de floración y los períodos en los que se presenta fueron significativamente diferentes ($p \leq 0.05$). De aquí, se genera una nueva hipótesis, donde el factor que permite la coexistencia es más bien la estrategia del uso del recurso hídrico (Braun, 1979), es decir, ambas especies forman un gremio con una repartición estratégica de los recursos, donde desempeñan nichos complementarios, para conformar un grupo funcional como especies arbustivas vecinas, tanto a nivel ecológico como filogenético.

En relación a la fructificación, esta se presentó durante el verano-otoño-invierno para las cuatro especies, época del año que se caracterizó por una disminución en la temperatura. *M. texana* var. *texana* y *M. depauperata* iniciaron la fructificación antes que las otras dos especies. Es importante resaltar que en relación a la duración de los períodos de fructificación se puede clasificar a las especies en dos grupos: *M. lacerata* y *M. texana* var. *texana* cuyo período de fructificación duró cuatro meses y *M. depauperata* y *M. similis* cuyo período de fructificación duró dos meses. Esto implica también

estrategias diferentes para la reproducción por las cuatro especies, donde *M. depauperata* y *M. similis* maduran sus frutos en un período de tiempo menor y *M. lacerata* en un período mayor. La duración del período de fructificación sí mostró relación directa con la producción de frutos, ya que *M. lacerata* y *M. texana var. texana* presentaron una producción mayor que *M. depauperata* y *M. similis*.

M. texana var. texana a pesar de presentar un período amplio de fructificación se destacó, porque los frutos no maduraron, debido probablemente a un mayor requerimiento hídrico el cual no fue suficiente en el suelo dado el deterioro, pues esta zona fue una de las que tuvo mayor perturbación humana. Azcon-Bieto y Talon (1996) mencionan que los déficits hídricos afectan al desarrollo reproductor de las plantas. Por ejemplo en el trigo, déficits hídricos moderados adelantan la floración hasta en una semana, aunque con disminución en el número de espiguillas, fertilidad del polen y formación de granos. También mencionan que la temperatura, la irradiancia y el estado hídrico, son aspectos importantes que condicionan el crecimiento y el desarrollo del fruto, por lo que éstos pudieron haber sido factores determinantes, que al no haber sido óptimos durante el año de estudio, afectaron la maduración de frutos de esta especie (Gleeson y Tilman, 1994).

Es importante señalar, que en sitios perturbados donde el agua del suelo está disponible (zonas ruderales), *M. texana var. texana* presenta maduración de frutos; sin embargo en aquellos sitios perturbados donde hay déficits hídricos en el suelo (zonas no ruderales), no se da la maduración de frutos. *M. texana var. texana* puede estar translocando el agua a estructuras reproductoras cuando la precipitación y el agua en el suelo son abundantes; en cambio cuando la precipitación disminuye y la disponibilidad de agua es menor, la planta asigna este recurso hacia la producción de estructuras vegetativas (Maya y Arriaga, 1996).

M. depauperata y *M. texana var. texana* presentaron la fructificación cuando aún no había terminado la floración, traslapándose estas etapas; en el caso de *Mimosa depauperata* el traslape fue durante un mes y para *M. texana var. texana* durante tres meses; en cambio *M. lacerata* y *M. similis* iniciaron su fructificación una vez terminada la floración no presentándose traslape entre estas dos fases fenológicas. Esto es importante porque como menciona Murali y Sukumar (1994), las especies que producen flores simultáneamente con los frutos invierten más recursos en la producción de las flores; así mismo al presentarse un traslape de estas dos estructuras reproductoras, se propicia una competencia

por los fotosintatos asimilados para su crecimiento y desarrollo afectando finalmente la maduración de los frutos y los períodos de fructificación. El mayor tiempo de traslape de estas dos etapas fenológicas en *M. texana* var. *texana* provocó que los frutos no maduraran y promovió en el caso de *M. depauperata* el menor tiempo de traslape la baja producción de estos.

