

00376



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

*Composición de la comunidad de árboles en
diferentes estadios del ciclo de vida en dos tipos
de vegetación contiguas en la selva de Chamela,
Jalisco.*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y
CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A:

MARIA DE LOS ANGELES ISLAS LUNA



MÉXICO, D. F.

2004



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.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Dedicatoria

Sería muy injusto dedicarle la tesis a una sola persona sabiendo que en ella están involucradas tantas y tantas personas. Lo mejor es dedicárselas a todas ellas que empezaron y que terminaron conmigo esta fase de la vida.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: María de los Angeles Islas Luna

FECHA: 16-I-04

FIRMA: Islas Luna Ma. de los Angeles.

Agradecimientos

Agradezco la revisión a esta tesis a mi comité dictaminador y al CONACyT por la beca otorgada como estudiante de maestría. Dentro de este comité quiero agradecer a mi director de tesis el Dr. Miguel Franco, quien me adoptó y apoyó en mi proyecto de tesis. Así como también a mi amada UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO.

Hay agradecimientos que nunca cambian independientemente de la primera, segunda o tercera tesis que se escriba. Este es el caso de mi familia (**Mi mamá, mi hermana Blanca y mis dos hermanos Manuel y Cuauhtémoc**), pues es el mismo agradecimiento infinito que siento en este momento como cuando me titulé de Bióloga. Cosa que no sucede con los amigos y compañeros, pues unos van y otros vienen como producto de las circunstancias, otros se quedan para toda la vida. Esto pareciera muy triste para aquellas personas que ya no figuran más en mi vida, pero esto no significa que no fue bueno mientras duró. Finalmente son ellas, las que van marcando las diferentes épocas de la vida, y no se diga los amigos y compañeros que quedan para siempre y que inclusive fueron un parteaguas en mi vida. Este es el caso de mi querido amigo **César Rodríguez**, quien me enseñó a ver al ser humano como un verdadero creador de un mundo maravilloso de las bellas artes y por ende me inculcó el costoso pasatiempo de viajar por el mundo. Otra persona a quien quiero también hacer una especial mención es a mi querida amiga y compañera **Adriana García**, a quien conozco desde el primer semestre de la carrera, ella me ha enseñado lo que es la verdadera solidaridad y compañerismo incondicional. También están mis amigos de toda la vida (Martha Salazar, Aída, Glenn, Ricardo, Norma y Carlitos).

Obviamente están todos mis viejos y nuevos compañeros de laboratorio: Rubén Pérez, Lalo, Doñores (por tu pronta recuperación y tenerte de nuevo en esta gran familia académica), Judith, Ruth, Ivonne, Celia, Alejandra González., Martha Yañez, Ale Naranjo, Nico, Gisela, Luci, Eric, Israel y Gabriel.

Pareciera algo muy loco a los ojos de mucha gente pero para mi no lo es, pues quiero hacerle un apartado muy especial a mi **Tommy** por su fiel compañía hasta sus últimos momentos y por pasar tantas y tantas horas junto a mis pies mientras yo escribía esta tesis.

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
Capítulo I. Descripción de la composición de la comunidad de árboles en diferentes estadios del ciclo de vida, en dos tipos de vegetación en la selva de Chamela	
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	7
SITIO DE ESTUDIO	8
MATERIALES Y MÉTODOS	12
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN	31
Capítulo II. Supervivencia y tasas de crecimiento de plántulas de tres especies arbóreas en dos tipos de vegetación contigua en la selva de Chamela, Jalisco	
INTRODUCCIÓN	39
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	42
MATERIALES Y MÉTODOS	43
RESULTADOS	49
DISCUSIÓN	63
DICUSIÓN GENERAL	75
CONCLUSIONES GENERALES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	94

Resumen

Se llevó a cabo un estudio sobre la composición de la comunidad de árboles en diferentes estadios del ciclo de vida (infantil, juvenil y adulto) en dos tipos de vegetación contigua (selva mediana y selva baja) en la selva de Chamela, Jal. Mex. El trabajo está dividido en dos capítulos: en el primero se investigó si la composición y dominancia de las especies del dosel se mantiene igual en los estadios más jóvenes y si existen diferencias en la composición, diversidad, riqueza y dominancia entre la selva mediana y la selva baja. En el segundo capítulo, se evaluó mediante un experimento el efecto del tipo de vegetación (selva mediana y selva baja) en la supervivencia y la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) de plántulas de tres especies arbóreas: *Gliricidia sepium* (Leguminosae), *Chloroleucon mangense* (Leguminosae) y *Spondias purpurea* (Anacardiaceae).

En ambos tipos de vegetación se montaron nueve cuadrantes de muestreo de 20 x 20 m. Cada uno de éstos se dividió en cuatro áreas de 10 x 10 m, dentro de las cuales se establecieron cinco cuadros al azar de 1.5 x 1.5 m empleados para el censo de los infantiles. Para el censo de los juveniles se eligieron dos de los cuadros de 10 x 10 m. Para el censo de adultos se ampliaron los cuadros de 20 x 20 m hasta formar un rectángulo de 20 x 50 m. Se registraron 128 especies en total. La selva mediana presentó una mayor riqueza de especies (115) que la selva baja (86). En la selva mediana, el estadio con mayor riqueza de especies fue el de adulto en tanto que para la selva baja fue el estadio juvenil. En la selva mediana, la mayor densidad de individuos se concentró en el estadio infantil, mientras que en la selva baja ello ocurrió en el estadio de juvenil. Solo 23 especies de selva mediana y 18 especies de la selva baja estuvieron representadas en los tres estadios de desarrollo (infantil, juvenil y adulto). En ambas selvas, el estadio juvenil presentó el mayor número de especies que contribuye con más de la mitad de la densidad total. El estadio que comparte más especies entre las dos selvas fue el juvenil, seguido del adulto y por último el infantil. La transición más parecida en la composición de especies fue la de juvenil a adulto. El estadio que mayor diversidad de especies tuvo para ambas selvas (mediana y baja) fue el de juvenil seguido de los adultos y por último los infantiles. De acuerdo a la abundancia relativa de los tres estadios de desarrollo, se detectaron 13 tipos de estructura poblacional. El 50 % de las especies en ambas selvas se concentraron en tan solo tres tipos de estructura poblacional: (2) J: únicamente individuos juveniles, (6) J>A: mayor número de juveniles que de adultos y ausencia de infantiles y (3): únicamente adultos.

En el segundo capítulo se presentan los resultados de un experimento en el cual se investigó el efecto que la insolación y exclusión de herbívoros tienen sobre el establecimiento y crecimiento temprano de tres especies de árboles pertenecientes a los dos diferentes ambientes (selva mediana y selva baja). En este experimento se establecieron tres tratamientos: 1) testigo (control) sin sombra y sin exclusión de herbívoros 2) tratamiento con sombra sin exclusión de herbívoros y 3) exclusión de herbívoros y en sombra. Se obtuvieron resultados de supervivencia promedio y la Tasa de Crecimiento Relativa promedio (TCR).

Partiendo de una densidad total de 1043 plántulas de las tres especies, los resultados indican que en general la supervivencia de las plántulas fue muy baja para las tres especies. La supervivencia de plántulas para el final del experimento (agosto-noviembre) fue de $6.38\% \pm 2.67$ en *Gliricidia sepium*; $13.68\% \pm 3.51$ en *Chloroleucon mangense* y $6.49\% \pm 2.39$ para *Spondias purpurea*.

La supervivencia de plántulas de *Gliricidia sepium* y de *Chloroleucon mangense* fue significativamente mayor en la selva baja. La supervivencia de plántulas de *Spondias purpurea* fue significativamente mayor en la selva mediana.

La Tasa de Crecimiento Relativo promedio (TCR) de las plántulas de *Gliricidia sepium* fue significativamente mayor cuando se encuentran en la selva mediana y en los tratamientos con protección (sombra y exclusión de herbívoros). Por otro lado, la TCR en la selva baja fue significativamente mayor cuando las plántulas se encuentran bajo la radiación luminica directa.

La TCR de las plántulas de *Chloroleucon mangense* en la selva baja fue muy baja en los tres tratamientos. En contraste, la TCR fue significativamente mayor en la selva mediana, principalmente en el grupo testigo y en la exclusión de herbívoro. La temperatura máxima y la interferencia de la radiación solar que prevalecieron en la selva mediana jugaron un papel importante en marcar las diferencias significativas entre la TCR de las plántulas de la selva mediana y la selva baja.

Spondias purpurea es una especie cuyas plántulas crecen mejor en la selva mediana en los tratamientos de sombra y exclusión de herbívoros, mientras que en el grupo testigo la TCR de las plántulas fue menor. En la selva baja, para los tres tratamientos la TCR de las plántulas es baja. Puede concluirse que es una especie más bien preferencialmente de la selva mediana, donde la humedad del suelo y los nutrientes fueron significativamente mayores que en la selva baja.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Del total de selvas tropicales existentes en el mundo el 42% corresponde a selvas secas (Murphy y Lugo 1986, 1995). De este porcentaje la mayoría se localiza en Centroamérica y el Caribe. Las Selvas Bajas Caducifolias (SBC) son comunidades muy diversas y ricas en endemismos, que cubren una superficie mayor a la de las selvas húmedas. Sin embargo, a pesar de su amplia distribución, solamente quedan tres sitios cubiertos de selva baja caducifolia significativamente protegidos en Mesoamérica: Los parques Nacionales Santa Rosa y Palo Verde, ambos en Costa Rica y la reserva de Chamela, en Jalisco, México (Hartshorn, 1988). En México, el 60% de la cobertura de las comunidades tropicales corresponde a las SBC. Esto significa que cerca de 160 000 km² se encuentran ocupados en nuestro país por este tipo de vegetación (Trejo, 1998). Asimismo, estas selvas se encuentran en diferentes estados de conservación a lo largo de su área de distribución. Las selvas bajas caducifolias contribuyen con cerca del 20% de especies al total de la flora de México (Rzedowski, 1991). Inclusive se ha sugerido que las SBC de México son más ricas florísticamente que otras selvas neotropicales similares (Lott *et al.*, 1987; Gentry, 1988). Además, constituyen la representación más norteña de la vegetación tropical en el continente y probablemente son también las selvas más extensas en su tipo en toda Latinoamérica (Gentry, 1988; Sabogal, 1992; Bullock, 1995).

Las selvas bajas caducifolias no se han estudiado con la misma intensidad que las selvas húmedas (Murphy y Lugo, 1986; Dirzo, 1993). La información en cuanto a la ecología vegetal para las selvas bajas caucifolias es escasa y aislada, de ahí que se desprenda la inquietud de realizar un estudio ecológico que aporte elementos que contribuyan a un mayor conocimiento y entendimiento de la composición y estructura de la comunidad de árboles de las selvas bajas caducifolias.

Planteamiento del problema

La diversidad de especies en la comunidad de adultos y su organización, es el producto de procesos que ocurren en etapas previas del ciclo de vida de las plantas tales como semilla, plántula y juvenil (Sarukhán, 1980; Lieberman *et al.*, 1985; Hubbell y Foster, 1990; Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992) pues son etapas que presentan la mayor mortalidad de individuos (Brokaw, 1985; Denslow, 1987; Uhl *et al.*, 1988; Connell, 1989; Reich y Christensen 1989; Martínez-Ramos y Soto-Castro, 1993). Cabe resaltar que no son muchos los estudios que contemplen los estadios tempranos para caracterizar la estructura y la composición de la vegetación de la comunidad de árboles adultos (Martínez-Ramos, 1991; 1994; Mooney *et al.*, 1995; Condit *et al.*, 1998). De ahí que resulte interesante conocer cómo es el reemplazamiento de las especies de la comunidad arbórea en los estadios previos a los adultos, ya que las probabilidades de transición y muerte de los individuos en las etapas preadultas determinarán la composición de la comunidad arbórea de los adultos (Sarukhán, 1980; Lieberman *et al.*, 1985; Hubbell y Foster, 1990; Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992).

El presente trabajo aporta una descripción de la composición y dominancia de las especies arbóreas en tres diferentes estadios del ciclo de vida en una selva mediana subperennifolia y en una selva baja caducifolia contiguas. Asimismo, se evaluó experimentalmente el efecto del tipo de vegetación (selva mediana y selva baja) en la supervivencia y la Tasa de Crecimiento Relativo promedio (TCR) en plántulas de tres especies arbóreas (*Gliricidia sepium*, *Chloroleucon mangense* y *Spondias purpurea*).

CAPÍTULO I

Descripción de la composición de la comunidad de árboles en diferentes estadios del ciclo de vida, en dos tipos de vegetación en la selva de Chamela

INTRODUCCIÓN

En los sistemas con limitaciones hídricas como son las selvas bajas caducifolias, los factores claves que determinan el establecimiento, el crecimiento y la distribución de la vegetación son en gran medida la disponibilidad de agua en el suelo y la capacidad de almacenamiento de nutrientes (Ruhe, 1975; Dubayan, 1994; Balvanera 1999; Balvanera *et al.*, 2002). A su vez, estos factores están ligados a las características del suelo tales como el relieve, la infiltración, la escurrentia, la topografía, etc. (Turner, 1989; Galicia, 1992; Balvanera, 1999; Balvanera *et al.*, 2002).

En el área de Chamela existen dos tipos de selvas contiguas: la Selva Mediana Superennifolia (SMS) y la Selva Baja Caducifolia (SBC). La Selva Mediana Subperennifolia se desarrolla a lo largo de los arroyos sobre suelos profundos con un porcentaje mayor de arcillas y como consecuencia presenta una mayor capacidad de retención de agua en el suelo y una humedad ambiental mayor del 14% (Galicia, 1992). La Selva Baja Caducifolia se localiza en los lomeríos y en la cima de los cerros con suelos someros (Lott, 1993) con mayor porcentaje de arenas y menor porcentaje de arcillas, por lo que hay una mayor pérdida de evaporación de agua durante todo el año y mayor eficiencia de drenaje (Galicia, 1992). En cuanto a la humedad ambiental, esta es del 10% (Galicia, 1992).

En el caso específico de Chamela se ha reportado que el número de especies aumenta conforme aumenta la disponibilidad de agua (Lott *et al.*, 1987; Durán *et al.*, 2002). Balvanera (1999) reporta que las variables ambientales asociadas a la disponibilidad de agua en el suelo son seguramente responsables de los cambios en la composición de las especies. La diferente disponibilidad de agua no solo modifica la composición de la vegetación, sino también influye en el ciclo de nutrientes (Galicia, 1992). Se ha reportado que existe una mayor concentración de nutrientes (K, Ca, Mg, Na, PO₄, y N) en las partes bajas de las cuencas (selva mediana) que en las zonas altas de las cuencas (selva baja) (Solís, 1993). De esta manera, la disponibilidad de agua en el suelo en estos dos tipos de vegetación se ha considerado como uno de los factores limitantes más importantes para las plantas para su sobrevivencia, crecimiento y reproducción (Lott, *et al.*, 1987; Hinckley *et al.*, 1991; Borchert, 1994 a y b; Balvanera, *et al.*, 2002). Se considera que las especies en este tipo de ecosistemas se distribuyen de acuerdo a un gradiente de disponibilidad de agua. Las especies arbóreas más comunes para la selva mediana son *Thouinidium decandrum*, *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum* y *Sideroxylon capiri* por mencionar algunas (Lott, 1993). Mientras que en la selva baja son *Cordia alliodora*, *Croton pseudoniveus*, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Trichilia trifolia*, *Caesalpinia eriostachys*, *Amphipterygium adstringens* entre otras (Lott, 1993).

Existen trabajos descriptivos de la composición de la vegetación que incluyen además de los árboles, otras formas de vida tales como arbustos, herbáceas, epífitas y lianas (Rzedowski, 1978; Lott *et al.*, 1987; 1993). La mayoría de las características estructurales y de composición de la vegetación están basadas en la medición de los adultos (Lott *et al.*, 1987, Balvanera, 1999). A diferencia de dichos trabajos, la presente investigación incluye a todas las especies arbóreas en estadios preadultos (Denslow, 1987; Uhl *et al.*, 1988; Connell 1989; Reich y Christensen 1989; Martínez-Ramos y Soto-Castro, 1993;

Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992; Martínez-Ramos, 1994; Martínez-Ramos y Alvarez-Buylla, 1995).

Dinámica de reemplazamiento de árboles

El término dinámica de "reemplazamiento" puede aplicarse a un proceso natural de recambio de un conjunto de plantas que han llegado a su etapa adulta en una unidad de espacio y tiempo definido (Whitmore, 1978; Brokaw; 1985; Martínez-Ramos, 1994). El proceso de reemplazamiento de árboles produce un mosaico de distintas fases regenerativas en la comunidad que difieren en estructura y composición de las especies (Denslow, 1987; Martínez-Ramos, 1985; Hubbell y Foster, 1986; Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992). Para que ocurra el proceso de reemplazamiento deben existir semillas, plántulas y juveniles que reemplacen aquellos árboles adultos que van dejando lugares vacantes (Sarukhán, 1980; Lieberman *et al.*, 1985; Hubbell y Foster, 1990; Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992; Martínez-Ramos y Alvarez-Buylla, 1995).

La manera en que ocurren los reemplazos de árboles definirá una comunidad arbórea monoespecífica o bien poliespecífica (Martínez-Ramos, 1994; Martijena y Bullock, 1994). Para ello existen una gama de procesos que intervienen en el reemplazamiento de la comunidad de árboles tales como la dispersión de semillas (Martínez-Ramos, 1985; Lieberman *et al.*, 1989; Mooney *et al.*, 1995), el banco de semillas, la germinación, la supervivencia y establecimiento de plántulas y la supervivencia y el establecimiento de árboles juveniles. Si una especie posee medios regenerativos que la hacen capaz de ocupar los espacios dejados por los árboles muertos, con una probabilidad mucho mayor a las del resto de las demás especies, este proceso conducirá a la dominancia de una sola especie (Martínez-Ramos, 1994; Martijena y Bullock, 1994). Por el contrario, si las especies poseen la misma probabilidad de reemplazarse unas a otras, y una distribución espacial aleatoria de los

Propágulos, este proceso permitirá reemplazamientos heteroespecíficos y producirá una comunidad poliespecífica.

La mayor parte de la información sobre los procesos de mortalidad diferencial en las primeras etapas del ciclo de vida proviene de las selvas húmedas (Martínez-Ramos, 1985; Lieberman *et al.*, 1989), mientras que para las selvas bajas caducifolias son pocos los trabajos que se han realizado con este mismo enfoque (Mooney *et al.*, 1995). Por lo que resulta relevante caracterizar a la comunidad de infantiles y juveniles presentes bajo el dosel de los árboles adultos. Los resultados del presente estudio pueden dar la pauta para elegir especies que resulten interesantes para entender algunos aspectos importantes de la estructura y composición de la comunidad, que ayuden a entender cómo las distintas especies se apropian de los espacios vacantes y conocer las probabilidades de reemplazamiento de árboles entre las distintas especies.

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir la composición de la comunidad de árboles en sus diferentes estadios de desarrollo (infantil, juvenil y adulto) en dos tipos de selvas (mediana y baja) que están contiguas.

Objetivos particulares

- Conocer la riqueza y la diversidad de las especies para cada estadio de desarrollo en la selva mediana y selva baja contiguas.
- Evaluar la similitud en la composición de la comunidad de especies de árboles para cada estadio en los dos tipos de vegetación contiguas y la similitud entre estadios, es decir, infantiles-juvenil, juvenil-adulto, adulto-infantil.
- Detectar si la composición de la comunidad arborea en los diferentes estadios de desarrollo cambia dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes en selva mediana y selva baja.

SITIO DE ESTUDIO

La presente investigación se llevó a cabo en la reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (13000 ha) ubicada en la costa de Jalisco (19° 30' N, 105° 3' W; Anon, 1995). Es dominada principalmente por selva baja caducifolia con áreas pequeñas de selva mediana subperenifolia (Rzedowski, 1978). La región presenta el clima más seco de los subhúmedos, clasificándolo como cálido subhúmedo (Aw). Las selvas bajas caducifolias se establecen en áreas donde el clima es estacional, con dos estaciones fuertemente marcadas, la época de lluvia y la época de secas. En esta última la vegetación pierde del 75 al 90% de sus hojas (Rzedowski, 1978).