Se han reportado patrones de fructificación para estas especies en la zona del Bajío, donde *M. depauperata* se ha encontrado en fructificación de octubre a febrero; *M. similis* localizada en Querétaro y San Luis Potosí, de junio a noviembre, *M. lacerata* fuera de la zona del Bajío de mayo a febrero y *M. texana* var. *texana* de octubre a febrero (Grether *et al.*, inédito). Este desfaseamiento está en función probablemente de la constitución genética de los individuos, de la abundancia de polinizadores y de las condiciones ambientales (Waser, 1979).

Los frutos de estas especies son muy ligeros y según se pudo observar en el presente trabajo se pueden formar hasta 9 como producto de una sola flor y la dispersión de los frutos se lleva a cabo cuando los frutos maduros y secos son desprendidos fácilmente de la planta al ser removidos directa o indirectamente por el hombre, por los animales, el viento o por la lluvia; liberando posteriormente las semillas que son arrastradas y diseminadas por las escorrentías.

En relación al tiempo que tardan en madurar los frutos, se observaron diferencias en relación a las especies; *M. similis* requiere sólo de un mes, *M. lacerata* de tres meses. En general los individuos de *M. texana* var. *texana* y en *M. depauperata* no se pudo cuantificar esta período; sin embargo, se observó en algunos individuos localizados en las zonas ruderales se observó que la maduración de frutos en el caso de *M. texana* var. *texana* tiene una duración de dos meses. Esto implica una ventaja en relación a la dispersión de semillas y establecimiento de plántulas, donde un menor tiempo de maduración de frutos asegura una dispersión temprana y establecimiento de plántulas cuando las condiciones ambientales pueden ser las más favorables (Fenner, 1985).

Grether (1982), menciona que la dispersión en *M. biuncifera*, localizada en el Noreste del Estado de Guanajuato, se da principalmente por las escorrentías y que la dispersión por animales es escasa, ya que no se han encontrado frutos adheridos al pelo de los animales (ganado vacuno, bovino y caprino); por otro lado, al analizar el excremento del ganado caprino que frecuentemente ramonea los arbustos de *Mimosa*, se encontraron muy pocas semillas de este género, muchas de ellas deterioradas

por el paso a través del tracto digestivo de estos animales, lo cual confirma la baja posibilidad de una dispersión de este tipo. Otro mecanismo de dispersión es provocado por el hombre al limpiar los terrenos para su cultivo, lo cual favorece la diseminación de frutos y semillas en el propio terreno y en los alrededores donde se depositan o utilizan los arbustos cortados; además en ocasiones quedan tocones en el terreno de cultivo que retoñan en la estación lluviosa y producen semillas nuevamente (Grether, 1982).

En relación a los patrones de crecimiento se observaron tendencias diferentes en las cuatro especies :

M. lacerata presentó el mayor incremento en altura y diámetro; una tasa de crecimiento intermedia y el mayor número de nudos activos, debido a que su constitución genética así lo permite (Hudson, 1967) y a las condiciones del medio ambiente (nutrimentos del suelo, precipitación y temperatura) que favorecen la expresión de estos caracteres (Greulach, 1990). El aumento en longitud de la rama evaluada coincide con la época de mayor precipitación, lo que supone que el período de crecimiento está relacionado con la humedad y disponibilidad de agua. El desarrollo de los nudos en esta especie fue mayor como resultado de una mayor longitud de sus ramas (Nielsen, 1986; Mejía, 1998). La tasa de crecimiento observada fue el resultado del alargamiento de los entrenudos a medida que la temperatura y la disponibilidad de agua se incrementaron (Larcher, 1977). *M. lacerata* canalizó su producción a ramas laterales; sin embargo, esto no se vió reflejado en el valor de biomasa registrado, lo que sugiere que durante la etapa de defoliación la planta requiere de la capacidad fotosintética de las hojas para aumentar su producción de materia seca, ya que no la acumula de manera significativa durante el verano (Mejía, 1998).