La precipitación media anual es de 798 mm (en el periodo 1977-1999 E.B Chamela I.B.; U.N.A.M) con una concentración de lluvia del 80% entre julio y noviembre, siendo los meses más lluviosos agosto y septiembre (Bullock, 1986; 1988; E.B Chamela I.B.U.N.A.M, 2002). El patrón de la precipitación tiene dos tipos de tormentas: la conectiva y la tropical ciclónica. Esta última influye fuertemente en el patrón anual de la precipitación pluvial (García-Oliva *et al.*, 1991, 1995). La temperatura media anual es de 24.9 °C y fluctúa entre 20°C en enero y 27°C en agosto (García-Oliva *et al.*, 1991, 1995). La humedad relativa es muy elevada por las noches principalmente en época de lluvia, cambiando fuertemente entre las diferentes estaciones del año (Bullock, 1988). En los meses de julio a octubre la mayoría de las plantas presenta hojas, con un contraste en los meses de noviembre a junio cuando gran parte de las especies de plantas pierden las hojas provocando una incidencia directa de los rayos solares sobre el suelo. En general la riqueza florística de Chamela es superior a la de otras selvas caducifolias que reciben mayor cantidad de lluvia, siendo también notables la abundancia y diversidad de epifitas (Lott, 1993). Se ha registrado un total de 1120

especies de plantas vasculares en un área de 350 Km² (Lott, 1993) de las cuales más de 200 especies son de árboles cuya altura oscila entre los 4 y 20 m (Lott,1987). El número de especies por cada 1000 m² es de 83 a 92, con una densidad promedio de 4500 individuos por hectárea (Lott *et al.*, 1987).

En forma general, la selva de Chamela es una selva baja caducifolia, pero en su interior presenta dos tipos de vegetación, la selva mediana subperennifolia, la cual se ubica en las partes bajas de las laderas y a orillas de los arroyos, y la selva baja caducifolia, que se localiza principalmente en las laderas y en los lomeríos de los cerros (para mayor detalle ver Cuadros 1 y 2).

Los suelos de la región de Chamela presentan un mosaico edáfico complejo, en su mayoría con pH neutro y bajo contenido de materia orgánica. Se pueden distinguir dos tipos de suelo: 1) los someros con poca materia orgánica que se encuentran en las laderas con pendientes pronunciadas y 2) los profundos con mayor retención de humedad de color pardo oscuro (Solís-Magallanes, 1980), localizados en selva mediana y selva baja respectivamente.

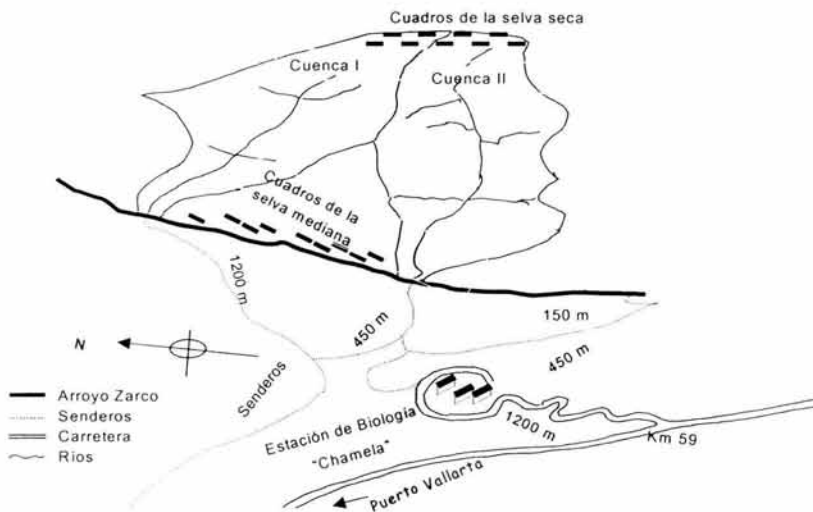
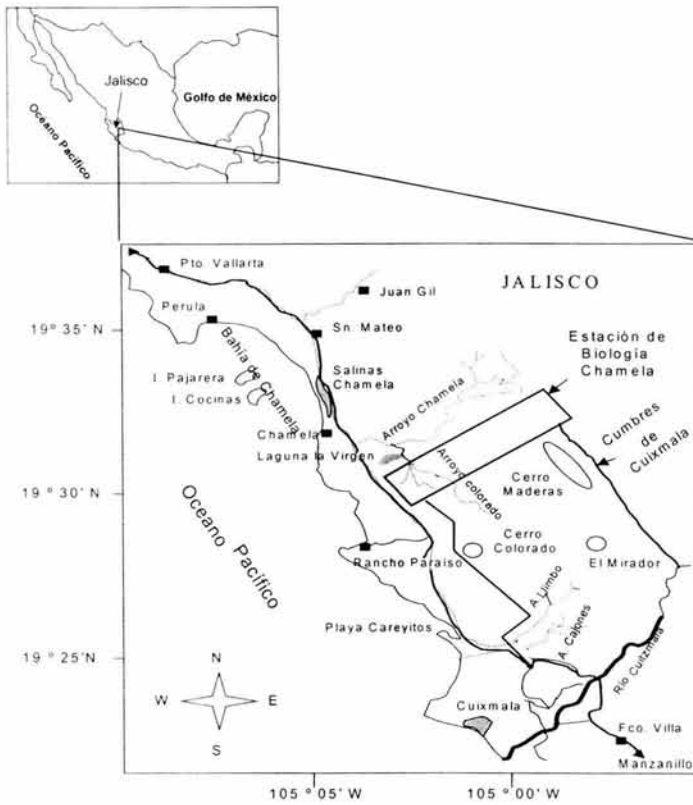


Figura 1.1 Zona de estudio y localización de los cuadros de muestreo

Características ambientales de la selva mediana y de la selva baja

En la reserva de Chamela, existen cuencas con escurrimientos hidrográficos efímeros (estos llevan la mayor cantidad de agua durante la época de lluvia) y están localizadas en el cerro Colorado. Las cuencas desembocan al arroyo Zarco, al arroyo Colorado y al arroyo Chamela que finalmente terminan en la bahía de Chamela (Cervantes *et al.*, 1983). La topografía de dichas cuencas es muy irregular por lo que hay heterogeneidad en las características del terreno como la profundidad del suelo que determinan en gran medida la disponibilidad y la distribución de agua en el suelo y la capacidad de almacenamiento de nutrientes disponibles para el crecimiento de las plantas (Turner, 1989; O'Loughlin, 1986). Todas estas características influyen en la diversidad, estructura, composición y fenología de la vegetación (Bullock y Solís-Magallanes, 1990; Galicia, 1992). La fisionomía general de la selva de Chamela es dominada por árboles de estatura baja pero, a una escala más detallada en los que se reflejen los efectos locales, la reserva de Chamela presenta dos tipos principales de vegetación: la selva mediana subperennifolia y la selva baja caducifolia, las cuales presentan las diferentes características ambientales y estructurales (Cuadro 1 y Cuadro 2).

Cuadro 1. Características ambientales de la selva mediana y selva baja.

Características	Selva mediana	Selva baja	Referencias
<i>Pendiente</i>	0° a 2°	4° a 12°	Lott, 1993
<i>Ubicación</i>	A lo largo de los arroyos	Lomeríos y cimas de los cerros	Lott, 1993
<i>Altitud</i>	80a 90 m.s.n.m	225 m.s.n.m	Cotler <i>et al.</i> , 2002
<i>Profundida del suelo</i>	Profundos	Someros	Lott, 1993
<i>% de humedad ambiental</i>	14	10	Galicia, 1992
<i>Disponibilidad de agua en el suelo</i>	153.44 dcc l/m ²	68.94 dcc l/m ²	Cotler <i>et al.</i> , 2002
<i>Capacidad de campo</i>	224.26 l/m ²	180.65 l/m ²	Cotler <i>et al.</i> , 2002
<i>% de arcilla</i>	23.3	20.3	Cotler <i>et al.</i> , en prensa
<i>% Pedregocidad</i>	4.5	17.3	Cotler <i>et al.</i> , 2002

Cuadro 2. Datos de vegetación de la selva mediana y la selva baja

Características	Selva mediana	Selva baja	Referencias
No. de estratos	3	2	Lott, 1993
Altura de la vegetación	15 a 25 m estrato superior 7 a 15 estrato medio menores de 5 m estrato inferior	7a15 m estrato superior 4 a 8 m estrato inferior	Barajas y Pérez, 1990 Lott, 1993
Tipo de follaje	Subperennifolio	Caducifolio	Rzedowski, 1978
No. de especies por 2.56 ha	73	34	Balvanera, 1999
Diversidad de Shannon-Wiener	3.63	1.73	Balvanera, 1999

En la selva mediana predominan especies como *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera arborea*, *Capparis verrucosa*, *Coccoloba barbadensis*, *Couepia polyandra*, *Cynometra oaxacana*, *Ficus insipida*, *Guarea glabra*, *Sciadodendron excelsum*, *Sideroxylon capiri*, *Tabebuia rosea*, *T. donnell-smithii*, *Thouinidium decandrum*, *Urera caracasana* y *Vitex hemsleyi* (Bullock y Solís-Magallanes, 1990; Lott *et al.*, 1987; Barajas y Pérez, 1990; Lott, 1993; Balvanera, 1999; Durán *et al.*, 2002). En el caso de la selva baja algunas de las especies arbóreas más importantes son: *Amphipterygium adstringens*, *Comocladia engleriana*, *Cordia alliodora*, *Haematoxylum brasiletto*, *Heliocarpus pallidus*, *Plumeria rubra* (Lott, 1993; Balvanera, 1999; Durán *et al.*, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Censos para árboles en estadio de infantil, juvenil y adulto

En cada tipo de vegetación (selva mediana y selva baja) en áreas de poca pendiente de 0 a 2° de inclinación y de 4°, respectivamente, se establecieron ocho cuadros de 20 x 20 m. Cada uno de éstos se dividió en cuatro áreas de 10 x 10 m, dentro de las cuales se establecieron cinco cuadros al azar de 1.5 x 1.5 m (Figura 1.2). El área total muestreada tanto para la selva mediana como para la

selva baja fue un total de 360 m². En cada cuadro de 1.5 x 1.5 m se registraron todos los individuos con una altura entre 50 cm y 1 m categorisandolos como infantiles (se aseguraba que no fueran tocones o rebrotes) posteriormente se etiquetaron y se determinaron taxonómicamente *in situ* y cuando no fue posible, se colectaron para ser identificados en el Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM (MEXU).

Para el censo de los juveniles se realizaron 9 cuadros de 20 x 10 m para cada tipo de vegetación (Figura 1.2). La superficie total que se censó en cada tipo de vegetación fue de 1800 m². Los árboles juveniles se consideraron aquellos mayores a un metro de altura y con un DAP (Diámetro a la Altura del Pecho, o 1.30 m sobre el nivel del suelo) entre 1 y 4.9 cm. Cada árbol se etiquetó y se determinó taxonómicamente *in situ* y cuando esto no fue posible, se colectó una muestra para ser identificada en el Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM (MEXU).

Para el censo de adultos se realizaron en 9 cuadros de 20 x 50 m tanto para selva mediana como para la selva baja sumando un área de 9000 m² para cada zona. (Figura 1.2). Se consideraron como adultos todos aquellos individuos con un DAP mayor o igual a 5 cm. Cada uno se etiquetó y se determinó taxonómicamente *in situ* y, cuando esto no fue posible, se colectaba una muestra para ser identificada en el Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM (MEXU).

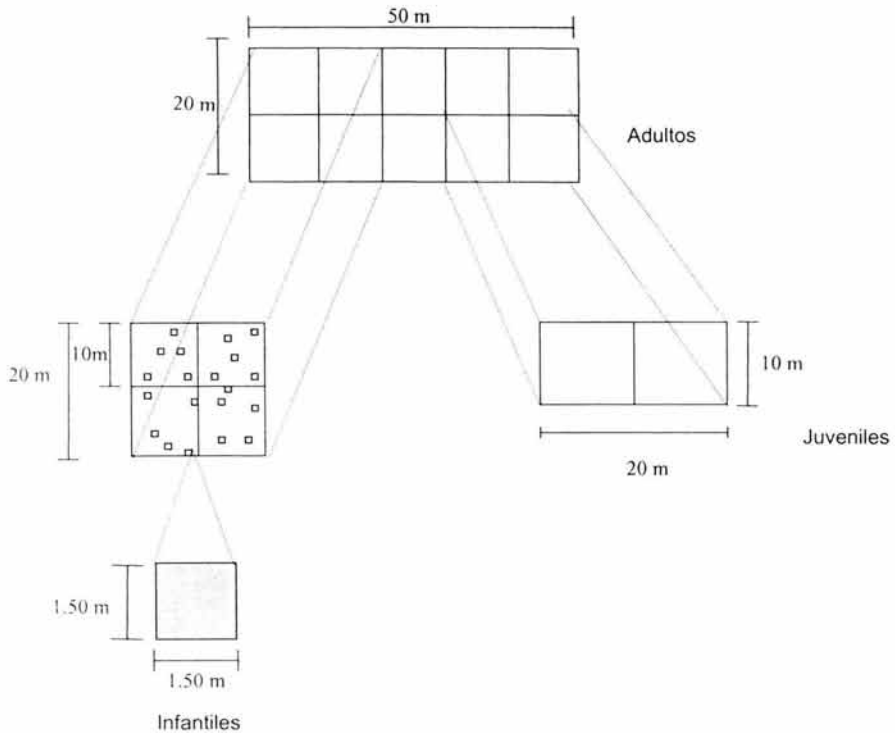


Figura 1.2. Diseño de muestreo

Metodología de Análisis

I.- Composición florística y riqueza de especies: para evaluar las diferencias entre la composición y la riqueza de especies de los dos tipos de vegetación, se realizaron descripciones de la comunidad utilizando las siguientes características:

- Riqueza:** se obtuvo la proporción de riqueza con respecto al número de especies totales de la comunidad de árboles registrada en el listado florístico de Chamela (Lott, 1993): *i*) por tipo de vegetación (selva mediana y selva baja) y *ii*) por estadios (infantil, juvenil y adulto).
- Composición florística:** La identidad de las especies presentes en cada uno de los tres estadios de desarrollo para los dos tipos de vegetación (selva mediana y selva baja).

II.- Estructura poblacional: la comunidad arbórea tanto para la selva mediana como para la selva baja se organizó en tres categorías: a) aquellas especies donde hubo solamente presencia de individuos en una de las tres fases de desarrollo (infantil, juvenil o adulto), b) aquellas especies donde hubo presencia de individuos en dos de las tres fases de desarrollo y c) aquellas especies donde hubo individuos en las tres fases de desarrollo. Para el primer caso se obtuvieron tres combinaciones de estructuras poblacionales (Figura 1.3 parte inferior); para el segundo se obtuvieron tres combinaciones, cada una de ellas con dos estructuras poblacionales (Figura 1.3 parte media) y, por último, para el tercer caso se obtuvo una única combinación pero con cuatro diferentes estructuras poblacionales (Figura 1.3 parte superior). Las especies se clasificaron según estas estructuras poblacionales y se obtuvo la proporción de las especies que presentaron cada una de estas estructuras para cada tipo de vegetación (selva mediana y selva baja).

III.- Densidad arbórea para los tres estadios del ciclo de vida en una selva mediana y una selva baja contiguas: la densidad poblacional se extrapolo en todos los casos al número de individuos por hectárea por que de esta forma, los resultados son comparables de un estadio a otro. La comunidad arbórea se dividió en los tres diferentes estadios (infantil, juvenil y adulto) para cada tipo de vegetación. Para evaluar si existían diferencias entre la densidad de individuos entre estadios (infantil, juvenil y adulto) y los dos tipos de vegetación se realizaron análisis de varianza y una prueba de comparación múltiple (Sokal y Rohlf, 1995).

Para evaluar qué especies contribuían con una mayor densidad para cada estadio en cada tipo de vegetación, se organizaron las especies por estadios para cada tipo de vegetación de forma descendente. Asimismo, se obtuvo el porcentaje acumulado de abundancia hasta aquella especie que superara el 50% de la abundancia total.

IV.- Similitud de la composición florística de la comunidad arbórea entre estadios y tipos de vegetación: para evaluar la similitud en la composición florística entre las comunidades de árboles se estimó el índice de Sorensen utilizando la siguiente fórmula (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974):

$$S=(2)(c)/(a+b)$$

Para la comparación entre los dos tipos de vegetación:

a = Número de especies de la selva mediana

b = Número de especies de la zona selva baja

c = Número de especies compartidas entre la selva mediana y la selva baja

Para la comparación entre estadios dentro de cada tipo de vegetación (selva mediana y selva baja):

infantil-juvenil en selva mediana y selva baja

a = Número de especies de infantil

b = Número de especies de juvenil

c = Número de especies compartidas entre infantil y juvenil

juvenil-adulto en selva mediana y selva baja

a = Número de especies de juvenil

b = Número de especies de adulto

c = Número de especies compartidas entre juvenil y adulto

adulto-infantil en selva mediana y selva baja

a = Número de especies de adulto

b = Número de especies de infantil

c = Número de especies compartidas entre adulto e infantil

Los valores del índice de Sorensen van de: 0 a 1. Un valor de cero significa que no existe ninguna similitud, ya sea entre las comunidades de selva mediana y selva baja o entre pares de estadios dentro de la misma comunidad. En el otro extremo, un valor de 1 significa que tienen idéntica composición florística.

V.- Diversidad de la comunidad arbórea entre estadios y dos tipos de vegetación: la diversidad se calculó entre selva mediana y selva baja y por estadio de desarrollo (infantil, juvenil y adulto). El Índice de diversidad de Simpson se utilizó porque es más sensible a los cambios de abundancia de las especies más importantes (Magurran, 1988). Este se calculó con la siguiente fórmula:

$$D=1 / \sum_{j=1}^s (n(n-1)/(N(N-1)))$$

Donde:

n = densidad de cada especie

N = suma de todas las densidades de todas las especies

s = número de especies

VI.- Patrones de distribución de tres estadios de desarrollo en dos tipos de vegetación contigua (selva mediana y selva baja): para determinar la distribución espacial de las comunidades de infantiles, juveniles y adultos dentro de la selva mediana y la selva baja se realizó un análisis de discriminantes con los datos de presencia-ausencia de las especies más abundantes. Este análisis permitió definir la similitud entre cada una de estas "subcomunidades" y mostrar cuáles son las especies más importantes con base en presencia-ausencia.

RESULTADOS

I.- Composición florística y riqueza de especies: en total se registraron 125 especies, lo cual corresponde al 56% de las especies arbóreas totales que se reportan en la reserva de Chamela (Lott, 1993). Estas especies se distribuyeron en 85 géneros y 34 familias. Las familias más abundantes fueron Leguminosae, Euphorbiaceae y Rubiaceae con 14, 10 y 7 géneros, respectivamente. La riqueza de especies y su porcentaje por estadios y por tipo de vegetación se muestran en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Número de especies por estadio para cada tipo de vegetación

Estadios	Selva	
	Mediana	Baja
Todos los estadios	115 (51.1%)	86 (38.2%)
Infantil	46 (20.4%)	37 (16.4%)
Juvenil	76 (34%)	69 (31%)
Adulto	83 (37%)	50 (22.2%)

Los porcentajes en paréntesis son con respecto al número de especies registradas en el listado florístico de Chamela (Lott, 1993), siendo este de 225 especies arbóreas.

La riqueza fue mayor en la selva mediana con 115 especies, lo que representa el 51.1% de las especies arbóreas totales que se registran en la reserva de Chamela. La riqueza por estadios para este mismo tipo de vegetación, se concentró en el estadio de adulto, seguido del juvenil y por último, el infantil (Cuadro 1.1). En tanto que en la selva baja se registraron 86 especies representando el 38.2% del total de las 225 especies registradas para Chamela. Respecto a los diferentes estadios, la mayor riqueza de especies se concentró en el estadio juvenil, seguido por el de adulto y, finalmente, el infantil (Cuadro 1.1).

II.- Estructuras poblacionales: en total se observaron 13 diferentes estructuras poblacionales. En la figura 1.3 se muestra, para cada tipo de vegetación, la proporción de especies que presentaron cada una de las diferentes estructuras poblacionales observadas. A continuación se explicará en que consiste cada una de estas estructuras poblacionales:

i) Especies donde hubo solamente presencia de individuos en una de las tres fases de desarrollo (Figura 1.3 parte inferior, anexo 2 a y b).

- 1) **I:** especies que presentaron solamente individuos en el estadio infantil. El porcentaje de especies que presentaron este tipo de comportamiento fue el 7.82% para la selva mediana y el 4.65% en la selva baja.
- 2) **J:** especies que solamente presentaron individuos en el estadio juvenil. En este tipo de comportamiento se observó el 13.04% y 22.09% de las especies de selva mediana y selva baja respectivamente.
- 3) **A:** especies que presentaron solamente individuos adultos. Este comportamiento fue muy frecuente en muchas especies (23.47% y 12.79% de especies de selva mediana y selva baja respectivamente).

ii) Especies donde hubo presencia de individuos en dos de las tres fases de desarrollo (Figura 1.3 parte media, anexo 2 a y b)

- 4) **I < J:** se encontró un menor número de individuos en el estadio de infantil aumentando el número de individuos en el siguiente estadio (juvenil) en tanto que la fase adulta estuvo ausente. Sólo se presentó en especies de la selva baja con el 8.13%.
- 5) **I ≥ J:** se registró un número de individuos en el estadio infantil mayor o igual al del juvenil y hubo ausencia de árboles adultos. Este comportamiento tuvo el 6.08% y 8.13% en las especies de selva mediana y selva baja respectivamente.

6) $J \geq A$: se registraron un mayor número de individuos juveniles que de adultos y hubo ausencia de individuos infantiles. Este es otro de los comportamientos donde también se concentraron muchas especies (18.26% y 12.79% de especies de selva mediana y selva baja, respectivamente).

7) $J < A$: el número de individuos de la fase juvenil es menor que el de los adultos y hay ausencia de individuos infantiles. Este tipo de comportamiento fue representado con el 5.21% de especies en selva mediana y el 8.13% en las especies de selva baja.

8) $I \geq A$: el número de los árboles adultos fue menor a los registrados en la fase infantil, sin presencia de individuos de la fase juvenil. El porcentaje de especies que presentaron este tipo de comportamiento fue el 3.47% para la selva mediana y el 2.32 % de especies en la selva baja.

9) $I < A$: el número de los árboles adultos fue mayor a los registrados en la fase infantil, sin presencia de individuos de la fase juvenil. No se registró este tipo de comportamiento, pero no significa que no pueda ocurrir.

iii) *Especies donde hubo presencia de individuos en las tres fases de desarrollo* (Figura 1.3 parte superior, anexo 2 a y b).

10) $I \geq J \geq A$: el estadio infantil fue más abundante que el juvenil, y éste, a su vez, fue más abundante que el estado adulto. Este fue el caso de *Guapira macrocarpa*, *Lonchocarpus sp.*, *Apoplanesia paniculata*, *Casaria corimbosa*, *C. tremula*, *Colubrina trifolia*, *Forchameria pallidum*, *Helietta lottiae*, *Ipomoea wolcottiana*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Choloreucon mangense* y *Thouinia paucidentata* en selva mediana. En selva baja fueron *Machaonia acuminata*, *Caesalpinia eriostachys*, *Guapira macrocarpa*, *Helietta lottiae*, *Ipomoea wolcottiana* y *Zanthoxylum caribaeum*. El porcentaje de especies que presentaron tal estructura poblacional fue el 12.17% en la selva mediana y el 8.13% en la selva baja.

- 11) $I \geq J < A$: se registraron pocos individuos en el estadio juvenil pero no así en los estadios infantil y adulto. Solo dos especies de selva mediana mostraron este patrón (1.73%), *Bursera instabilis* y *Celaenodendron mexicanum*.
- 12) $I < J \geq A$: especies con un gran número de juveniles, pero con pocos individuos en los estadios infantil y adulto. Esta estructura poblacional lo presentaron el 7.82% de especies de la selva mediana y el 11.62 % para la selva baja.
- 13) $I < J < A$: especies con pocos infantiles pero mayor en juveniles y aun más en adultos. Este patrón solo se observó en una sola especie (*Plumeria rubra*) en la selva baja representando el 1.16%.

Tipo de vegetación

		No. spp	Selva mediana (%)	No. spp	Selva baja (%)	
Parte superior 3 estadios	I+A+J	(13) I<J<A	0	0.00	1	1.16
		(12) I<J≥A	9	7.82	10	11.62
		(11) I≥J<A	2	1.73	0	0.00
		(10) I≥J≥A	14	12.17	7	8.13
Parte media 2 estadios	I+A	(9) I<A	0	0.00	0.0	0.00
		(8) I≥A	4	3.47	2	2.32
	J+A	(7) J<A	6	5.21	7	8.13
		(6) J≥A	21	18.26	11	12.79
	I+J	(5) I≥J	7	6.08	7	8.13
		(4) I<J	0	0.00	7	8.13
Parte inferior 1 estadio		(3) A	27	23.47	11	12.79
		(2) J	16	13.04	19	22.09
		(1) I	9	7.82	4	4.65
Total		115		86		

Figura 1.3. Porcentaje de las estructuras poblacionales en dos tipos de vegetación en la selva de Chamela, Jal. (Selva mediana y selva baja). I=Infantil, J=Juvenil, A=Adulto. Los números en la columna "No. Spp" son los números absolutos de las especies que se encontraron en cada estructura poblacional. Los números entre paréntesis representan cada estructura poblacional (ver en el texto).

Como puede observarse, en la figura 1.4a, en la selva mediana 25 especies tuvieron individuos presentes en los tres estadios de desarrollo, lo que representa el 22% del total de especies para en la selva mediana. En la selva baja 18 especies tuvieron los tres estadios (Figura 1.4b) lo que significa que responde al 21.1% respecto a las 115 especies registradas para la selva baja. Cabe destacar que sólo 9 de estas especies se comparten entre los dos tipos de vegetación de la selva mediana y la selva baja (*Adelia oaxacana*, *Casearia corymbosa*, *Celanodendron mexicanum*, *Guapira macrocarpa*, *Helietta lottiae*, *Ipomoea wolcotiana*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Lonchocarpus sp.* y *Piptadenia constricta*). Si se observan las estructuras poblacionales de las 25 y 18 especies de cada tipo de vegetación respectivamente (Figura 1.4) se distinguen las cuatro estructuras poblacionales (descritas en la Figura 1.3 parte superior): Para la selva mediana el comportamiento que presentó la mayoría de las especies fue el **3) A** con el 23.47%, el siguiente comportamiento fue el **(6) I ≥ A** mayor abundancia de individuos infantiles que adultos y sin ningún individuo juvenil (18.26%); la estructura poblacional **2) J** y el **10) I ≥ J > A** con proporciones del 13.04% y 11.30%, respectivamente. En la comunidad de árboles de la selva baja, el comportamiento que presentaron la mayoría de las especies fue el **2) J**, con el 22.09%, siguiéndole el **6) I ≥ A** con 12.79%, el **3) A** con el 12.79% y, por último el **12) I < J ≥ A** con el 11.62%. (Figura 1.3).

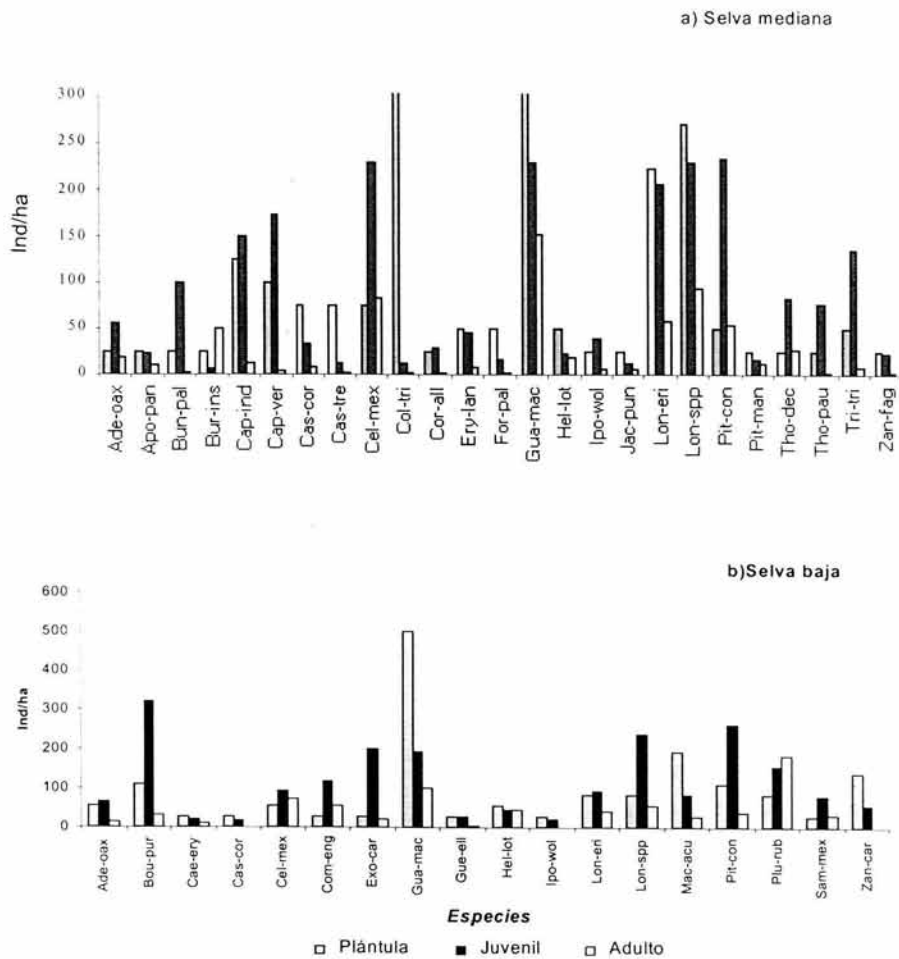


Figura 1.4. Estructuras poblacionales de las especies arbóreas que presentaron los tres estadios del ciclo de vida para a) la selva mediana y b) selva baja.

III.- Densidad de la comunidad arbórea en los tres estadios del ciclo de vida en dos tipos de vegetación

El análisis de varianza reveló que no existe diferencia significativa para la densidad de individuos por hectárea entre el tipo de vegetación y su interacción con los estadios. Sin embargo, si hubo diferencias significativas entre la densidad de cada estadio (Cuadro 1.2a).

Cuadro 1.2a. Análisis de varianza para evaluar el efecto de la zona, estadios (infantil, juvenil y adulto) y la interacción de éstas sobre la densidad de individuos por hectárea. La cifra en negrita indica diferencias significativas al 5%.

<i>Fuente</i>	<i>S.C</i>	<i>g.l</i>	<i>C.M</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Tipo de vegetación</i>	27306.53	1	27306.53	.77	.38
<i>Estadio</i>	205739.81	2	10869.90	2.90	.05
<i>T. de veg x Estadio</i>	33160.83	2	16580.41	.46	.62
<i>Error</i>	128467.91	356	3568.67		
<i>Total</i>	361514.25	361			

Una prueba de comparación múltiple mostró que el estadio infantil tuvo la mayor densidad de individuos por hectárea con respecto a los adultos para cada tipo de vegetación (Cuadro 1.2b).

Cuadro 1.2b. Densidad de individuos por hectárea en los tres estadios en dos tipos de vegetación.

<i>Estadios</i>		<i>Selva</i>	
		<i>Mediana</i>	<i>Baja</i>
Infantiles	a	5432	3139
Juveniles	ab	3950	4167
Adultos	b	1168	1152

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el cuadro 1.3 se muestra cuántas y cuáles especies contribuyeron con más de la mitad de la densidad total para cada uno de los estadios en cada uno de los dos tipos de vegetación. Se puede observar que para el estadio infantil de la selva mediana solamente cinco especies fueron las que contribuyeron con más de la mitad de la densidad total (55.90%), siendo una densidad total de 5432 ind/ha. En el estadio juvenil para este mismo tipo de vegetación, fueron 11 especies las que contribuyeron para alcanzar el 53.3% de una densidad total de 3950 ind/ha. La misma tendencia siguió la selva baja para estos dos estadios. El estadio infantil con 8 especies alcanza casi el 61.23% de la densidad total de 3138 ind/ha, en tanto que en el estadio juvenil fueron 10 las especies que contribuyeron para alcanzar el 54.13% de la densidad total de 4167 ind/ha. El estadio adulto tuvo el mismo número de especies (8) en la selva mediana y en la selva baja contribuyendo el 54.13 y 54.47% de la densidad total de 1168 y 1152 ind/ha respectivamente.

De las 26 especies que se listan en el cuadro 1.3, ocho de ellas se encuentran tanto en la selva mediana como en la selva baja (*Celaenodendron mexicanum*, *Croton sp.*, *Guapira macrocarpa*, *Diphysa occidentalis*, *Lonchocarpus sp.*, *Pitadenia constricta*, *Plumeria rubra* y *Stemmadenia grandiflora*). *Guapira macrocarpa*, además de estar en ambos tipos de vegetación, fue la única especie que estuvo representada en todos los estadios.

Cuadro 1.3. Lista de especies que contribuyeron con más de la mitad de la densidad total (Ind/ha) para cada uno de los estadios de desarrollo en selva mediana y selva baja.

Especies	Estadios			
	Infantil	Juvenil	Adulto	Total
Selva mediana				
<i>Guapira macrocarpa</i>	938.27	227.77	153.33	1319.38
<i>Colubrina trifolia</i>	617.28			629.50
Sp11	617.28			617.28
<i>Lippia mcvaughii</i>	567.90	216.67		784.56
<i>Stemmadenia grandiflora</i>	296.29			401.85
<i>Piptandenia constrictus</i>		233.33	54.44	337.16
<i>Celaenodendron mexicanum</i>		227.77	84.44	386.29
<i>Lonchocarpus sp</i>		227.77	93.33	592.71
<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>		205.56	58.88	486.66
<i>Capparis verrucosa</i>		172.22		274.32
<i>Diphysa occidentalis</i>		161.11		161.11
<i>Capparis indica</i>		150		284.56
<i>Croton sp.</i>		150		150.00
<i>Trichilia trifolia</i>		133.33		191.60
<i>Plumeria rubra</i>			81.11	136.66
<i>Tabebuia chrysanta</i>			58.88	81.11
<i>Bursera instabilis</i>			47.77	78.02
Selva baja				
<i>Guapira macrocarpa</i>	500	194.44	100	794.44
<i>Bauhinia unguolata</i>	277.77			361.11
<i>Croton pseudoniveus</i>	194.44			255.55
<i>Machaonia acuminata</i>	194.44			306.66
<i>Lippia mcvaughii</i>	166.67			238.88
<i>Stemmadenia grandiflora</i>	138.89			150
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	138.89			195.55
<i>Croton sp.</i>	111.11	455.56		566.66
<i>Bourreria purpusii</i>		322.22		464.44
<i>Piptandenia constrictus</i>		261.11		411.11
<i>Lonchocarpus sp.</i>		238.89	54.44	376.66
<i>Esembeckia nesiotica</i>		200	45.56	245.55
<i>Exostema caribaeum</i>		200		247.77
<i>Plumeria rubra</i>		155.56	181.11	420
<i>Comocladia engleriana</i>		116.67	56.66	201.11
<i>Diphysa occidentalis</i>		111.11		111.11
<i>Celaenodendron mexicanum</i>			73.33	223.33
<i>Cochlospermum vitifolium</i>			73.33	112.22
<i>Helietta lottiae</i>			43.33	143.33

IV.- Similitud de la composición florística de la comunidad arbórea entre los dos tipos de vegetación y estadios

Entre los dos tipos de vegetación, la comunidad de árboles en la etapa juvenil presentó el mayor índice de similitud, seguida del estadio adulto y, por último, el estadio infantil (Cuadro 1.4). Esto se ve reflejado en el porcentaje de especies compartidas.

Cuadro 1.4. Índice de Similitud de Sørensen (S) por tipo de vegetación y porcentaje de especies compartidas para cada estadio de desarrollo. M= Selva Mediana, B= Selva Baja

Estadio	Total de sp. Tipo de vegetación		Especies compartidas	% de especies compartidas	Índice de Sørensen
	M	B			
<i>Infantil</i>	46	37	17	13.6	0.40
<i>Juvenil</i>	76	69	52	41.6	0.71
<i>Adulto</i>	83	50	46	36.8	0.69

Nota: El porcentaje de las especies compartidas están calculados a partir del número de especies totales registradas para este estudio (125 especies).

Comparando entre estadios de desarrollo (por conveniencia le llamaremos aquí "transición") para cada tipo de vegetación se puede apreciar que para la transición de la fase Infantil a juvenil, el índice de similitud fue mayor al 50 %. Entre las fases de juvenil a adulto, el índice de similitud es aún mayor siendo éste 62 % (Cuadro 1.5). La última transición, de adultos a infantil, presentó el índice más bajo de los tres, siendo éste de 40 % y 45 % para las selvas mediana y baja, respectivamente (Cuadro 1.5). La última fila del cuadro 1.5 indica la comparación florística considerando los tres estadios de desarrollo entre ambos tipos de vegetación. Las comunidades de selva mediana y selva baja comparten el 59.2% de las especies, con un índice de similitud de 0.7

Cuadro 1.5. Índice de Similitud de Sørensen (S) entre la transición de un estadio a otro para cada ambiente (selva mediana y selva baja). Inf=Infantil, Juv=Juvenil, Adu=Adulto

Selva	Estadio de desarrollo	Total de especies		Especies compartidas	% de especies de Compartidas	Índice de Sørensen
mediana	Inf-Juv	46	76	33	26.4	0.540
	Juv-Adu	76	83	52	41.6	0.654
	Adu-Inf	83	46	26	20.8	0.403
baja	Inf-Juv	37	69	31	24.8	0.584
	Juv-Adu	50	69	37	29.6	0.621
	Adu-Inf	50	37	20	16.0	0.459
Total		115	86	74	59.2	0.736

Nota: El porcentaje de las especies compartidas están calculados a partir del número de especies totales registradas para este estudio (125 especies).

V.- Diversidad de la comunidad arbórea entre estadios y dos tipos de vegetación

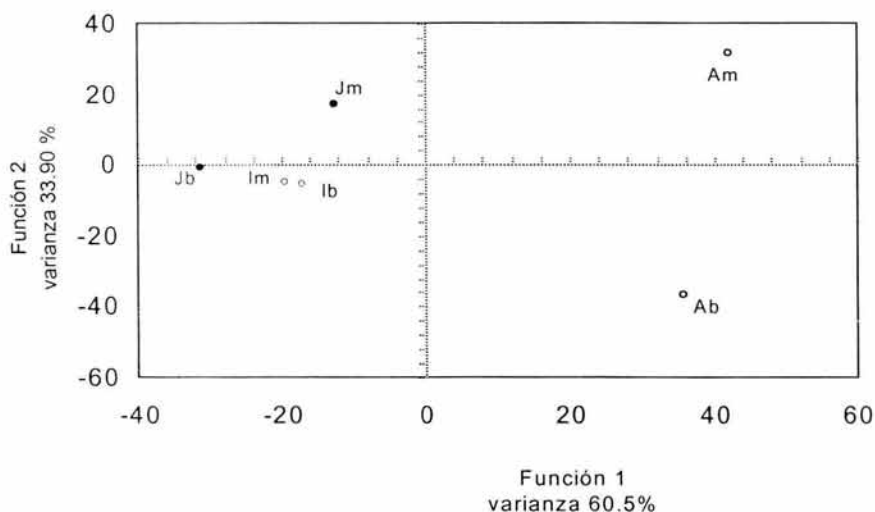
En general, la selva mediana presentó los valores más altos de diversidad en comparación con la selva baja, excepto en el estadio infantil. Cabe destacar que el estadio más diverso de los tres fue el juvenil en ambos tipos de vegetación. Asimismo, el estadio infantil presentó la menor diversidad tanto para la selva mediana como para la selva baja. La diversidad del estadio adultos fue mayor en la selva mediana (Cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Índice de diversidad de Simpson (D) para los dos tipos de vegetación en cada estadio de desarrollo

Estadios	Selva Mediana	Selva Baja
Infantil	12.78	17.22
Juvenil	30.18	24.80
Adulto	20.76	17.46

VI.- Patrones de distribución de tres estadios de desarrollo en dos tipos de vegetación

La primera función de discriminantes canónicos explicó el 60.5% de la devianza y discrimina entre estadios del ciclo de vida (infantil, juvenil y adulto). Se forman dos grandes grupos, los árboles adultos se concentran en el lado derecho (positivo) de este eje mientras que los infantiles y juveniles se localizan en la parte izquierda (negativa) de este eje. El segundo eje explica el 33.9% de la devianza. Este eje tiende a separar entre tipos de vegetación, arriba del cero está la selva mediana y por debajo la selva baja, con la excepción del grupo de los infantiles (Figura 1.5). En términos biológicos esto significa que la composición de la comunidad arbórea en los diferentes estadios de desarrollo es diferente entre la selva mediana y la selva baja (en el anexo 3 se muestran las especies que se utilizaron en el análisis de discriminantes canónicos).



- Im= Infantiles de selva mediana, Ib= Infantiles de selva baja,
- Jm= Juveniles de selva mediana, Jb=juveniles d selva baja,
- Am= Adultos de selva mediana y Ab=Adultos de selva baja.