Mimosa similis presentó un incremento de altura y diámetro; así como una tasa de crecimiento menor y número de nudos activos intermedios en relación a las otras especies, pero la producción de biomasa fue mayor; así mismo esta especie fue la que presentó el mayor incremento en la longitud de sus crecimientos nuevos. Por otro lado esta especie canaliza su crecimiento principalmente hacia la producción de ramas laterales, la cual fue elevada durante el año de estudio y posiblemente la causa principal del incremento de biomasa. *M. similis* puede ser una especie potencial forrajera con una gran capacidad de regeneración.

En *Mimosa depauperata* el incremento en altura, diámetro, número de nudos activos y producción de biomasa también presentaron valores intermedios pero menores en relación a *M. similis*. Es importante resaltar que el número de nudos activos fue significativamente igual al de *M. lacerata*, a pesar de que la longitud de las ramas son menores, debido a que los entrenudos son muy cortos. La mayor producción de nudos activos coincidió también con la época húmeda del año; sin embargo, para esta especie estos nudos activos canalizaron su crecimiento hacia la producción las hojas maduras, lo cual se vio reflejado en una mayor producción de follaje; por lo que esta especie podría ser la mejor nodriza debido a la amplia producción de hojas y la cobertura que genera.

Por otro lado es importante señalar que el valor de biomasa de *M. depauperata* no fue significativamente diferente al de *M. lacerata*, lo que finalmente las coloca como especies con gran potencialidad en cuanto a su productividad.

Mimosa texana var. *texana* por ser un arbusto de talla pequeña tiene una estrategia diferente a la presentada por las otras especies, ya que al tener el menor incremento en altura y diámetro, indica que la energía que las demás especies utilizan para crecer, ésta la canaliza hacia la producción y el mantenimiento del follaje, como lo manifiestan los datos de mayor producción de nudos activos encauzados a la producción de hojas iniciales. La tasa de crecimiento presentó un valor intermedio pero mayor a *M. similis*. El valor de biomasa acumulada fue el menor lo cual demuestra que a pesar de mantener el follaje durante gran parte del año, no almacena gran cantidad de materia seca.

Es importante mencionar que las tasas de crecimiento lentas reducen las oportunidades para la competencia permitiendo la coexistencia de muchas especies (Krebs, 1978); en el caso de *M. lacerata* y *M. depauperata* que son las dos especies que coexisten en la misma zona de estudio no se presentaron diferencias significativas en las tasas de crecimiento.

Marigo y Pautou (1998), mencionan que las especies útiles en la restauración ecológica deben cubrir con ciertas características como son: eficiencia en su dispersión, uso de estrategias competitivas para monopolizar los recursos y el espacio, rápido crecimiento estacional, reproducción vegetativa, tolerancia al estrés, desarrollo clonal y alta capacidad de proliferación de órganos subterráneos. Las

especies de *Mimosa* estudiadas en el presente trabajo al presentar varias de las características que se mencionan anteriormente como son: el uso de estrategias competitivas para monopolizar recursos y espacio, rápido crecimiento estacional, tolerancia al estrés (sobre todo hídrico) y una alta funcionalidad en ambientes semiáridos, se podrían considerar como especies útiles para recolonizar sitios deteriorados.