Figura 1.5. Análisis de discriminantes de la composición de especies entre estadios del ciclo de vida en dos tipos de vegetación (selva mediana y selva baja).

DISCUSIÓN

Composición florística

Los géneros de árboles que se han reportado como dominantes en Chamela, son *Tabebuia*, *Casearia*, *Trichilia*, *Capparis*, *Bursera*, *Acacia*, *Randia*, *Erythroxylum* y *Coccoloba* (Lott *et al.*, 1987). Los cinco primeros géneros arriba mencionados corresponden con los 16 primeros lugares de los más abundantes en el presente estudio. Aquí se reportan otros géneros abundantes para ambas selvas: *Guapira*, *Lonchocarpus*, *Lippia* y *Pitandenia*. En los trabajos de Martijena y Bullock (1994) y Balvanera (1999) se reportan también como géneros abundantes a *Guapira*, *Lonchocarpus*, y *Lippia*.

Las especies más abundantes para cada tipo de selva fueron: *Colubrina*, *Stemmadenia* y *Celaenodendron* en selva mediana. *Croton*, *Bourreria*, *Plumeria* y *Bauhinia* en la selva baja. En otros trabajos los géneros *Acacia* y *Randia* se reportan como abundantes para la selva mediana, pero en este trabajo no se registró ninguno de éstos. Asimismo, la representatividad de *Erythroxylum* y *Coccoloba* en este estudio no fue como se reporta en otras investigaciones, de las más abundantes.

Mecanismos de regeneración natural en la selva de Chamela, Jal.

De las 13 estructuras poblacionales, casi el 50% de las especies se concentró en los comportamientos **(2) J**, **(3) A** y **(6) J≥A**. Dichas estructuras poblacionales tienen en común la ausencia de individuos en el estadio infantil. Cabe recordar que los censos fueron hechos durante la época de lluvias, más específicamente entre los meses de julio y agosto. Esta es la época en que se da el mayor reclutamiento de plántulas. Ello sugiere que las especies de la selva baja, y aún las de la selva mediana, tienen una variedad de estrategias de

reclutamiento. Existen al menos dos posibilidades, no excluyentes una de otra, a este respecto. La primera es que la escasez de individuos en la categoría infantil sea consecuencia de pulsos irregulares de reproducción y/o reclutamiento (Prece, 1971; Lange y Purdie, 1976; Skoglund, 1992; Dave, 1994; Rosas-Barrera, 2000). De hecho, muchas especies de Chamela, como *Cordia elaeagnoides* (Rosas-Barrera, 2000), *Cordia alliodora* y *Trichilia trifolia* (obs. pers.) producen abundantes semillas solo en algunos años y, estas no siempre son viables o, aún siéndolo, no siempre encuentran las condiciones para germinar y establecerse (ver Harper, 1977; Fenner, 1992). Asimismo, la mortalidad diferencial tanto de semillas como de plántulas pueden variar año con año, permitiendo el reclutamiento de distintas especies solo en ciertos años (Harper, 1977; Louda, *et al.*, 1990; Fenner, 1992; Dave, 1994). Ejemplos en la literatura son los de *Acacia suaveolens* donde el reclutamiento de plántulas se da cada 9 años (Lange y Purdie, 1976) o *Acacia sowdenii*, donde la germinación natural puede ocurrir 5 veces en un siglo (Lange y Purdie, 1976). Otra posibilidad es que la reproducción por vía semilla no sea la única opción de regeneración del dosel de la comunidad arbórea en este tipo de ecosistemas, por lo que la reproducción por vía vegetativa puede tener una mayor importancia como mecanismo de regeneración en muchas especies. Sin embargo, el objetivo de este estudio no fue demostrar tal fenómeno y deberá estudiarse en detalle en este tipo de ecosistemas en el futuro. De ello surge la inquietud de averiguar que tan importante es el papel que juega la reproducción vegetativa en la regeneración de la selva baja, pues hay evidencias que un gran número de especies tienen la capacidad de rebrotar después de haber perdido buena parte de su biomasa aérea (Cervantes *et al.*, 1983). Estas especies tendrían la capacidad potencial de mantenerse en la comunidad por largos periodos de tiempo en ausencia de reproducción sexual exitosa. En la literatura referente a las selvas bajas comúnmente se enfatiza la reproducción vegetativa como el mecanismo de regeneración natural más común e importante (Ewel, 1977; Murphy y Lugo, 1986; Gerhardt y Hytteborn, 1992).

Johston y Lacey (1983) mencionan que la reproducción vegetativa parece compensar la falta de reclutamiento de plántulas. En diversos trabajos también se ha reportado que la reproducción vegetativa es un factor importante que permite la persistencia en condiciones de competitividad y adversidad (Santos y Telleria, 1997; Lusk y Smith, 1998). Read y Hill (1985) mencionan que en la selva baja, las especies persisten primordialmente por regeneración vegetativa. Miller y Kauffman (1998) reportan que los rebrotes se dan más frecuentemente en especies arbóreas (86%) que en otras formas de vida. Entre las especies arbóreas que sabemos tienen esta capacidad de rebrotar están *Apoplanesia paniculata*, *Bursera arborea*, *Caesalpinea coriaria*, *C. eriostachys*, *Cordia alliodora*, *C. coriaria*, *Chloroleucon constricta*, *Gliricidia sepium*, *Thouinia paucidentata* (González-Méndez y Vázquez-Yanes, 1998; Durán obs pers). Cervantes *et al.*, (1996) encontraron que después de perturbar la selva las especies que dominaron fueron aquellas que presentaron mayor capacidad de rebrote tales como *Casearia corimbosa*, *Croton pseudoniveus*, *Lonchocarpus constrictus* y *L. parviflorum*.

Por otro lado, los individuos en el estadio juvenil reflejan la supervivencia de plántulas y su transición a la etapa juvenil para las diferentes especies (Hubbell y Foster, 1990; Grime *et al.*; 1986; van der Valk, 1992; Ray y Brown, 1994). Las estructuras poblacionales **2) J, 3) A y 6) J ≥ A** (Figura 1.3) fueron las más frecuentes, para ambas selvas con el 55% en la selva mediana y el 48.23% en la selva baja, así como **10) I ≥ J ≥ A** en la selva mediana y **12) I < J ≥ A** para la selva baja (Figura 1.3). En dichas estructuras poblacionales excepto la **3) A**, la mayoría de las especies presentaron individuos en el estadio juvenil. Esto puede ser consecuencia de que muchas especies permanecen por un tiempo prolongado en dicho estadio, ya sea porque su crecimiento es sumamente lento o porque la mortalidad de partes aéreas que ocurre en muchos años mantiene a los individuos juveniles en un prolongado estado de recuperación hasta que se den las condiciones favorables de un crecimiento significativo (Condit *et al.*, 1998).

Estos últimos autores han reportado resultados similares a los aquí expuestos, ellos también encuentran que el estadio juvenil de una comunidad de árboles de bosque tropical es el más diverso y concentra las mayores abundancias, debido al efecto de la tasa de crecimiento de los individuos sobre la estructura poblacional. Esto significa que si la comunidad está constituida por una buena parte de especies con individuos juveniles de rápido crecimiento no habrá muchas especies en esta categoría (juvenil) y, si crecen lento, se irán acumulando hasta aumentar su abundancia y diversidad en esta categoría (Condit *et al.*, 1998). Esto muy probablemente determina las diferencias en la composición de las especies entre estadios y entre ambientes.

Densidad de la comunidad arbórea

El conocer la densidad de individuos en cada uno de los tres estadios estudiados nos permite plantear hipótesis sobre algunos aspectos dinámicos en el futuro de la comunidad arbórea. Generalmente la calidad y cantidad de las semillas producidas por los individuos adultos van a regular la cantidad de propágulos que se recluten como plántulas y son de alguna manera el reflejo de la capacidad y éxito reproductivo por vía sexual de los individuos adultos. (Harper, 1977; Baker; 1989; Ray y Brown, 1994). Así mismo el banco de semillas y la lluvia de éstas, también determinan la composición de la comunidad en el dosel (Grime *et al.*, 1986; Lieberman y Mingguang, 1992).

A pesar de que el estudio se llevó a cabo en la época de mayor disponibilidad de agua, la selva baja presentó una baja densidad de individuos en el estadio infantil, pues se hubiera esperado que hubiera sido semejante a la densidad de infantiles de la selva median. Se ha reportado que los suelos húmedos son un factor importante que dispara la germinación y las semillas se reclutan como plántulas más fácilmente en este tipo de condiciones (Medina *et al.*, 1985; Raghubanshi, 1992; Sovan y Singh, 1994). Los sitios con mayor humedad

en el suelo presentan una tasa mayor de descomposición provocando una mayor disponibilidad de nutrientes (Solís, 1993) creando condiciones favorables para el crecimiento de las plántulas (Reynal y Bazzaz, 1973; Groenendael *et al.*, 1996). Esto probablemente también significa que en la selva mediana haya más sitios adecuados ("safe sites") que le proporcionan a las semillas las condiciones adecuadas para germinar (Harper, 1977; Thomson y Grime, 1979). En este sentido, el número de plántulas resultantes estará determinado, en buena medida, por el número de sitio seguros que hay en el ambiente para cada especie en particular. Este fue el caso de una selva baja en Ghana, donde la densidad de plántulas reclutadas fue mayor en zonas de mayor disponibilidad de agua (Lieberman y Mingguang, 1992).

La densidad de individuos en el estadio infantil para la selva baja no fue la mayor. Una posible explicación, es que los sitios secos son altamente pedregosos (Ruhe, 1975; Hewlett, 1982; Lieberman y Mingguang, 1992; Dubayan 1994) con suelos muy porosos que permiten un adecuado balance de agua-aire pero con propiedades nutricionales pobres (Lal, 1987; Brady, 1990). Asimismo, cuando ocurre la pérdida de follaje de los árboles en la época de secas, los rayos del sol penetran directamente al suelo perdiendo así más humedad y elevando la temperatura del mismo (Bazzaz, 1984, Vazquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993; Calvo, 1997; Balvanera, 1999) provocando que la tasa de descomposición de la materia orgánica sea menor y, en consecuencia, que la disponibilidad de nutrientes sea también menor (Solís, 1993). Por lo que hay menos sitios seguros, pues las plántulas están expuestas a una fuerte escases de recursos tanto hídricos como nutricionales y, como consecuencia de ello, se da un menor reclutamiento. Esta limitante para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas se ha reportado para la selva seca de Ghana (Lieberman y Mingguang, 1992). En ese estudio, la densidad de plántulas reclutadas fue mayor en la selva mediana donde muy seguramente las condiciones tanto hídricas y nutricionales son más favorables para el reclutamiento (Lieberman y Mingguang,

1992). Como *Cordia elaeagnoides* en Chamela se ha observado que la maduración de las semillas (Rosas-Barrera 2000) y el reclutamiento depende de la humedad del suelo (Groenendaal *et al.*, 1996).

Diferencias en la composición florística entre una selva mediana y una selva baja en los distintos estadios del ciclo de vida

En general el porcentaje de especies compartidas entre la selva mediana y la selva baja fue casi del 60%. Dicho porcentaje está conformado, en gran medida, por los individuos de las especies que se encuentran en el estadio juvenil.

Como ya se mencionó más arriba, Condit *et al.*, (1998) han reportado resultados similares a los aquí expuestos en el sentido que ellos también encuentran que el estadio juvenil de una comunidad de árboles de una selva tropical es el más diverso y concentra las mayores abundancias, debido al efecto de la tasa de crecimiento de los individuos sobre la estructura poblacional.

A pesar de esta aparentemente compleja dinámica, los resultados del análisis de discriminantes son, hasta cierto punto, esperados. Por un lado, se esperaría que la composición de la comunidad arbórea cambiara conforme los individuos de cada especie van pasando de un estadio al siguiente (infantiles, juveniles y adultos). Por otro lado, se esperaría que la composición de la comunidad arbórea se fuera diferenciando entre tipos de vegetación (la selva mediana y la selva baja) conforme avanzan entre los diferentes estadios. En la figura 1.5 se puede observar tanto en selva mediana y selva baja que los puntos entre estadios se alejan al pasar de infantiles hasta adultos, lo cual indica diferencias cada vez mayores en la composición arbórea entre estadios, es decir, la comunidad de infantiles es más distinta de la de adultos que de la de juveniles. Por otro parte, el factor tipo de vegetación (selva mediana y selva baja) también

provocó ciertas agrupaciones. La comunidad arbórea de la selva mediana se distribuyó por arriba del eje horizontal (excepto infantiles), mientras que la comunidad arbórea de la selva baja se distribuyó por debajo del eje horizontal. Esto significa que el ambiente generado en cada tipo de selva determina una cierta composición arbórea. Así mismo también se puede ver en la gráfica la interacción entre estadios y hábitat. La comunidad arbórea de infantiles para ambas selvas es la más semejante pues los puntos dentro de la gráfica son los más cercanos. Después le sigue el estadio juvenil, donde la composición de la comunidad arbórea entre la selva mediana y la selva baja se va tornando un tanto diferente pues la distancia entre los puntos es más lejana. Por último la composición de la comunidad arbórea de adultos entre la selva mediana y la selva baja fue aun más diferente con respecto a las distancias (quienes nos indican las diferencias en composición) que guardan los puntos de los estadios anteriores de ambos tipos de selva entre sí (ver anexo 3 donde se muestran las especies que se utilizaron en el análisis de discriminantes).

Las diferencias en la composición de la comunidad arbórea en cada estadio posiblemente esta estrechamente relacionada a los pulsos reproductivos, reproducción vegetativa, depredación pre y post dispersión, condiciones intrínsecas de cada especie como la habilidad de las especies para responder a la heterogeneidad del ambiente, así como la competencia (Bradshaw, 1974; Schlichting, 1986; Levin, 1988). Sin embargo, aun quedan muchos factores que pueden estar interactuando sinérgicamente para explicar el cambio en la composición de las especies entre estadios en los dos tipos de vegetación contigua. Entre estos factores estarían las características físicas del suelo, la capacidad de infiltración, la distribución y almacenamiento de agua en el suelo y el contenido de nutrientes (Turner, 1989; Brady, 1990) pues dentro de una cuenca, la actividad microbiana, la dinámica de la descomposición de la materia orgánica (Chapin, 1991; Grime *et al.*, 1986), las condiciones microclimáticas (por ejemplo, la intensidad y calidad de la luz) (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia,

1993) y la temperatura juegan un papel muy importante en la distribución y composición de la vegetación (Galicia, 1992; Balvanera, 1999; Medina *et al.* 1985; Raghubanshi, 1992; Sovan y Singh, 1994). Condit *et al.* (1998) mencionan que datos estáticos de la distribución de tamaños de una población no son un buen predictor para el futuro de las poblaciones. No obstante, en un ecosistema como las selvas bajas caducifolias, donde la información de cualquier nivel, ya sea descriptiva o experimental, es aun mínima, esta información constituye un primer paso para entender la dinámica de la comunidad vegetal. Esta información es requisito para proponer esquemas dinámicos de los procesos de reemplazamiento que dan origen y mantienen este tipo de ecosistemas.

CAPÍTULO II

Supervivencia y tasas de crecimiento de plántulas de tres especies arbóreas en dos tipos de vegetación contigua en la selva de Chamela, Jalisco

INTRODUCCIÓN

Factores físicos que afectan el reclutamiento de la comunidad de plántulas

La riqueza y la densidad del banco de semillas, así como el reclutamiento de plántulas, muchas veces difieren marcadamente de la vegetación adulta (Grime *et al.*, 1986; Lieberman y Mingguang, 1992; Ray y Brown, 1994). La disminución del banco de semillas, la supervivencia y el crecimiento de las plántulas están determinadas, en gran medida, por factores intrínsecos de cada especie como la viabilidad de las semillas y su eventual germinación (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993), así como por factores físicos y bióticos (Hubbell y Werner, 1979; Louda, 1989; Ray y Brown, 1994).

Un factor físico importante en el reclutamiento de las plántulas y su supervivencia es el ambiente lumínico que experimentan, dado que la intensidad y calidad de la luz pueden variar espacial y temporalmente (Vázquez-Yanes *et al.*, 1990; Fenner, 1992). Como es sabido, en las selvas bajas caducifolias, la marcada estacionalidad, el patrón de lluvias causa variaciones en la fenología de las plantas la cual modifica la disponibilidad de la luz a nivel del suelo (Bullock, 1986). Otro factor que produce variaciones lumínicas en las selvas deciduas y que repercute en la germinación de las semillas y en la supervivencia de las plántulas es la caída de ramas de los árboles muertos que crean pequeños claros, en los que la cantidad de luz se incrementa (Lott *et al.*, 1987). Asimismo, otras condiciones ambientales que influyen en el reclutamiento de las plántulas y

en su supervivencia y crecimiento son la temperatura, las características del suelo y la cantidad de agua disponible para las plantas (Reynal y Bazzaz, 1973; Nobel, 1991; Groenendael *et al.*, 1996). En las selvas bajas caducifolias, las lluvias presentan una gran variación en cantidad e intensidad dentro y entre años, así como en la duración de los periodos de humedad y sequía (Rzedowski, 1978; Murphy y Lugo, 1986, 1995). Dicha variación juega también un papel importante en la riqueza y abundancia de las especies (Lott *et al.*, 1987; Hinckley *et al.*, 1991; Borchert, 1994 a y b) ya que diferentes especies se favorecen en términos de su dinámica poblacional en distintos años (Martínez-Ramos, 1985; Murphy y Lugo 1986, 1995). De esta manera, la disponibilidad de agua en estos ecosistemas se ha considerado como uno de los factores limitantes más importantes (Lott, *et al.*, 1987; Hinckley *et al.*, 1991, Borchert, 1994 a y b; Balvanera, *et al.*, 2002). Los suelos húmedos proveen condiciones favorables para la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas (Reynal y Bazzaz, 1973; Groenendael *et al.*, 1996). Allen *et al.*, (1998) reportan que en Chamela se registró una densidad mayor de plántulas bajo la copa de los árboles, donde la humedad del suelo es mayor, en comparación con los sitios más abiertos. De ahí que resultó plantease investigar experimentalmente la influencia de diversos factores ambientales y biológicos que influyen en una muestra de especies de la selva de Chamela.

Algunos factores bióticos que afectan la supervivencia y tasas de crecimiento de las plántulas.

La mortalidad de semillas y plántulas por herbívoros puede reducir los tamaños de las poblaciones y alterar la estructura de edades de las plantas (Burdon 1987; Augspurger, 1990; Agrios, 1997). Varios experimentos han demostrado que la mortalidad de plántulas por herbívoros tiene un fuerte componente de denso-dependencia, variando con la distancia al árbol progenitor (Burdon 1987; Augspurger y Kelly, 1984; Agrios, 1997), y juega un importante

papel en la determinación de la diversidad de especies en la comunidad (Burdon 1987; Agrios, 1997). Existen dos formas posibles de acción de los herbívoros: en la primera, los herbívoros atacan a los árboles adultos y de mayor tamaño, creando parches con mayor disponibilidad de luz solar y favoreciendo el desarrollo de especies demandantes de luz. Ello incrementa la diversidad de especies al permitir la coexistencia de especies con distintos requerimientos de luz (McCauley y Cook, 1980; Copsey, 1985 Burdon 1987; Agrios, 1997). En el segundo caso, los herbívoros atacan selectivamente a las especies dominantes, cambiando el balance competitivo entre las especies y, en consecuencia, promoviendo un incremento en el número de individuos de las especies raras. Se ha observado un efecto diferencial de depredadores herbívoros sobre el número de semillas y el reclutamiento de plántulas en sitios con características ambientales distintas (Augspurger, 1990; Fenner, 1992; Louda *et al.*, 1987; Andersen, 1988). Esto sugiere que los depredadores herbívoros tienen un efecto sobre el banco de semillas y el reclutamiento de plántulas (Burdon 1987; Leck *et al.*, 1989; Augspurger, 1990) y, por lo tanto, en la distribución y abundancia de las poblaciones.