XII. CONCLUSIONES

- Las cuatro especies del género estudiadas son caducifolias y presentan patrones fenológicos similares; la foliación se presentó en la primavera; la floración en la primavera verano y la fructificación en el verano-otoño-invierno; sin embargo, el inicio y la duración de cada una de las fases varió dependiendo de la especie.
- *M. texana* var. *texana* presentó probablemente la mayor eficiencia en el uso del agua, en función de la mayor permanencia del follaje. Las otras tres especies al parecer requieren de una mayor precipitación para la foliación pero no necesariamente la utilizan para una mayor permanencia del follaje.
- *M. depauperata* presentó la mayor producción de follaje propiciando una mayor cobertura, por lo que podría ser una buena nodriza para otras especies de gramíneas, herbáceas o cactáceas.
- Para las cuatro especies la aparición del follaje presentó una relación directa con los picos máximos de precipitación.
- La producción y permanencia de las hojas maduras en las cuatro especies, es un indicador de su actividad fotosintética, lo cual se manifestó en la biomasa acumulada; de esta manera *M. similis* presentó la mayor biomasa acumulada en respuesta a una mayor permanencia de las hojas maduras; *M. texana* var. *texana* presentó la menor biomasa y *M. lacerata* y *M. depauperata* presentaron valores intermedios.
- El período de senescencia presentó una relación directa con la biomasa acumulada : especies con períodos de senescencia cortos presentaron mayor biomasa (*M. lacerata* y *M. similis*) y especies con períodos de senescencia largos presentaron menor biomasa (*M. depauperata* y *M. texana* var. *texana*).
- La floración de estas especies se da en la época seca y cálida del año, muy probablemente como una respuesta directa de la temperatura y el fotoperíodo (por lo tanto al mayor flujo

evapotranspiracional) por lo que estas especies presentan una respuesta fotoperiódica de floración de día largo; la producción floral se presentó en general para las cuatro especies en la época de mayor temperatura y precipitación.

- *M. lacerata* y *M. depauperata* son especies que coexisten en el mismo hábitat, probablemente debido a que la floración se presenta en la misma época, pero con una duración diferente.
- La fructificación se presentó en el verano-otoño-invierno para las cuatro especies. *M. lacerata* y *M. texana* var. *texana* presentaron un período de fructificación mayor lo cual probablemente incrementa el período de dispersión de semillas, así como el establecimiento de plántulas.
- *M. similis* fue la especie que presentó la mayor acumulación de biomasa y una tasa de crecimiento de ramas nuevas intermedia, implicando una mayor tasa de regeneración bajo condiciones de deterioro ecológico del hábitat.
- Las cuatro especies pueden clasificarse en un mismo grupo funcional de acuerdo a sus patrones fenológicos pero no así en función de sus patrones de crecimiento, los cuales son diferentes.
- Las características fenológicas y de crecimiento de las cuatro especies indican resistencia a sequía; así como estrategias especializadas de sobrevivencia bajo condiciones de deterioro del medio, lo cual les permite su desarrollo y la posibilidad de ser especies candidatas a utilizarse en la restauración ecológica.
- En general, las cuatro especies canalizaron su energía principalmente al crecimiento y no a la reproducción, probablemente como una respuesta a las condiciones ambientales (temperatura y precipitación) prevalecientes durante el año de estudio.

XIII. LITERATURA CITADA

- Abd El-Ghani M.M.1997. Phenology of ten common plant species in Western Saudi Arabia. *Journal of Arid Enviroments*. 35: 673-683.
- Ackerman, T.L., E. M. Romney, A. Wallace y J. E. Kinnear.1980. Phenology of deserts shrubs in southern Nye Country, Nevada. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 4:4-23.
- Aronson J., J. Kigel y A.Shmida. 1993. Reproductive allocation strategies in desert and Mediterranean populations of annual plants grown with an without water stress. *Oecologia*. 93:336-342.
- Aronson J., C. Floret, F. Le Floc'h, C. Ovalle y R. Pontainer. 1993 (a). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in Arid and Semi-Arid Lands. II. Case studies in southern Tunisia, Central Chile and northern Cameroon. *Restoration Ecology*. Vol. (3):168-187.
- Aronson J., C. Floret, F. Le Floc'h, C. Ovalle y R. Pontainer.1993 (b). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in Arid and Semi-Arid Lands. I. A View from the South. *Restoration Ecology*. Vol. 1(1): 8.17.
- Aronson J., C. Ovalle, L. Aguilera y P. León . 1994. Phenology of an "immigrant " savanna tree (*Acacia caven*, Leguminosae) in the Mediterranean climate zone of Chile. 27: 55-70.
- Arredondo S. , J. Aronson, C. Ovalle, A. Del Pozo y J. Avendaño. 1998. Screening multipropose legume trees in Central Chile. *Forest Ecology and Management* 109, 221-229.
- Arreguín S.M.L., L.G. Cabrera, N.R. Fernández, L.C. Orozco, C.B. Rodríguez y B.M. Yopez. 1997. Introducción a la Flora del Estado de Querétaro. México. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, Instituto Politécnico Nacional y Universidad Autónoma Chapingo.
- Azcon-Bieto J. y M. Talon. 1996. *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. Interamericana McGraw-Hill.México.
- Barbour G. M. , J. H. Burk y W. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamín/Cummings Publishing Company, Inc. USA.
- Barneby R. C. 1991. *Sensitivae Censitae*. A description of the genus *Mimosa* L. (Mimosaceae) in the New World. *Memoris of the New York Botanical Garden* 65:1-835.
- Batschelet, E. 1978. *Matemáticas básicas para biocientíficos*. Ed. Dossat. España.
- Beatley, J.C. 1974. Phenological events and their environmental triggers in the Mojave Desert ecosystem. *Ecology* , 55:856-863.