Al nivel de la comunidad, la herbivoría en los sitios secos (selva baja) es menor con relación a los sitios húmedos (selva mediana) ya que las plantas de los sitios secos tiran sus hojas en la época de secas, por lo que no están entonces disponibles para los herbívoros (Dirzo y Domínguez, 1995; Coley, 1990). En estas circunstancias algunos de los insectos herbívoros buscan alimento y se resguardan en las zonas húmedas durante la época de secas y por lo tanto aplican una constante, intensa y precisa selección sobre las plantas de la selva mediana. Asimismo, Coley (1990) reporta que las plantas de las zonas húmedas tienen una menor probabilidad de alcanzar la etapa adulta que aquellas de las zonas secas, por el efecto de los herbívoro

Para la selva alta perennifolia existe mayor información sobre los procesos de mortalidad diferencial en las primeras etapas del ciclo de vida (Martínez-Ramos, 1985; Lieberman *et al.*, 1989) mientras que para las selvas bajas caducifolias (SBC) son pocos los trabajos que se han realizado con este enfoque. Por ello, resulta interesante evaluar la supervivencia y la tasa de crecimiento de las plántulas en dos tipos de vegetación que difieren en condiciones ambientales tales como radiación solar, temperatura, humedad del suelo y herbivoría. Se emplearon tres especies arbóreas: una de distribución preferencial en selva mediana, la segunda de selva baja y, la tercera, una especie que se encuentra en ambos tipos de selva.

OBJETIVOS

- Evaluar la supervivencia y la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) en plántulas de tres especies (*Chloroleucon mangense*, *Gliricidia sepium*, *Spondias purpurea*) en dos tipos de vegetación (selva mediana y selva baja) bajo el efecto de diferentes intensidades de radiación lumínica y protección contra herbívoros.

HIPÓTESIS

- a) La supervivencia de las plántulas será mayor en el hábitat en el que cada especie está mejor representada, es decir, el hábitat donde preferencialmente se localizan los adultos. En el caso de las plántulas que está en ambos ambientes (*Spondias purpurea*) se espera que sobreviva de forma similar tanto en la selva mediana como en la selva baja.
- b) Se espera que la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) de las plántulas de las tres especies sea mayor en la selva mediana, debido a que hay mayor disponibilidad de recursos en el suelo.
- c) Se espera que en ausencia de herbívoros y abundancia de recursos la TCR de las plántulas sea mayor que en el testigo para los dos tipos de selvas.

d) Finalmente, se espera que la protección contra la radiación solar directa, sobretodo en la selva baja, incremente tanto la supervivencia como la tasa de crecimiento de las tres especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de las especies

Las especies elegidas fueron: *Chloroleucon mangense* (Leguminosae), *Gliricidia sepium* (Leguminosae) y *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) (ver anexo 4 para la descripción taxonómica de las tres especies). *Chloroleucon mangense* (Pennington y Sarukhán, 1998) es una especie que se distribuye preferencialmente en la selva mediana. *Gliricidia sepium* es una especie que se distribuye preferencialmente en la selva baja (Pennington y Sarukhán, 1998; Balvanera, 1999; Duran *et al.*, 2002). *Spondias purpurea* es una especie que se encuentra en ambas selvas (Pennington y Sarukhán, 1998, Mandujano, 2002).

Colecta de semillas

La colecta de las semillas para *Chloroleucon mangense* y *Gliricidia sepium* se hizo de enero a marzo y para *Spondias purpurea* fue en julio de 1998. Las semillas se colectaron de diferentes árboles para intentar cubrir parte de la variación materna. Las semillas se guardaron en bolsas de papel estraza, etiquetadas con el nombre de la especie y la fecha de colecta. Posteriormente se procedió a limpiar las semillas, es decir, sacarlas de la vaina en el caso de las leguminosas y, en el caso de *Spondias purpurea*, remover la pulpa.

Condiciones de germinación de las semillas y de crecimiento de las plántulas en el invernadero

Las semillas de las tres especies colectadas se pusieron en agua un día antes de ponerlas a germinar. Para el caso de las semillas de *Spondias purpurea*, éstas se escarificaron previamente tallándolas suavemente con una lija de agua. Las semillas se pusieron a germinar en el mes de julio de 1998 en bolsas de plástico negro de 12.5 cm de ancho x 22 cm de largo, con suelo de la misma localidad; cada bolsa contenía de tres a cuatro semillas. Dichas bolsas permanecieron en invernadero cuatro semanas. Las dos primeras semanas se regaron de tres a cuatro veces al día, dependiendo que tan rápido se evaporaba el agua del suelo y fueron rociadas con insecticida para evitar el daño por posibles insectos herbívoros.

Diseño del experimento en el campo

En el campo se ubicaron dos zonas en la selva mediana y dos zonas en la selva baja donde se llevaría a cabo el experimento (ver capítulo I en descripción del sitio de estudio y métodos). En cada zona se pusieron los tres tratamientos con tres repeticiones cada uno, en forma factorial. Los tratamientos fueron: **1)** el grupo testigo **2)** sombra y **3)** exclusión de herbívoros más sombra (Figura 2.1). El área de cada tratamiento/repeticón fue de 1 x 1 m. En todos los casos, se retiró la vegetación más conspicua dentro del área de experimentación.

Los tratamientos exclusión de herbívoros y sombra se protegieron con malla de plástico blanca con una apertura de 1.5 mm. La diferencia entre dichos tratamientos fue que en el primero la malla se colocó en forma de toldo sostenido por 4 estacas de madera de 60 cm de altura, mientras que, en el segundo, la malla formó un encierro completo, con toldo y paredes sostenidas con estacas de

madera del mismo tamaño que las del tratamiento todo. En el grupo testigo sólo se delimitó el área (1 x 1 m) con 4 estacas de madera, una en cada esquina.

Transplante de plántulas en el campo

Después de 4 semanas de que germinaron las semillas se procedió a transplantar las plántulas de las 3 especies a los tratamientos de cada una de las selvas (selva mediana y selva baja), utilizando, para reducir posible estrés, parte del mismo suelo donde germinaron. En el caso del tratamiento sombra, se evitó sembrar plantas cerca del borde de la parcela para evitar que la inclinación de los rayos solares a ciertas horas del día incidiera directamente sobre las plantas cercanas a este borde. En cada repetición de cada tratamiento (grupo testigo, sombra y exclusión de herbívoros) se transplantaron 10 plántulas de cada especie, sumando 30 plántulas en cada uno de ellos (Figura 2.1). Los tratamientos fueron colocados en filas. La primera fila fue el grupo testigo, la segunda fila fue del tratamiento sombra y la tercera fila fue el tratamiento exclusión de herbívoros (F1, F2 y F3 respectivamente en la Figura 2.1). Todo esto se repitió dos veces en un sitio de selva mediana y otras dos en selva baja. Esto dio un total de 1080 plántulas (10 plántulas x 3 replicas x 3 tratamientos [testigo, sombra y exclusión de herbívoros] x 2 sitios en cada tipo de vegetación x 2 tipos de vegetación x 3 especies). Al término del trasplante se procedió a medir la altura inicial de todas las plántulas (agosto 1998).

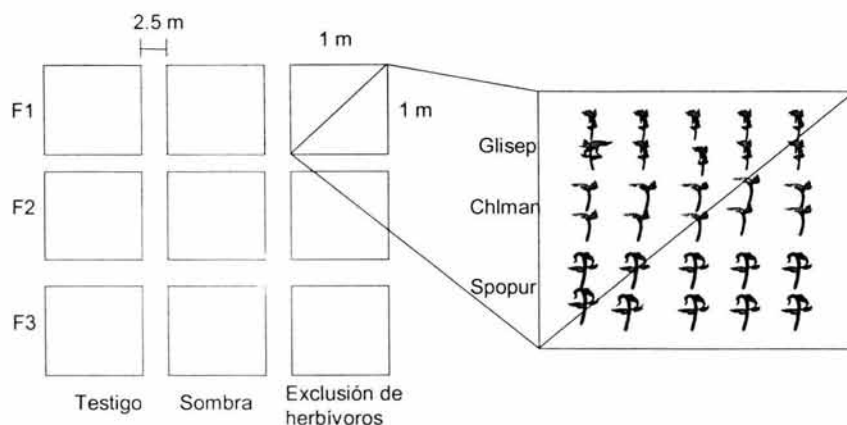


Figura 2.1. Diseño experimental en una de las dos zonas de estudio para el estudio de la supervivencia y crecimiento de las plántulas de tres especies arbóreas. Glisep = *Gliricidia sepium*, Chlman = *Chloroleucon mangense* y Spopur = *Spondias purpurea*. F1, F2 y F3 significan el número de fila o réplica. En total hubo cuatro de estos diseños (dos zonas en dos tipos de vegetación).

Durante los primeros días después del trasplante, las plantas que no lograron establecerse fueron sustituidas por otras provenientes del mismo lote en el invernadero. No obstante, después de una semana y para evitar mayores diferencias en los tiempos de trasplante y las condiciones ambientales experimentadas por las plantas en el experimento, se decidió no continuar con el reemplazo de plántulas muertas.

Al cabo de un mes (septiembre 1998) se registró la supervivencia de las plántulas y se midió el crecimiento (altura en cm). El mismo procedimiento se repitió dos meses después (noviembre 1998).

Mediciones microclimáticas

Durante tres días consecutivos en la época de sequía (finales de marzo de 1999), se llevaron a cabo mediciones de humedad relativa y temperaturas

máximas y mínimas en los tratamientos experimentales en cada uno de los sitios (selva mediana y selva baja). Para el caso de la humedad relativa se midió con un higrómetro (Instruments Inc, Cedar Grove Assex Country NJ 411-1174. Mich, U.S.A). Se muestrearon cinco puntos al azar dentro del área de cada tratamiento (grupo testigo, sombra y exclusión de herbívoros) con sus tres repeticiones en cada sitio. Por otro lado, con objeto de conocer las diferencias en la proporción de radiación solar recibida por los diferentes tratamientos experimentales, se midió la radiación solar al medio día en tres días despejados consecutivos de enero de 2000. Esto se realizó por medio de un cuantómetro (LI-COR Inc. modelo LI-185B) En cada tratamiento (control y toldos) se tomaron cinco lecturas a intervalos de 10 minutos.

Metodología de los análisis

Supervivencia de plántulas

Para analizar la supervivencia de las plántulas de las tres especies bajo el efecto del tipo de vegetación y los tratamientos en las que estuvieron sometidas, se realizó un análisis de varianza para cada censo (septiembre y noviembre) donde se incluyen las especies como un tercer factor. Posteriormente, se llevó a cabo una prueba de comparación múltiple de Tukey para evaluar las diferencias significativas en la supervivencia entre los tres tratamientos (testigo, sombra y exclusión de herbívoros) (Sokal y Rohlf, 1995). Solo se graficaron los resultados donde hubo efectos significativos.

Incremento en plántulas

Se realizó un análisis de varianza del incremento en altura de las plántulas, donde se incluye las tres especies como factor (Sokal y Rohlf, 1995) para el mes de septiembre. Sin embargo, se realizaron anovas por separado para

Gliricidia sepium y *Chloroleucon mangense*. Para el caso de las plántulas de *Spondias purpurea* no fue posible realizar un análisis de varianza, pues resultaron muy pocos los supervivientes. No obstante, se realizó una explicación gráfica de las tendencias. Asimismo, para el mes de noviembre no fue posible realizar un análisis de varianza incluyendo las tres especies, pues los supervivientes de plántulas de *Spondias purpurea* fueron aun menos.

Posteriormente, se llevó a cabo una prueba de comparación múltiple de Tukey para evaluar las diferencias significativas en la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) entre los tres tratamientos (testigo, sombra y exclusión de herbívoros).

Para el caso de la altura de las plántulas de las especies se obtuvo la tasa de Crecimiento Relativa (TCR), utilizando la fórmula $TCR = (\ln A_0 - \ln A_1) / (t_1 - t_0)$, donde:

A_0 = altura de la planta al inicio de cada intervalo

A_1 = la altura de la planta al final de cada intervalo

$t_0 - t_1$ = son los días transcurridos entre la primera y la segunda medición

Dicha fórmula se aplicó para obtener dos valores de las tasas de crecimiento: agosto- septiembre y septiembre-noviembre.

Análisis para las mediciones-microclimáticas

Para cada tratamiento en ambos tipos de vegetación se obtuvieron los promedios de temperatura y humedad relativa promediando las 270 lecturas registradas (90 lecturas diarias por 3 días) Se realizó un análisis de varianza (Sokal y Rohlf, 1995) para cada condición microclimática (humedad, temperatura y luz). Para el primer caso se evaluó el efecto que tiene el tipo de vegetación (la selva mediana y la selva baja) sobre el porcentaje de humedad. Para el segundo caso, se evaluó el efecto de los tratamientos sobre las temperaturas máximas y

mínimas en la selva mediana y la selva baja. Para el caso de la luz, se evaluó el efecto del sombreado de la malla sobre la incidencia de radiación solar directa.

RESULTADOS

Supervivencia de plántulas de tres especies arbóreas bajo diferentes condiciones ambientales de selva mediana y selva baja

Supervivencia total

Se transplantaron 1043 plántulas de las tres especies, la supervivencia promedio fue del 25.21% en el primer mes (septiembre) y 8.99% en el segundo (noviembre).

El número de plántulas trasplantadas y sobre las cuales se realizaron los análisis fueron 360 de *Gliricidia sepium*, 360 de *Chloroleucon mangense* y 328 de *Spondias purpurea*. Los porcentajes de supervivencia promedio y su error estándar para el mes de septiembre fueron $28.40\% \pm 4.74$, $29.75\% \pm 4.37$ y $15.06\% \pm 3.54$, respectivamente. Dos meses después, en el mes de noviembre la supervivencia fue de solo $6.38\% \pm 2.67$, $13.68\% \pm 3.51$ y $6.49\% \pm 2.39$ respectivamente.

La supervivencia de las plántulas dependió de la especie en cuestión para el mes de septiembre (Cuadro 2.1 a) siendo la supervivencia de *Spondias purpurea* significativamente menor que la supervivencia de *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangense*; entre estas dos últimas no hubo diferencias significativas (Figura 2.2 a).

El factor tratamiento también tuvo un efecto significativo. El grupo testigo registró significativamente el menor porcentaje promedio de plántulas sobrevivientes (13.92%) con respecto a los otros dos tratamientos (sombra y exclusión de herbívoros con 34.04 % y 28.21% respectivamente); entre estos dos últimos no hubo diferencias significativas.

Cuadro 2.1 a. Efecto del tipo de vegetación, de los tratamientos y de las especies sobre la supervivencia de plántulas al mes de a) septiembre. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Septiembre

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	0.070	1	0.07	1.28	0.26
Tratamientos	0.73	2	0.36	6.72	0.00
Especie	0.46	2	0.23	4.20	0.02
Tipo de veg. x Trat	0.09	2	0.04	0.86	0.42
Tipo de veg. x Especie	0.40	2	0.20	3.71	0.03
Trat x Especie	0.17	4	0.04	0.81	0.52
T.veg. x Sp x Trat	0.19	4	0.04	0.89	0.47
Error	1.97	36	0.05		
Total	4.12	53			

En la interacción tipo de vegetación por especie (Cuadro 2.1 a) las plántulas de *Spondias purpurea* sobrevivieron más en la selva mediana (25% al mes de septiembre) que en la selva baja (6.08%). La supervivencia de las plántulas de *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangense* no difirió significativamente entre tipos de vegetación. (Figura 2.2 a).

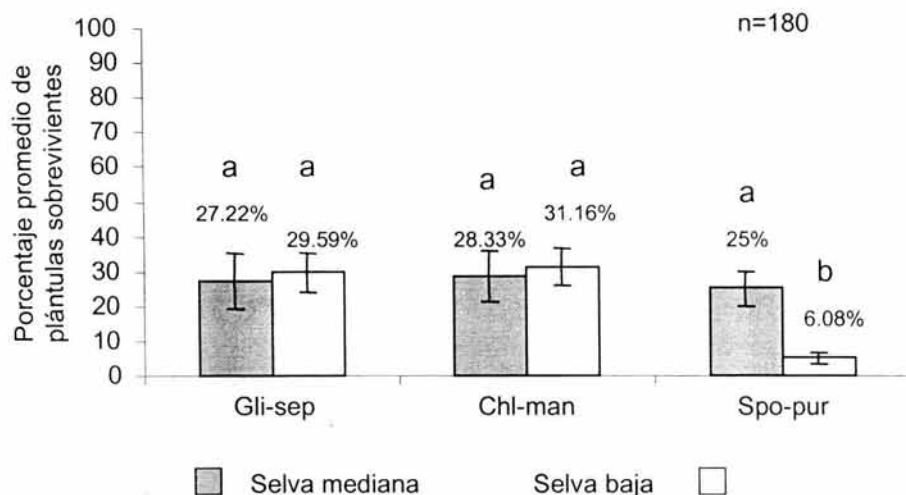


Figura 2.2 a. Porcentaje promedio de plántulas que sobrevivieron en tres especies en selva mediana y selva baja en el mes de septiembre. Para cada tipo de vegetación n es igual al número de plantas (10) por tratamiento (3) por el número de las réplicas (3) por el número de sitios (2). Las letras diferentes representan diferencias significativas al 5%. Las líneas verticales sobre las columnas representan los errores estándar de las medias. Gli-sep= *Gliricidia sepium*, Chl-man= *Chloroleucon mangense* Spo-pur= *Spondias purpurea*.

Para el mes de noviembre no hubo diferencias significativas para ningún factor de primer orden en la supervivencia de las plántulas (Cuadro 2.1 b). En los factores de segundo orden (interacciones) solamente hubo diferencias significativas en la interacción tipo de vegetación por especie (Cuadro 2.1 b). En el caso de la supervivencia de las plántulas de *Spondias purpurea* se conservó la misma tendencia que en el mes de septiembre (menor supervivencia en selva baja). En el caso de *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangense* sobrevivieron significativamente más plántulas en la selva baja que en la selva mediana (Figura 2.2 b).

Cuadro 2.1.b Efecto del tipo de vegetación, de los tratamientos y de las especies sobre la supervivencia de plántulas al mes de noviembre. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Noviembre

b)

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	0.01	1	0.01	0.22	0.64
Tratamientos	0.26	2	0.13	2.83	0.07
Especie	0.20	2	0.10	2.24	0.12
Tipo de veg.x Trat	0.15	2	0.07	1.62	0.21
Tipo de veg. x Sp	0.63	2	0.31	6.82	0.00
Trat x Especie	0.14	4	0.03	0.77	0.55
T.v x Sp x Trat	0.04	4	0.01	0.25	0.90
Error	1.66	36	0.04		
Total	3.12	53			

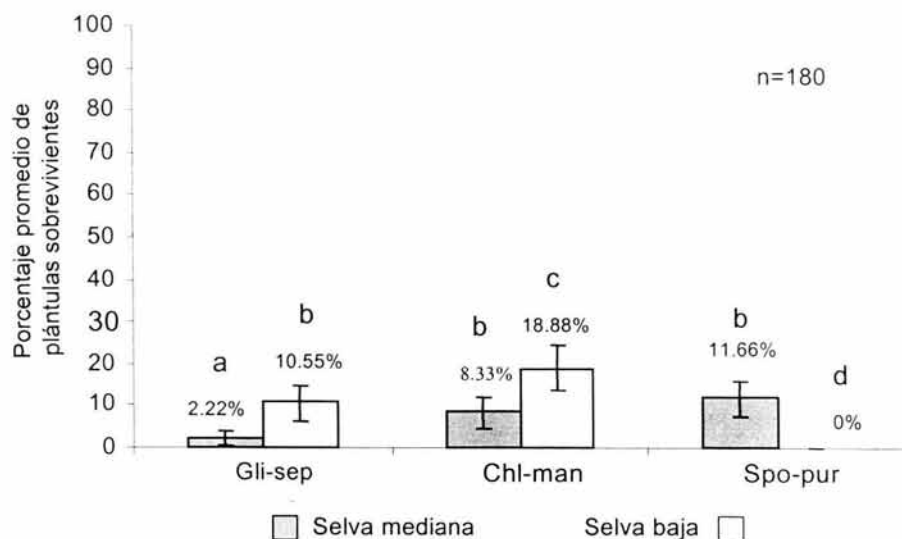


Figura 2.2 b. Porcentaje promedio de plántulas supervivientes al mes de noviembre en tres especies en selva mediana y selva baja. Para cada tipo de vegetación, n es igual al número de plantas (10) por tratamiento (3) por el número de las réplicas (3) por el número de sitios (2). Las letras diferentes representan diferencias significativas al 5%. Las líneas verticales sobre las columnas representan los errores estándar de las medias.

Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) de plántulas de tres especies de árboles bajo diferentes condiciones ambientales de selva mediana y selva baja

Al inicio del experimento (agosto), las plántulas de *Gliricidia sepium*, *Chloroleucon mangense* y *Spondias purpurea* midieron en promedio $15.58 \text{ cm} \pm 0.43$, $4.67 \text{ cm} \pm 0.09$ y $7.18 \text{ cm} \pm 0.16$ de altura respectivamente (media \pm error estándar).

Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) en el mes de septiembre en las tres especies

El análisis de varianza reveló que el factor tipo de vegetación (selva mediana y selva baja) influyó significativamente en la TCR de las plántulas (Cuadro 2.2). En cuanto al factor especie, el anova también reveló que la TCR de las plántulas difirió entre ellas (Cuadro 2.2).

Con respecto a las interacciones de segundo orden, solo la interacción tipo de vegetación por especie mostró marginalmente diferencia significativa (Cuadro 2.2). La TCR tanto en *Gliricidia sepium* como en *Chloroleucon mangense* fue significativamente mayor en la selva mediana que en la selva baja. En tanto que la TCR de las plántulas *Spondias purpurea* no difirió entre los dos tipos de vegetación (Cuadro 2.2 y Figura 2.3).

Cuadro 2.2. Efecto del tipo de vegetación, tratamiento y especie sobre la Tasa de Crecimiento relativo (TCR) promedio de las plántulas en el mes de septiembre. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	9.96091E-004	1	9.96091E-004	8.326	0.00
Tratamiento	6.40720E-005	2	3.20360E-005	0.268	0.76
Especie	7.57737E-004	2	3.78868E-004	3.167	0.04
Tipo de veg. x trat	4.29966E-004	2	2.14983E-004	1.797	0.16
Tipo de veg x Sp	7.00320E-004	2	3.50160E-004	2.927	0.05
Trat x Sp	2.65813E-004	4	6.64533E-005	0.555	0.69
Error	0.0477330	399	1.19632E-004		
Total	0.0536637	412			

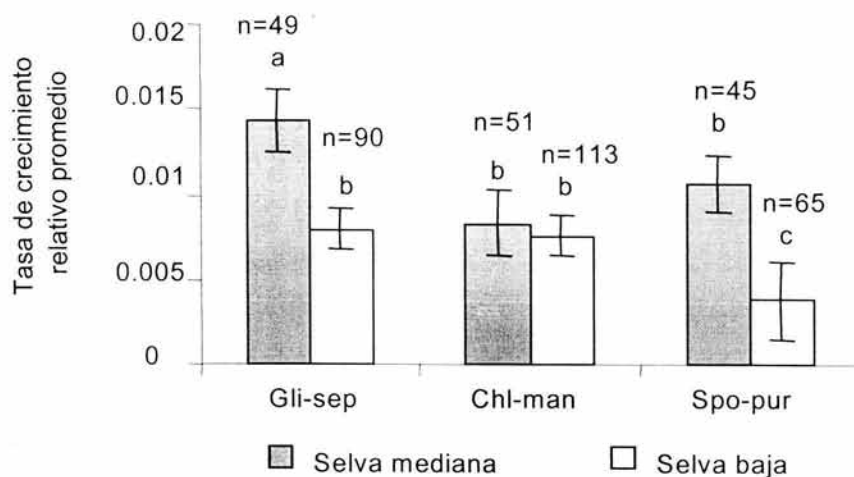


Figura 2.3. Efecto del tipo de vegetación, tratamiento y especie sobre el crecimiento de las plántulas en el mes de septiembre en la selva mediana y selva baja. Para cada tipo de vegetación, n es igual al número de plantas (10) por tratamiento (3) por el número de las réplicas (3) por el número de sitios (2). Las letras diferentes representan diferencias significativas al 5%. Las líneas verticales sobre las columnas representan los errores estándar de las medias.

Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) en el mes de septiembre por especie

Gliricidia sepium

Para el mes de septiembre la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) de las plántulas de *Gliricidia sepium* no se vieron afectadas significativamente por los dos tipos de vegetación (Cuadro 2.3). Los tratamientos experimentales tuvieron un efecto significativo en la TCR de las plántulas (Cuadro 2.3).

En las interacciones de segundo orden solo la interacción entre el tipo de vegetación y el tratamiento tuvo un efecto significativo en la TCR de las plántulas de *Gliricidia sepium* (Cuadro 2.3 a). En la selva mediana, las plántulas de los tratamientos sombra y exclusión de herbívoros crecieron significativamente más que en la selva baja. En tanto que en el tratamiento testigo, la TCR fue significativamente mayor en la selva baja que en la selva mediana (Figura 2.4).

Cuadro 2.3 a. Efecto de la zona y el tratamiento sobre la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) de las plántulas de *Gliricidia sepium* en el mes de septiembre. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	1.67E-004	1	19.85	2.013	0.15
Tratamientos	7.18E-004	2	30.28	4.312	0.01
Tipo de veg x Trat	0.00	2	31.27	9.60	0.00
Error	0.01	133	10.88		
Total	0.01	138	8.33E-0004		

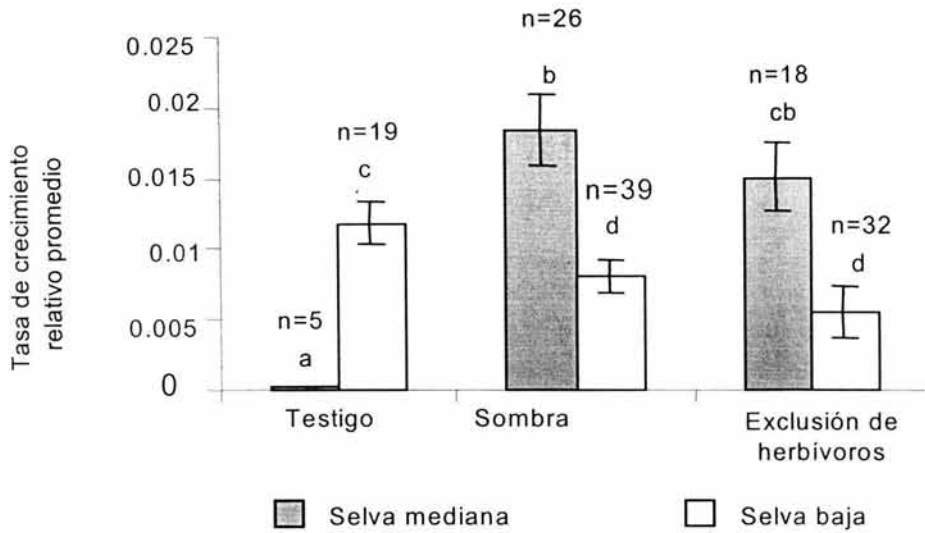


Figura 2.4 a. Tasa de crecimiento relativo promedio de las plántulas de *Glicicidia sepium* en el mes de septiembre en la selva mediana y selva baja. *n* es igual al número de plantas (10) por tratamiento (3) por el número de las réplicas (3) por el número de sitios (2). Las letras diferentes representan diferencias significativas al 5%. Las líneas verticales sobre las columnas representan los errores estándar de las medias.

Chloroleucon mangense

El tipo de vegetación tuvo un efecto marginalmente significativo y los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en la TCR de las plántulas de esta especie (Cuadro 2.3 b). Sin embargo, la interacción entre el tipo de vegetación y los tratamientos tuvo un efecto significativo en la TCR de las plántulas de *Chloroleucon mangense* (Cuadro 2.3 b). En los tratamientos testigo y exclusión de herbívoros para cada tipo de selva hubo un efecto significativo en la TCR de las plántulas de *Chloroleucon mangense*. Es decir, en la selva mediana la TCR de las plántulas de esta especie fue significativamente mayor que la TCR en la selva baja. En el tratamiento sombra la TCR no difirió entre la selva mediana y la selva baja (Figura 2.4 b).

Cuadro 2.3 b. Efecto del tipo de vegetación y el tratamiento sobre la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) de las plántulas de *Chloroleucon mangense* en el mes de septiembre. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	5.38E-004	1	5.38E-004	3.83	0.05
Tratamientos	2.12E-004	2	1.06E-004	0.75	0.47
Tipo de veg.x Trat	0.00	2	7.89E-004	5.61	0.00
Error	0.02	270	1.40E-004		
Total	0.024	275			

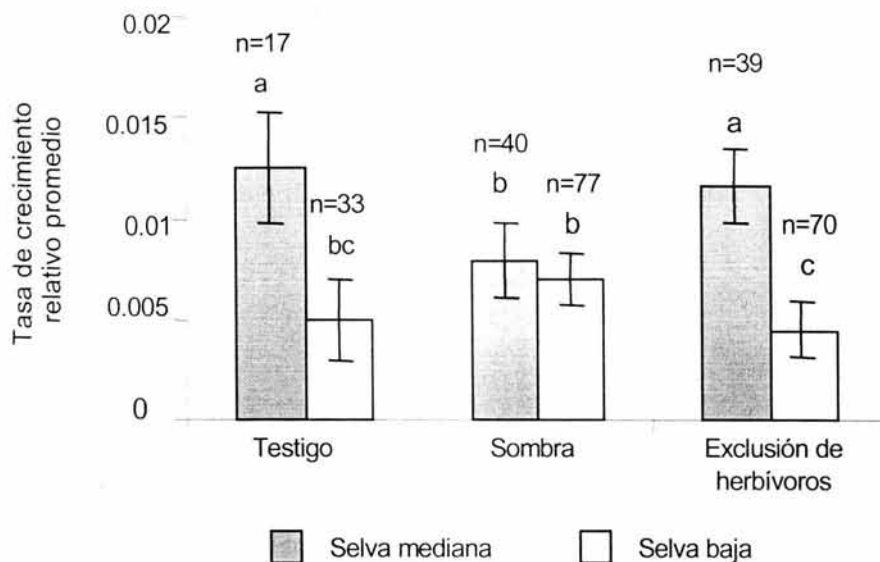


Figura 2.4 b. Tasa de crecimiento relativa promedio de las plántulas de *Chloroleucon mangense* en el mes de septiembre en selva mediana y selva baja. Para cada tratamiento, n es igual al número de plantas por tratamiento (3) por el número de las réplicas (3) por el número de sitios (2). Las letras diferentes representan diferencias significativas al 5%. Las líneas verticales sobre las columnas representan los errores estándar de las medias.

Spondias purpurea

Aunque no fue posible realizar un anova dada la alta mortandad de las plántulas de esta especie, pueden mencionarse algunas tendencias en la interacción entre los tratamientos y el tipo de vegetación. En la selva mediana la TCR fue aparentemente mayor que en la selva baja en los tres tratamientos experimentales (Figura 2.5). Las TCR obtenidas en los tratamientos de sombra y exclusión de herbívoros fueron muy semejantes, en tanto que en el tratamiento testigo en la selva baja no hubo datos dada la mortalidad de todas las plántulas de esta especie.

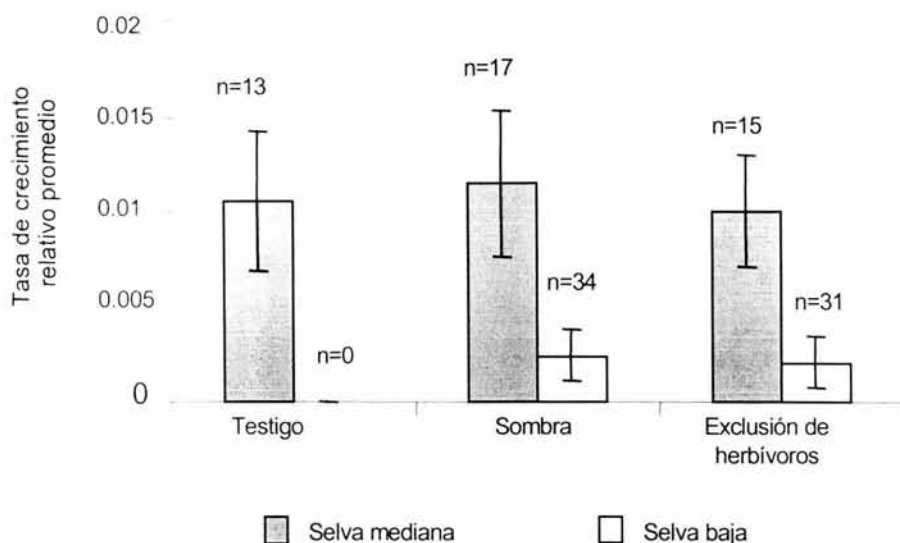


Figura 2.5. Tasa de crecimiento relativa promedio de las plántulas de *Spondias purpurea* en el mes de septiembre en selva mediana y selva baja. Para cada tipo de vegetación n es igual al número de plantas (10) por tratamiento (3) por el número de las réplicas (3) por el número de sitios (2). Las letras diferentes representan diferencias significativas al 5%. Las líneas verticales sobre las columnas representan los errores estándar de las medias.

Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) en el mes de noviembre

En el mes de noviembre el análisis de varianza no mostró diferencias significativas en los efectos principales sobre la TCR en las plántulas de *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangense* (Cuadro 2.4 a, b). Asimismo la interacción entre factores tampoco tuvo un efecto significativo en la TCR de las plántulas de estas mismas especies. (Cuadro 2.4 a y b). Para las plántulas de *Spondias purpurea* no fue posible realizar el análisis de varianza dada la escasez de datos, aunque la tendencia de los resultados es similar a la obtenida en el mes de septiembre.

Cuadro 2.4. a. Efecto del tipo de vegetación y el tratamiento sobre la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) de las plántulas de *Gliricidia sepium* en el mes de noviembre. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	3.31E-005	1	3.31E-005	1.71	0.19
Tratamientos	5.16E-005	2	2.58E-005	1.33	0.26
Tipo de veg. x Trat	2.37E-005	2	1.18E-005	0.61	0.54
Error	0.00	18	1.93E-005		
Total	0.002	23			

Cuadro 2.4. b. Efecto del tipo de vegetación y el tratamiento sobre la Tasa de Crecimiento Relativa (TCR) de las plántulas de *Chloroleucon mangense* en el mes de noviembre. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	2.46E-005	1	2.46E-005	1.04	0.30
Tratamientos	1.81E-005	2	9.08E-006	0.38	0.68
Tipo de veg. x Trat	1.32E-005	2	6.64E-006	0.28	0.75
Error	0.001	65	2.34E-005		
Total	0.0162	70			

Mediciones microclimáticas

Humedad

El análisis de varianza reveló que la humedad en el suelo fue afectada significativamente por el tipo de vegetación. En la selva mediana, la humedad fue mayor que en la selva baja (59% y 53% respectivamente (Cuadro 2.5 a).

Figura 2.5 a. Efecto de los tratamientos con y sin malla sobre la humedad. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	513.99	1	513.99	11.62	.00
Tratamientos	87.22	2	43.61	.98	.38
Tipo de veg. x Trat	66.89	2	33.44	.75	.47
Error	2122.14	48	44.21		
Total	2790.26	53			

Temperatura

La temperatura máxima en promedio en condiciones naturales en selva mediana fue de 33 °C y en la selva baja fue de 34 °C. Un análisis de varianza mostró que la temperatura máxima promedio fue afectada significativamente por los tratamientos con malla y sin malla. (Cuadro 2.5 b). En la interacción entre tipo de vegetación y tratamiento con malla y sin malla, la temperatura promedio resultó afectada significativamente. En la selva baja, en el tratamiento exclusión de herbívoros, la malla incrementó significativamente la temperatura hasta los 38 °C. Mientras que en la selva mediana para el mismo tratamiento registró una temperatura de 33 °C.

Cuadro 2.5 b. Efecto de los tratamientos con y sin malla sobre la temperatura máxima. Los números gruesos indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.	F	P
Tipo de veg.	.166	1	.166	.024	.87
Tratamientos	136.75	2	68.37	10.00	.00
Tipo de veg. x Trat	190.75	2	95.37	13.95	.00
Error	328.166	48	6.83		
Total	655.83	53			

Con respecto a la temperatura promedio mínima no tuvo un efecto significativo entre los dos tipos de vegetación ni entre los tratamientos con malla y sin malla (Figura 2.5 c).

Figura 2.5 c. Efecto de los tratamientos con y sin malla sobre la temperatura mínima. Los números gruesos indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Tipo de veg.	26.04	1	26.04	2.63	.11
Tratamientos	1.84	2	.92	.093	.91
Tipo de veg. x Trat	.58	2	.29	.030	.97
Error	474.22	48	9.87		
Total	502.68	53			

Interferencia de la Radiación Fotosintéticamente Activa

En cuanto a la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA), el análisis de varianza reveló que el grupo testigo difirió significativamente con respecto a los tratamientos con malla (sombra y exclusión de herbívoros; Cuadro 5d). Esto significa que la RFA que recibieron las plántulas fue significativamente mayor en el tratamiento sin malla ($1423.33 \mu\text{mol} \pm 25.09$, media y error estándar) que en los tratamientos con malla en selva mediana y selva baja ($844.32 \mu\text{mol} \pm 27.74$

error estándar y $851.35 \mu\text{mol} \pm 25.09$ error estándar). Cabe señalar que estos dos últimos tratamientos no difirieron significativamente entre sí con respecto a la RFA (Figura 2.5d). Asimismo la interacción día y tratamientos también resultó sigmnificativo, por lo que RFA cambia de pendiente de un día con otro bajo los difentes tratamientos con malla y sin malla.

Figura 2.5 d. Efecto de los tratamientos sin malla y con malla (toldo y encierro) en la interferencia de la Radiación Fotosinteticamente Activa. Los números en negritas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Fuente	S.C	g.l	C.M	F	P
Día	14303	2	7151.5	.757	.47
Tratamientos	3201418.9	2	1600709.4	169.40	.00
Día x Trat	77807.228	4	19451.80	2.05	.01
Error	321275.64	24			
Total	3658758.2	42			

DISCUSIÓN

Supervivencia de plántulas de tres especies arbóreas bajo diferentes condiciones ambientales de selva mediana y selva baja

Numerosos estudios han demostrado que la fase de semilla a plántula, es una de las etapas del ciclo de vida más vulnerables dentro del ciclo de vida de las plantas (Harper, 1977). En el presente estudio, la supervivencia de las plántulas de las tres especies estudiadas no fue la excepción. Desde el comienzo del experimento (censo de septiembre) la supervivencia no mostró ser muy alta, siendo ésta del 25.21% en promedio. Al final del experimento (noviembre) la supervivencia promedio no fue más allá del 9%. Ciertamente, este resultado es producto de la acción de diversos factores físicos y biológicos que operan a lo largo del ciclo de vida de los organismos (Harper, 1977; Thompson y Grime, 1979; Louda *et al.* 1990). Sin embargo, hay factores que influyen más que otros en un determinado momento, pero además cada especie responde de diferente forma a los diversos factores ambientales (Bradshaw, 1974; Schlichting, 1986; Levin, 1988; Allen, 1991). Esto lo podemos constatar en la supervivencia de las plántulas de *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangense*. Para el primer censo (septiembre) el efecto del tipo de vegetación, es decir, las diferentes condiciones ambientales prevalecientes en la selva mediana y la selva baja, no tuvieron una diferencia significativa en la supervivencia de las plántulas, pero para el segundo censo (noviembre) la supervivencia fue significativamente menor en la selva mediana que en la selva seca. No obstante, las plántulas de *Spondias purpurea* siempre resultaron afectadas por el tipo de vegetación al principio y al final del experimento.

Supervivencia de plántulas de *Gliricidia sepium* en selva mediana y en selva baja

La predicción que se esperaba en la supervivencia de las plántulas de *Gliricidia sepium* al final del experimento fue corroborada, pues sobrevivieron más en la selva baja que en la selva mediana. Ello indica que las plántulas de esta especie se ven suficientemente afectadas por diferencias en la cantidad de humedad en el suelo, ya que éste mostró diferencias significativas de humedad (59% en la selva mediana y 53% en la selva baja). Se ha reportado que los individuos adultos de *Gliricidia sepium* crecen preferentemente en sitios más secos (Balvanera, 1999; Duran *et al.*, 2002), donde los suelos presentan mayor porcentaje de arenas y menor porcentaje de arcillas, lo que provoca que el suelo tenga una mayor eficiencia de drenaje (Galicia, 1992). Pennington y Sarukhán, (1998) mencionan que dicha especie se establece mejor en sitios que no tengan deficiencias serias de drenaje. Muchas de las plántulas del experimento que se encontraban en la selva mediana mostraron pudrición, comenzando por el meristemo apical extendiéndose por todo el tallo (obs. pers.). Es factible entonces que la excesiva humedad que hubo en el suelo fue una de las causas principales de la mortalidad de las plántulas de *Gliricidia sepium* sobretodo en la selva mediana. Se ha reportado que la supervivencia de plántulas se ve afectada por hongos en condiciones de sombra (Augspurger, 1984b).

En la selva baja, la disponibilidad de recursos es más escasa que en la selva mediana (García-Oliva, 1992, Solís, 1993). Por lo tanto, *Gliricidia sepium* es una especie que tiene tolerancia a la escasez de recursos. A este tipo de especie se le conocen como especies de crecimiento lento, las cuales presentan características tales como la producción de hojas que permanecen activas durante largos periodos de tiempo y la producción de metabolitos secundarios como defensas contra herbívoros (Givnish, 1978; Medina; 1978; 1983; Murphy, 1986). Este hecho puede explicar por que la TCR fue significativamente mayor en

el grupo testigo de la selva baja que en la selva mediana. *Gliricidia sepium* presentan semillas grandes que producen plántulas robustas, lo cual les permite crecer bajo condiciones limitantes de recursos (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993; Huante-Pérez, 1996) y esto hace que, de alguna forma, las plántulas resistan mejor las condiciones adversas.

En cuanto el efecto de la temperatura y la interferencia de la radiación solar, no tuvo un impacto importante en la supervivencia de las plántulas de *Gliricidia sepium*, pues el análisis de varianza no marcó diferencias significativas en el factor tratamiento (Cuadro 2.1b) ya que la temperatura y la interferencia de la radiación solar están inmiscuidas en los tratamientos, por las condiciones microclimáticas que se generaron en los tratamientos con malla.

Supervivencia de plántulas de Chloroleucon mangense en selva mediana y en selva baja

En las plántulas de *Chloroleucon mangense* se obtuvo lo contrario a lo planteado en la hipótesis, pues se esperaba que al final del experimento las plántulas sobrevivieran más en la selva mediana que en la selva baja, ya que los individuos adultos se distribuyen preferencialmente en este tipo de vegetación. Sin embargo hubo un mayor porcentaje de plántulas que sobrevivieron más en la selva baja. Pennington y Sarukhán, (1998) mencionan que también pueden crecer en selvas deciduas y semideciduas en zonas xerófitas, por lo que quizá este resultado no es del todo extraño. Este hecho acerca de la menor supervivencia de plántulas en selva mediana, podría ser explicado por el exceso de agua en el periodo de estudio. En el mes de septiembre se registró la mayor cantidad de lluvia (811.96 mm) seguido de octubre que también registró una alta precipitación (149.56 mm) (E.B Chamela, U.N.A.M, 2002). Las plántulas se vieron perjudicadas por las condiciones de precipitación particulares del año 1998. Como en el caso de *Gliricidia sepium*, las plántulas de *Chloroleucon mangense*

sufrieron pudrición. Por ello las condiciones que presentó la selva baja en esa temporada fueron mucho mejores que en la selva mediana, sobretodo en la cuestión de drenaje, pues son suelos que, a diferencia de los de la selva baja, presentan una mayor capacidad de retención de agua (Galicia, 1992).

Podemos concluir que, al igual que las plántulas de *Gliricidia sepium*, la supervivencia de plántulas de *Chloroleucon mangense* se vio afectada por la humedad en el suelo prevaeciente en la selva mediana, y no tanto por la temperatura y la intensidad de la radiación solar.

Supervivencia de plántulas de Spondias purpurea en selva mediana y en selva baja

En *Spondias purpurea* se esperaba que las condiciones de la selva mediana y la selva baja no afectaran significativamente la supervivencia de las plántulas, por encontrarse en ambos tipos de vegetación. Sin embargo, resultó que las plántulas de esta especie sobrevivieron significativamente más en la selva mediana que en la selva baja, sobretodo al final del experimento. La supervivencia en la selva baja en el mes de noviembre fue de cero y en selva mediana casi del 12%, aunque Barranco-León (2000) reportó un 5.2% en promedio en un lapso de seis meses.

El hecho de que las plántulas de *Spondias purpurea* haya sobrevivido más en la selva mediana, nos hace suponer que es más resistente a condiciones de humedad que las otras dos especies. Ciertamente, las plántulas de *Spondias purpurea* no mostraron señas de pudrición. Asimismo Hammond (1995), reporta que la supervivencia de las plántulas de *Spondias spp* junto con *Bursera spp*, *Swietenia spp* y *Erythrina spp* está estrechamente relacionada con la disponibilidad de agua.

En la selva mediana de Chamela generalmente se presenta una gran disponibilidad de agua debido a la pendiente suave de la ladera y al tipo de suelo arcilloso, lo cual aumenta la capacidad de retención de agua, provocando así que la materia orgánica se descomponga más rápidamente y haya una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo (e.g., Morgan, 1986). Esta última condición física del suelo, nos hace suponer que las plántulas de *Spondias purpurea* aprovechan mejor los nutrientes disponibles en el suelo, además de dicha especie suele ser mayor demandante de recursos que otras especies de la zona (Huante-Pérez, 1996). Bajo este tipo de condiciones resultó que la supervivencia fue mayor en la selva mediana. Sin embargo, cabe destacar que las características del suelo no son los únicos factores que pudieran afectar la supervivencia de las plántulas, por lo que depende de las interacciones complejas de varios otros factores (Leishman y Westoby, 1994 a y b; Paz-Hernández, 1999). Es factible que la influencia relativa y la interacción entre varios factores afecten de manera diferencial las plantas de una misma especie en distintas etapas de desarrollo.

Otros factores que expliquen la supervivencia de las plántulas de las tres especies

Cabe destacar que en los análisis de varianza para la supervivencia en las tres especies (Cuadro 2.1 a y b) la varianza que quedó sin explicar fue muy alta, por lo que seguramente hay otros factores que están involucrados en la supervivencia de las plántulas (Leishman y Westoby, 1994 a y b; Paz-Hernández, 1999). Asimismo, los árboles adultos de *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangensis* son abundantes dentro de la comunidad arbórea de adultos. Sin embargo, la supervivencia en la fase de plántula es sumamente baja por lo que podemos entonces pensar que quizá estas especies se reproducen exitosamente por vía asexual como lo han reportado experimentalmente González-Mendez y

Vázquez-Yanes (1998) y como se ha observado en campo a *Gliricidia sepium*, con múltiples troncos provenientes de un tronco común (Durán *et al.*, 2002).

Tasa de Crecimiento Relativo en plántulas de tres especies arbóreas bajo diferentes condiciones ambientales de selva mediana y selva baja

El mecanismo con el que cuentan las plántulas para afrontar las variaciones ambientales es su capacidad para modificar su fisiología como respuesta a cambios en el ambiente (Bradshaw, 1974; Schlichting, 1986; Levin, 1988), para así responder de una manera más eficiente a un particular conjunto de condiciones ambientales, tales como luz, humedad, disponibilidad de nutrientes, temperatura, y también herbivoría (Hladi y Miquel, 1990).

La TCR de las plántulas de *Gliricidia sepium* y *Spondias purpurea* (Figura 2.3) fue significativamente mayor en la selva mediana que en la selva baja en el primer censo (septiembre). Una de las razones está en el hecho que hubo una mayor humedad en el suelo de la selva mediana que en el de la selva baja (59% y 53% de humedad, respectivamente). Se ha reportado que sitios con mayor humedad en el suelo presentan una tasa mayor de descomposición, provocando una mayor disponibilidad de nutrientes (Solís, 1993) y por lo tanto la productividad, la tasa de crecimiento y la asignación de biomasa es más rápida en las plantas (Reynal y Bazzaz, 1973; Grime, *et al.* 1986; Groenendaal *et al.*, 1996). La disponibilidad de estos recursos depende en gran medida de la intensidad y frecuencia de las lluvias presentes en determinado año (García-Oliva, 1992).

Tanto *Gliricidia sepium* como *Spondias purpurea* presentan semillas grandes que producen plántulas robustas, lo cual les permite crecer bajo condiciones limitantes de recursos (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993;

Huante-Pérez, 1996). Esto hace que, de alguna forma, las plántulas de estas dos especies resistan mejor las condiciones adversas.

En tanto que la TCR de *Chloroleucon mangensis* no mostró diferencias significativas en los dos tipos de vegetación, por lo que no fue afectada por la disponibilidad de agua en el suelo de la selva media y la selva baja. Sin embargo, cuando dicho factor (tipo de vegetación) interactúa con el factor tratamiento (testigo y exclusión de herbívoros) cobra importancia otros factores que están determinando el crecimiento de las plántulas de *Chloroleucon mangensis*, como son la temperatura y la interferencia de la radiación solar (con malla y sin malla) tal como lo demostraron los análisis de varianza (Cuadro 2.5 b y d).

Tasa de Crecimiento Relativo en plántulas de tres especies arbóreas bajo diferentes tratamientos en selva mediana y selva baja para el primer censo (septiembre)

Otro aspecto fundamental en la supervivencia y crecimiento de las plántulas lo constituyen los factores extrínsecos tales como 1) factores físicos: la intensidad y calidad de la luz, la cual puede variar espacial y temporalmente (Bullock, 1986; Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993) la temperatura y las características del suelo 2) la disponibilidad de recursos como puede ser el agua y los nutrientes disponibles en el suelo (Medina *et al.*, 1985; Raghubanshi, 1992; Sovan y Singh, 1994) y 3) los procesos bióticos tales como las actividades de las raíces, la descomposición de la materia orgánica, así también como la actividad de las plantas vecinas (Chapin, 1991; Grime *et al.*, 1986).

En el caso de las selvas deciduas, la marcada estacionalidad de lluvias modifica la disponibilidad de la luz a nivel del suelo (Bullock, 1986) provocando que las plántulas estén expuestas a diferentes variaciones de intensidad

luminica, por lo que tienen que responder a estas variaciones lumínicas y de temperatura (Augspurger, 1984a; Deslow *et al.*, 1990; Huante; *et al.*, 1993).

Gliricidia sepium

La mayor TCR de plántulas de *Gliricidia sepium* se hizo evidente en los tratamientos con malla (sombra y exclusión de herbívoros) en la selva mediana. Esto apunta que tanto la humedad en el suelo y la temperatura máxima tuvieron un gran impacto en la TCR de las plántulas. En el primer caso, la humedad del suelo fue significativamente mayor en la selva mediana con respecto a la selva baja (59% y 53% respectivamente) como ya se mencionó anteriormente. La temperatura generada en los tratamientos en la selva baja fue de 38 °C, en tanto que en la selva mediana para los mismos tratamientos (con malla) fue de 33 °C. Sin embargo, la interferencia de la radiación solar no tuvo un efecto importante sobre la TCR de las plántulas para esta especie, como lo señala el análisis de varianza (Cuadro 2.5 d).

Sin embargo, aún cuando la especie este mejor adaptada a condiciones adversas, (Givnish, 1978; Medina; 1978; 1983; Murphy, 1986; Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993; Huante-Pérez, 1996) esto no significa que cuando las plántulas están creciendo en condiciones de alta disponibilidad de recursos, protegidas de herbívoros y de una intensa radiación solar, no se vea favorecida en la TCR de sus plántulas. Es aún más el incremento que pudo haber en las plántulas, como ocurrió en los tratamientos de sombra y exclusión de herbívoros en la selva mediana. Posiblemente puede ser una especie con una alta plasticidad y climatación (Huante-Pérez, 1996). En tanto que en la TCR de las plántulas en el grupo testigo se dio la mayor TCR en la selva seca que en la selva mediana, es decir que, las plántulas de *Gliricidia sepium* pueden crecer favorablemente también en las condiciones que se generan en la selva baja

como lo podemos apreciar en la Figura 2.4a. Cabe recordar que esta respuesta también se observó en la supervivencia. Esto confirma más aún que es una especie preferencialmente de selva baja.

Cabe señalar también que la asociación micorrizica es un factor que favorece el establecimiento y crecimiento de las plántulas, y más aun en condiciones desfavorables en donde los suelos son someros y de pocos nutrientes (Jano, 1980). Se dice que la probabilidad de infección por micorrizas es mayor cuando las especies son de crecimiento lento en relación con las de rápido crecimiento (Jano, 1980). Posiblemente este sea otro factor que aun que en este estudio no se probó, este jugando un papel importante en la supervivencia y crecimiento de las plántulas de *Gliricidia sepium*.

Chloroleucon mangense

En el grupo testigo, la TCR de las plántulas en la selva baja fue significativamente menor que la TCR en las plántulas de la selva mediana (Figura 2.4 b). Este hecho puede estar atribuido en gran medida a la interferencia de la radiación solar. En la selva mediana se registró significativamente menos radiación solar ($851.35 \mu\text{mol} \pm 25.09$) con respecto a la selva baja ($1423.33 \mu\text{mol} \pm 25.09$). La radiación solar que perciben las plántulas a través de un dosel más o menos denso, amortigua de algún modo la intensa radiación solar en relación con un dosel caducifolio, y como respuesta a ello, la TCR de las plántulas de *Chloroleucon mangensis* en el grupo testigo fue mayor en la selva mediana que en la selva baja. La temperatura en este tratamiento pasó a un segundo plano, pues en la selva mediana (33 C°) y la selva baja (34 C°) solo varió por un grado centígrado y no fue significativo.

En el caso del tratamiento de exclusión de herbívoros, tanto la temperatura máxima y la interferencia de la radiación solar jugaron un papel importante en la

TCR de las plántulas para esta especie. La razón estriba, en que la alta temperatura que se generó en el encierro en la selva baja (38 C°) provocó que las plántulas crecieran menos. Esto fue compensado de algún modo con una mayor supervivencia. Así mismo, la interferencia de la radiación solar se amortigua un poco más cuando el tratamiento encierro se encuentra bajo el dosel de la selva mediana (844.32 $\mu\text{mol} \pm 27.74$) provocando que la TCR sea mayor con respecto a la selva baja.

Para esta especie, el hábitat preferencial está reportado en selvas semidecíduas, es decir en selvas medianas en donde la disponibilidad de recursos es mayor (Pennington y Sarukhán, 1998). En este sentido *Chloroleucon mangense* podría ser catalogada como una especie de crecimiento rápido (Givnish, 1978; Medina, 1978, 1983; Murphy, 1986). Estas especies presentan, altas tasas fotosintéticas y altas tasas de absorción de nutrientes. Así como la producción de hojas poco longevas que se recambian continuamente y en las que invierten pocos recursos para la defensa contra herbívoros. Así mismo, si es una especie que crece preferencialmente en selva mediana, que está adaptada a bajas intensidades de luz, (Augspurger, 1984a; Deslow *et al.*, 1990; Huante *et al.*; 1993). Esto puede explicar que haya resultado que la TCR fuera mayor en la selva mediana que en la selva baja. Sin embargo, cuando se encuentra en condiciones limitadas de recursos nutricionales y con una alta radiación solar como lo es la selva baja, aun con protección (malla), la TCR fue significativamente menor. Este hecho puede explicar que las plántulas de *Chloroleucon mangense* son de tamaño pequeño con cotiledones pequeños, por lo que presentan menos reservas (Vázquez-Yanes *et al.*, 1990) y hace que la tasa de crecimiento de las plántulas no resulte tan favorable en este tipo de condiciones.

Spondias purpurea

El resultado de la TCR en las plántulas de *Spondias purpurea* en este estudio, mostró una tendencia mayor en la selva mediana en todos los tratamientos con respecto a los tratamientos de la selva baja. Lo que hace evidente que es una especie tolerante a todas las condiciones que prevalecen en la selva mediana con respecto a la selva baja (Huante-Pérez, 1996). Lo que implica que requiere de una gran disponibilidad de agua en el suelo; que las temperaturas no sean muy elevadas y que la radiación solar no sea directa. Esto significa que las plántulas de *Spondias purpurea* deben crecer bajo un dosel semidecídúo que amortigüe dichas condiciones ambientales. En efecto, si comparamos los factores ambientales que se midieron en ambos tipos de vegetación, la humedad en el suelo fue significativamente mayor en la selva mediana que en la selva baja (59% y 53% respectivamente). La radiación solar que llega al suelo, también se vio modificada significativamente por la interferencia del dosel, y fue menor la radiación que llega bajo un dosel semidecídúo que un dosel caducifolio. Así mismo, la temperatura máxima generada en grupo testigo de la selva mediana (33 °C) fue significativamente menor con respecto a los tratamientos encierro (38 °C). Como podemos apreciar, las condiciones ambientales que presenta la selva mediana favorece mejor el crecimiento de las plántulas de *Spondias purpurea* que las que prevalecen en la selva baja.

Cabe resaltar que esta preferencia de tipo de vegetación se observó también en la supervivencia de plántulas, por lo que es una especie que en definitiva apunta que al menos en la fase de plántula se distribuye preferencialmente en la selva mediana. Sin embargo, se reporta que en la fase de adulto es una especie que se encuentra en una gran variedad de suelos (Pennington y Sarukhán, 1998). Lo que implica que dicha especie esta expuesta a altas y bajas cantidades de recursos nutricionales, como son las condiciones de

los suelos que prevalecen en la selva mediana y la selva baja de Chamela. (Cotler *et al.* 2002.).

Esperaríamos que *Spondias purpurea* fuera una especie adaptada a ambas condiciones de selvas. Así mismo, para esta misma especie se ha reportado como una especie de crecimiento rápido (Huante-Pérez 1996). Sin embargo, Huante-Pérez (1996) menciona que ante cambios en la intensidad de luz en este tipo de especies muestran mayor capacidad de aclimatación. Se dice que cuando la TCR de las plántulas es mayor, es por que se encuentran en parches con mayor recursos en nutrientes produciendo más raíces y por lo tanto produce más biomasa, área foliar y mayor crecimiento.

DISCUSIÓN GENERAL

Descripción de la comunidad arbórea en diferentes estadios del ciclo de vida entre dos tipos de selva contiguas

El presente estudio reveló que casi el 60% de las especies de la comunidad arbórea de la selva de Chamela, se comparten entre la selva mediana y la selva baja. Por ello, el 40% restante de las especies fueron preferencialmente de la selva mediana o de la selva baja. Esto es debido a que las condiciones físicas particulares de cada ambiente provocan un cambio en la estructura y composición de la vegetación (Groendael *et al.*, 1996; Galicia, 1992). Trabajos recientes hechos en la selva de Chamela, reportan que los cambios en la composición de especies son debidos a las variables ambientales asociadas a la disponibilidad de agua en el suelo (la altitud, la pendiente, la insolación y la capacidad de retención de agua del suelo) (Balvanera, 1999). El porcentaje de la varianza que explica dichas variables fue del 36.3% en una escala de 0.3 ha; (Quijas *et al.* 1999).

En cuanto a la composición de la comunidad arbórea por estadios, el estudio reveló que la selva de Chamela está fuertemente definida por las especies de la fase juvenil. Un gran porcentaje de las especies de la comunidad arbórea se concentró en el estadio juvenil. Asimismo, dicho estadio destacó en la mayoría de los análisis descriptivos tales como la densidad, diversidad e índices de similitud. Esto es probablemente debido a que esta fase ya no es tan vulnerable a los daños físicos y bióticos, como lo son las plántulas, presentando una mayor capacidad para contrarrestar dichos daños (Sarukhán, 1980; Lieberman *et al.*, 1985; Hubbell y Foster, 1990; Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992; Martínez-Ramos, 1994). Otro hecho que podría estar ocurriendo es que muchas especies permanezcan por un periodo de tiempo prolongado en la fase juvenil, ya sea porque su crecimiento es sumamente lento o porque la

mortalidad de partes aéreas mantiene a los individuos juveniles en un prolongado estado de recuperación hasta que se dan las condiciones favorables para un crecimiento significativo (Condit *et al.* 1998). Cabe destacar que la composición arbórea entre el estadio juvenil no difiere marcadamente de la composición arbórea de la fase adulta.

Por el contrario, las fases anteriores (plántulas e infantil) experimentan una gran mortalidad, la cual varía espacial y temporalmente, dependiendo de una variedad de factores del ambiente tanto físico como biótico (Martínez-Ramos, 1985). De este modo, la composición del estadio infantil difiere marcadamente de la composición del estadio adulto (Grime *et al.*, 1986; Lieberman y Mingguang, 1992; Ray y Brown, 1994). Este estudio reveló que la fase del ciclo de vida que está escasamente representada fue el estadio infantil, aunque esto ocurre en menor grado en la selva mediana. Un poco más del 50% de la densidad en este estadio está repartida solamente entre cinco especies (*Guapira macrocarpa*, *Colubrina trifolia*, *Sp 11*, *Lippia mcvauhii*, *Stemmadenia grandiflora*). De la misma manera en otro estudio para la misma selva de Chamela, Rosas-Barrera (2000), reporta que solo cinco especies representan del 58% al 69% de la dominancia, lo que significa que la diversidad en este estadio es baja. Cabe destacar también que los estadios adulto e infantil tuvieron el menor número de especies compartidas.