- Bergmeier E. y U. Matthäs. 1996. Quantitative phenology and early effects of non-grazing in Cretan phryfana vegetation. *Journal of Vegetation Science*.7:229-236.
- Bowers J. y M. Dimmitt. 1994. Flowering phenology of six woody plants in the northern Sonoran Deserts. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 121 (3), pp. 215-229.
- Braun J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. H. Blume. España.
- Britton, N.L. y J.N. Rose. 1928. *Mimosa*, Flora de Norteamérica. México.23(3):1-194.
- Camargo-Ricalde, S. L 1997. Aspectos de la biología del “Tepezcohuite”, *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 113pp.
- Challenger A.1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres en México, pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología, UNAM. México.
- Chiarello N. , H. A. Mooney y K. Williams. 1991. Plant Physiological Ecology. Fields Methods and Instrumentation. Ed. Chapman and Hall. Great Britain.
- Daubenmire R.F. 1998. Tratado de autoecología de las plantas. Ecología Vegetal. Ed. Limusa. México.
- Detlef S. E. y H. Mooney. 1994. Biodiversity and Ecosystem Function. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Alemania.
- Fenner M. 1985. Seed Ecology. Chapman and Hall Ltd. Great Britain.
- Fitter A. H. y R.K.M. Hay. 1991. Environmental Physiology of Plants. Academic Press. Great Britain.
- Flores, A. 1982. Caracterización florística y estructural de la Vegetación de la Cuenca del Río Estórax. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Freund J. y A. Simon.1992. Estadística elemental. Ed. Prentice Hall, México.
- García, E. 1988. Apuntes de climatología. UNAM, México.
- Gleeson S.K. y D. Tilman. 1994. Plant allocation, growth rate and successional status. *Functional Ecology*. 8:543-550.
- González , M., 1994. Estudio sobre la distribución, morfología y fenología de cinco especies del género *Mimosa*, L. (leg.). Tesis de Licenciatura, Universidad Simón Bolívar, Escuela de Biología. México.
- Grether R., A. Martínez- Bernal y S. L. Camargo-Ricalde. Inédito. *Mimosa* L. Departamento de Biología. División de CBS, UAM-I. Inédito.

- Grether, R. 1982. Aspectos ecológicos de *Mimosa biuncifera* y *Mimosa monancistra* en el noroeste del estado de Guanajuato. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 43:43-60.
- Grether, R. 1978. A general review of the genus *Mimosa* L. (Leguminosae) in México. *Bull. IGSM*. 6:45-50.
- Grether, R. 1997. Revisión taxonómica del género *Mimosa* (Leguminosae) en Mesoamérica. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM : México.
- Grether, R. y S. Camargo-Ricalde, 1993. *Mimosa bahamensis* (Leguminosae) en la Península de Yucatán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 53:55-72.
- Grether, R.; S. 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
- Greulach V. y J. Edison Adams. 1990. Introducción a la Botánica Moderna. Las Plantas. Ed. Limusa, México.
- Hudson. J.P.1967. Control del medio ambiente de la planta. Actas de la Universidad de Nothinham. Ed. Omega España.
- Hunt, R. 1989. Basic Growth Analysis. Plant growth analysis for begginers. Chapman and Hall. Great Britain.
- Jordan III W, M. E. Gilpin y J. D. Aber. 1990. Restoration ecology (A synthetic approach to ecological research). Cambridge University Press. Great Britain.
- Keeley, J. E. 1987. Fruit production patterns in the chaparral shrub *Ceanothus crassifolius*. *Madroño*. 34(4):273-282.
- Kemp, P.R. 1983. Phenological patterns of Chihuahuan Deserts plants in relation to the timing of water availability. *Journal of ecology*, 71:427-436.
- Killingbeck. T.K.1993. Nutrient Resorption in desert shrubs. *Revista Chilena de Historia Natural*. 66:345-355.
- Krebs, C. J. 1978. Ecology.The experimental análisis of distribution and abundance . Second edition. Horper International Edition. New York .
- Larcher, W. 1977. Ecofisiología vegetal. Ed. Omega. España.
- León De La Luz J.L., R. Coria y M. Cruz. 1996. Fenología Floral de una comunidad árido-tropical de Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana*, 35:45-64.
- López-Portillo, J. C. Montana y E. Ezcurra.1996. Stem demography of *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* in vegetation arc and associated bare areas. *Journal of vegetation Science*. 7: 901-910.

- Marigo, G. y G. Pautou.1998. Phenology, growth and ecophysiological characteristics of *Fallopia sachalinensis*. *Journal of Vegetation Science*.9:379-386.
- Maya Y. y L. Arriaga. 1996. Litterfall and phenological patterns of the dominant overstorey species of a desert scrub community in north-western México. *Journal of Arid Environments*.34:23:35.
- Mckell, C. y E. García Moya, 1989. North american shrublands. Academic Press. USA.
- Mejía B. C. M.1998. Producción del girasol (*Helianthus annus* L.) en función del tamaño de la fuente de fotosintatos.Tesis de Licenciatura, Carrera de Biología.. FES Zaragoza. UNAM.
- Murali K. S. y R. Sukumar.1994. Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, Southern India. *Journal of ecology*. 82, 759-767.
- Nielsen E.T., H.R. Sharifi y P.W. Randel. 1991. Quantitative phenology of warm desert legumes: seasonal growth of six *Prosopis* species at the same site. *Journal of Arid Environments*. 20:299-311.
- Nielsen E.T., H.R. Sharifi, R.A. Virginia y P. W. Randel. 1986. Phenology of warm desert pteridophytes:seasonal growth and herbivory in *Prosopis glandulosa* var. *Torreyana* (mezquite). *Journal of Arid Environments*. 1:17-229.
- Noble, L. R. y R. O. Slayter. 1980. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances.*Vegetatio*.43:5-22.
- Ray, M. P. 1988. La planta viviente. Ed. CECSA. México.
- Rodríguez Ch. y J. M. Gómez. 1996. Plantas que curan. *Guía México Desconocido*. Ed. Especial No. 29:21-72.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México.
- Steyn H.M., N.Van Rooyen, M.W. Van Rooyen y G.K. Theron.1996.The phenology of Naqualand ephemeral species. The effect of water stress. *Journal of arid environments*. 33- 49-62.
- Strasburger E. F. N., H. Schenck y A. F. W. Schimper. 1990. Tratado de Botánica. Ed. Omega. España.
- Waser, N. H. 1979. Pollinator availability as a determinant of flowering time in ocotillo (*Fouquieria splendens*). *Oecología*. 39:107-121.
- Zamudio R. 1984. La vegetación de la Cuenca del Río Estórax, en el Estado de Querétaro y sus relaciones fitogeográficas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.