La baja representatividad del estadio infantil es debida a diversos factores, entre los que podemos contar a los herbívoros y los patógenos que contribuyen a la formación de una heterogeneidad espacial en el reclutamiento de plántulas (Augspurger; 1990; Leck, *et al.*, 1989). Un ejemplo de ello es la comunidad de plántulas de una selva seca de Ghana donde los insectos fitófagos y las larvas de Lepidopteros redujeron la densidad de plántulas reclutadas (Lieberman y Mingguang, 1992). Adicionalmente, la depredación difiere significativamente de un sitio a otro (Andersen, 1988); un ejemplo de ello

es la heterogeneidad en la herbivoría en las zonas contrastantes de humedad, pues los insectos herbívoros buscan alimento en las zonas húmedas durante la época de secas, debido a que el follaje prevalece por más tiempo (Dirzo y Domínguez 1995; Coley, 1990). Otra explicación a la escasez del estadio infantil es el reclutamiento esporádico de plántulas, en donde puede haber años en que varias especies no se reproducen por vía semilla. Algunas de estas especies presentan otras estrategias alternativas de regeneración, como es el caso de muchas de las especies arbóreas de las selvas bajas (Cervantes *et al.*, 1996; Santos y Tellería, 1997; Miller y Kauffman, 1998; González-Méndez y Vázquez-Yañez, 1998; Lusk y Smith, 1998).

Se reportaron 13 estructuras poblacionales existentes en la comunidad arbórea. Cada una de ellas presentó un porcentaje de frecuencia diferente. Sin embargo, hubo estructuras poblacionales donde se concentraron la mayoría de las especies tanto de la selva mediana como de la selva baja (Cuadro 1.2). Estas fueron: **(2) J**, **(6) J>A** y **(3) A**. Casualmente, en ninguna de las tres estructuras poblacionales se presentó el estadio infantil, por lo que propondría realizar un estudio sobre las historias de vida de tales especies (ver anexo 2a y 2b) donde podamos saber que es lo que tienen en común, como por ejemplo: los eventos reproductivos, dispersión, formación de banco de semillas, germinación, reclutamiento de plántulas y supervivencia de éstas. En estos estudios se intentaría averiguar el porqué de la ausencia de plántulas de estas especies en la comunidad o si esto solo fue así para el año particular de estudio.

Supervivencia y Tasa de Crecimiento Relativo en tres especies de arbóreas de la selva de Chamela

Lo que resalta en este estudio para estas tres especies, es que el reclutamiento de plántulas fue sumamente bajo, donde la condición de plántula

es una etapa sensible a las variaciones de su microhábitat (Andersen, 1989; Louda *et al.*, 1990; Robertson *et al.*, 1990; Fenner, 1992). Pudimos comprobar que las condiciones que prevalecen en la selva mediana y la selva baja determinan una mayor o menor supervivencia de plántulas, sobretodo con relación a la humedad en el suelo. No siempre una mayor disponibilidad de agua en el suelo implica la mayor supervivencia, a pesar de que esto pudiera estar acompañado de una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo (Morgan, 1986) como resultó en *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangensis*. Sin embargo, *Spondias purpurea* es una especie que resultó ser más demandante de agua (y quizá de nutrientes), por lo que no fue nada exitosa en la selva baja, donde la humedad del suelo fue significativamente menor que en la selva mediana. De esta forma, las plántulas de ésta especie resultaron tener mayor supervivencia en la selva mediana. Cabe destacar que dicha preferencia no solo fue para la supervivencia, también lo fue para la TCR, ya que también resultó ser mayor en la selva mediana que en la selva baja. Si bien fue cierto que la temperatura máxima y la interferencia de la radiación solar prevalecientes en la selva mediana fueron factores que influyeron en las mayores TCR de las plántulas, pudieran estar correlacionadas con otros factores cuya influencia fuera más directa sobre las plantas.

Por otro lado, la TCR de las plántulas de *Gliricidia sepium* y *Chloroleucon mangensis* mostraron diferente hábitat preferencial con relación a la supervivencia, pues ahora las mayores TCR se observaron en la selva mediana en los tratamientos sombra y exclusión de herbívoros, siendo ahora la temperatura máxima y la interferencia de la radiación solar los que jugaron un papel importante en marcar las diferencias significativas entre la TCR de las plántulas de la selva mediana y la selva baja. Lo que significa que no necesariamente la TCR debe responder de igual modo a las demandas que requieren en la supervivencia, pero además cada especie responde de diferente

forma a los diversos factores ambientales (Bradshaw, 1974; Schlichting, 1986; Levin, 1988; Allen, 1991).

El reclutamiento de nuevos individuos por vía semilla es sumamente bajo. Si a ello se le agrega que en este tipo de ecosistema existe una gran variación dentro y entre años en la cantidad e intensidad de lluvia (Rzedowski 1978; Gerhardt y Hytteborn, 1992; Murphy y Lugo, 1986 y 1995), es factible que la permanencia del banco de plántulas sea muy breve. Bajo estas condiciones, una forma más segura de reclutamiento sería aquel por propagación vegetativa. Sin embargo, cabe destacar que las plántulas de las tres especies estuvieron expuestas a uno de los años (1998) más lluviosos y caluroso en los últimos 30 años (E.B. Chamela U.N.A.M, 2002). Ello tal vez modificó la supervivencia de las plántulas provocando que hubiera menor supervivencia de lo que normalmente se hubieran dado.

Los resultados que aporta el presente trabajo enfatizan la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados acerca de: 1) la disponibilidad de los recursos tal como agua, nutrientes y luz y 2) el estudio de los estadios más vulnerables de las fuentes principales de reemplazamiento, es decir, en las etapas del ciclo de vida previas a los adultos (Brokaw, 1985a; Denslow, 1987; Uhl *et al.*, 1988; Connell 1989; Raich y Christenses, 1989; Martínez-Ramos y Soto-Castro, 1993; Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992; Martínez-Ramos, 1994; Martínez-Ramos y Alvarez-Buylla, 1995).

Asimismo, los resultados del presente estudio nos dan la pauta para elegir especies que resultarían interesantes para entender algunos aspectos importantes de la estructura y composición de la comunidad, así como la

dinámica de reemplazamiento de la comunidad arbórea con relación a los diferentes tipos de vegetación. La inquietud de encontrar especies representativas de las diferentes formas de reclutamiento tiene como propósito el ayudar a entender los mecanismos de sucesión y la dinámica de reclutamiento de la comunidad arbórea en las selvas bajas caducifolias, así como entender los procesos de reemplazamiento propios de este tipo de ecosistemas y evitar la extrapolación a partir de modelos provenientes de selvas tropicales húmedas o de bosques templados.

CONCLUSIONES GENERALES

- Casi el 60% de las especies de la comunidad arbórea se comparten entre la selva mediana y la selva baja.
- La composición del bosque adulto se define en la etapa de arboles juveniles. Esta etapa muestra un mayor grado de similaridad con la etapa adulta que el estadio infantil.
- La mayor diversidad y riqueza de especies se encontró precisamente en el estadio juvenil.
- Se registraron 13 estructuras poblacionales existentes en la comunidad arbórea. La mayoría de las especies se concentraron en las estructuras caracterizadas por Juveniles, J>A y Adultos.
- La supervivencia de plántulas obtenidas en el experimento fue muy baja (25.21 % en promedio en el mes de septiembre y 8.99% en el mes de noviembre).
- La supervivencia de las plántulas de *Gliricidia sepium* y *Chloroleuncon mangensis* fue mayor en la selva baja, en tanto que las plántulas de *Spondias purpurea* sobrevivieron exclusivamente en la selva mediana.
- La TCR estuvo correlacionada con la temperatura máxima y con la intensidad de la radiación solar.
- La TCR de las plántulas no necesariamente responde con la misma intensidad y en la misma dirección que la supervivencia de éstas. Esta interacción complica la interpretación sobre el hábitat preferencial de las especies.
- La TCR de las plántulas de *Gliricidia sepium* fue mayor en la selva mediana, mientras que su supervivencia fue mayor en la selva baja.
- La TCR de las plántulas de *Chloroleuncon mangensis* y *Spondias purpurea* fue mayor en la selva mediana. Esta última parecería ser entonces más estrictamente de selva mediana que generalista pero ello requiere mayor estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. N. 1997. *Plant pathology*. Academic Press. San Diego, California, U.S.A. 635 pp.
- Allen, M.F. 1991. *The ecology of mycorrhizae*. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain. 184 pp.
- Allen, E. B.; E. Rincón; M. F. Allen; A. Pérez-Jiménez & P. Huante. 1998. Disturbance and seasonal dynamics of mycorrhizae in a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*. 30:261-274.
- Alvarez-Buylla E. & M. Martínez-Ramos. 1992. The demography and allometry of *Cecropia obtusifolia*, a neotropical pioneer tree: An evaluation of the climax-pioneer paradigm for tropical rain forests. *Journal of Ecology*. 80: 275-290.
- Andersen, A.N. 1988. Insect seed predators may cause far greater losses than they appear to. *Oikos*. 52: 337-340.
- Andersen, A.N. 1989. Pre-dispersal seed losses to insects in species of *Leptospermum* (Myrtaceae). *Australian Journal of Ecology*. 14: 13-18.
- Anon. 1995. *Reserva de la Biosfera y otras Areas Naturales Protegidas de México*. Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. D.F.
- Arreguín, S.M.L., L.G. Cabrera, N.R. Fernández, L.C. Orozco, C.B. Rodríguez & B.M. Yepez. 1997. *Introducción a la flora del Estado de Querétaro*. CONYTEQ. México. 361 pp.
- Augspurger, C. K. 1984a. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. *Ecology*. 65:1705-1712.
- Augspurger, C. K. 1984 b. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology*. 72:777-795.
- Augspurger, C. K. 1990. The potential impact of fungal pathogens on tropical plant reproductive biology. 237-244 pp. En: Bawa. K.S. & M. Hadley. 1990. *Reproductive ecology of tropical forest plants*. UNESCO. Paris

- Augspurger, C. K. & C. K., Kelly. 1984. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: experimental studies of the effects of dispersal distance, seedling density and light conditions. *Oecologia*. 61:211-217.
- Baker, H. G. 1989. *Some aspects of the natural history of seed bank*. En: Leck, M. A., V. T. Parker & R.L. (eds.). Simpson. Ecology of soil seed banks. Academic Press, INC. San Diego. 9-21 pp.
- Balvanera, P. 1999. *Diversidad Beta, heterogeneidad ambiental y relaciones espaciales en una selva baja caducifolia*. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología. UNAM, México.
- Balvanera, P. E. Lott, G. Segura, C. Siebe & A. Islas. 2002. Patterns of β -Diversity in a Mexican Tropical Dry Forest. *Journal of Vegetation Science*. 13: 145-158.
- Barajas, J. & L. A. Pérez J. 1990. *Manuel de identificación de árboles de Selvas Bajas mediante cortezas*. Cuadernos 6 del Instituto de Biología, UNAM, México. 83 pp.
- Barranco-León M.N. 2000. *Efecto de la densidad y la distancia en la supervivencia de las plántulas de Spondias purpurea en un bosque tropical caducifolio de Jalisco*. Tesis de Licenciatura.
- Bazzaz, F.A. 1984. Dynamics of wet tropical forest and their species strategies. Pp. 233-243 En: Medina, E., H.A. Mooney & C. Vázquez-Yanes (eds.). *Physiological Ecology of plants in the Wet Tropics*. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Borchert, R. 1994a. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forests trees. *Ecology*. 75: 1437-1449.
- Borchert, R. 1994b. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. *Trees: Structure and Function*. 8: 115-125.
- Bradshaw, A.D.1974. Environment and phenotypic plasticity. *Brookhaven Symposia in Quantitative Biology*. 25:75-94.
- Brady, N.C. 1990. The nature and properties of soils. Macmillan Publishing company. New York.

- Brokaw., N.V.L. 1985. Treefalls, regrowth and community structure in tropical forest. 53-69 pp. *En*: Pickett, S.T.A & P.S. White, (eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamic*. Academic Press. New York.
- Bullock S.H. 1985. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*. 17: 287-301.
- Bullock S.H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and Trends in the South Coast Region of Mexico. *Archives for Meteorology, Geophysics and Bioclimatology*. 36: 297-316.
- Bullock S.H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco. México. *Folia Entomológica Mexicana*. 77: 1-525.
- Bullock S.H. 1995. Plant reproduction in neotropical dry forest. P 277-303. *En*: Bullock S.H., H. Mooney & E. Medina (eds.). *Seasonally Dry tropical Forests*. Cambridge. University Press. U.S.A.
- Bullock S.H. & Solís-Magallanes, J. A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*. 22: 22-35.
- Burdon, J.J. 1987. *Diseases and plant population biology*. Cambridge University press. Gran Bretaña. 208 pp.
- Calvo-Irabien L.C. 1997. *Heterogeneidad del ambiente lumínico en el sotobosque y su efecto sobre la comunidad de hierbas en una selva tropical humedad del sur de México*. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología. UNAM.
- Cervantes Servín, L.; V. Filip; P. Díaz; E. Gutierrez; M.C. Patino; G.J. Valera y R. Jiménez. 1983. *Investigación sobre patrones sucesionales en áreas perturbadas por actividad humana en una comunidad de selva baja caducifolia*. m.s.
- Cervantes, V. ,J. Carabias & C. Vázquez-Yañes. 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 82: 171-184.
- Coley, P. D. 1990. Tasas de herbivorismo en diferentes árboles tropicales. 304-324 pp. *En*: Bullock S.H., H. Mooney & E. Medina (eds.). 1995. *Seasonally Dry tropical Forests*. Cambridge University Press. U.S.A.

- Condit, R., R. Sukumar, S.P. Hubbell & R. Foster. 1998. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist*. 152: 495-509.
- Connell, J. H. 1989. Some processes affecting the species composition in forest gaps. *Ecology* 70: 560-562.
- Copsey, A.D.1985. Long-tem effects of a native forest pathogen, *Phellinus weirii*: change in species diversity, stand structure and reproductive success in a *Tsuga merensiana* forest in the cental Oregon High Cascades. Ph. D. Dissertation. University of Oregon.
- Cotler, H., C. Siebe, E. Durán & G. Segura. 2002. *Mapa de suelos de la Estación de Biología de Chamela, en México*. F. A. Noguera, J. Vega, A. GarcíaM y Quesada. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Chapin II F.S. 1991. Efects of multiple environmental stresses on nutrient availability and use. En: Huante Pérez, M. P. 1996. *Plasticidad, disponibilidad de recursos y crecimiento en plántulas de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco: un enfoque experimental*. Tesis de Doctoral. Instituto de Ecología. UNAM. México.
- Dave, K. 1994. The evolutionary ecology of mast seedling. *Tree*. 12: 465-470.
- Denslow, J. 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. Annual Review of *Ecology and Systematics*. 18: 431-451.
- Dirzo, R. 1993. La ecología vegetal en México: Resumen Histórico, logros y perspectivas del conocimiento de los recursos vegetales de México en vísperas del siglo XXI. Instituto de Ecología. *Sociedad Botánica de México*. México.
- Dirzo, R y C. Domínguez. 1995 Plant-herbivore interactions in mesoamerican tropical dry forests.Pp 304-325. En Bullock S.H., H. Mooney & E. Medina (eds.). *Seasonally Dry tropical Forests*. Cambridge University Press. USA.
- Dubayan, R.C. 1994. Modeling a solar radiation tipo climatology for the Rio Grande River basin. *Journal of Vegetation Science*. 5:627-640.

- Durán, E., P Balvanera; E. Lott, G. Segura, A. Pérez, A. Islas y M Franco. 2002. Estructura, Composición y dinámica de la vegetación. P 443-472. En: F. A. Noguera, J. Vega, A. GarcíaM y Quesada. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Ewel, J.J. 1977. Differences between wet and dry successional tropical ecosystems. *Geography Ecology Tropical*. 1: 103-117.
- Fenner, M. 1992. *Seed Ecology*. Chapman y Hill. New York. 151 pp.
- García-Oliva, F. 1992. *Erosión y pérdida de nutrientes en una cronosecuencia de uso agropecuario en un ecosistema tropical estacional mexicano*. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología. UNAM, México.
- García-Oliva, F., Ezcurra, E. & Galicia, L. 1991. Pattern of rainfall distribution in the Central Pacific Coast of Mexico. *Geografiska Annaler*. 73: 179-186.
- García-Oliva, F., Maass, J.M. & Galicia, L. 1995. Rainstorm analysis and rainfall erosivity of a seasonal tropic region with a strong cyclonic influence in the Pacific Coast of México. *American Meteorological Society*. 34: 2491-2498.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden*. 75: 1-34.
- Gerhardt, K. & H. Hytteborn. 1992. Natural dynamics regeneration method in tropical dry forests an introduction. *Journal of Vegetation Science*. 3: 361-364.
- Givnish, T. J. 1978. Adaptative significance of compound leaves with particular reference to tropical trees. 351-380 pp. En: Tomlinson, P.B. & M.H. Zimmermann (eds.). *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- González-Méndez, M.A. & C. Vázquez-Yañes. 1998. Ecofisiología de la propagación vegetativa de especies arbóreas y arbustivas de dos tipos de vegetación contrastante. *Memorias VII Congreso Latinoamericano de Botánica y XIV Congreso Mexicano de Botánica, Mexico*.
- Grime, J.P. 1979. *Plant strategies & vegetation processes*. Wiley. Chichester England. Gran Bretaña. 222 pp.

- Grime, J.P., Crick, J.C. & Rincón, J.E. 1986. *The ecological significance of plasticity*. 5-29 pp. *En: Jennigs D.H., Trewavas, A.J. (eds). Plasticity in plants: Proceeding of the Society for Experimental Biology, 40th Symposium. The company of biologists limited, University of Cambridge, England.*
- Groenendael, J.M.V.; S.H. Bullock & L.A. Pérez-Jiménez. 1996. Aspects of the population biology of the gregarious tree *Cordia alliodora* in Mexican tropical deciduous forest. *Journal of Tropical Ecology*. 12: 11-24.
- Hammond, D.S. 1995. Post-dispersal seed and seedling mortality of tropical dry forest trees after shifting agriculture, Chiapas, México. *Journal of Tropical Ecology*. 11:295-313.
- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press London, England. 892 pp.
- Hartshorn, G.S. 1988. Tropical and Subtropical Vegetation of Meso-America. 365-390 pp. *En: M.G. Barbour & W.D. Billings, (eds). North American Terrestrial Vegetation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hewlett, J.D. 1982. *Principles of forest hydrology*. The University of Georgia Press. Athens. USA.
- Hinckley, T. M., Richter & P. J. Schulte. 1991. Water relation. *En: Borchert, R.* 1994. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. 1994. *Trees*. 8: 115-125.
- Hladi, A. & A. Miquel. 1990. Seedling types and plant establishment in an African rain forest. 261-274 pp. *En: Bawa. K.S. & M. Hadley. Reproductive ecology of tropical forest plants*. UNESCO. Paris.
- Huante-Pérez, M. P. 1996. *Plasticidad, disponibilidad de recursos y crecimiento en plántulas de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco: un enfoque experimental*. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología. UNAM. México.
- Huante, P., E. Rincón & E.B. Allen. 1993. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on seedling growth of four tree species from the tropical deciduous forest in Mexico. *Micorrhiza*. 2:141-154.
- Hubbell, S.P. & P.A. Werner. 1979. On measuring the intrinsic rate of increase of population with heterogeneous life histories. *American Naturalist*. 113: 277-293.

- Hubbell, S. P. & R. B. Foster. 1986. Biology, chance and history, and the structure of tropical rain forest tree communities. 3414-329 pp. *En*: Diamond, J. y T.J. Case (eds.). *Community ecology*. Harper and Row. New York.
- Hubbell, S.P. & Foster, R. B. 1990. Presence and absence of density dependence in a neotropical tree community. *En*: Martínez-Ramos y E. Álvarez-Buylla. 1995. Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 56: 121-153.
- Lal, R. 1987. *Tropical Ecology and Physical Edaphology*. Wiley. Chichester, England.
- Lange, R. & Purdie, R. 1976. Western Mayall (*Acacia sowdeii*) its survival prospects and management. *Australian Rangel Journal*. 1: 64-69.
- Lieberman, D, Lieberman M, Hartshorn G. & Peralta R, 1985. Growth rates and age-size relationships of tropical wet forest trees in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 1: 97-109.
- Lieberman, M., R. Peralta & D. Lieberman. 1989. Forests are not just swiss cheese: canopy stereogeometry of non-gap in tropical forests. *Ecology*. 70: 550-552.
- Lieberman, D. & L. Mingguang. 1992. Seedling recruitment patterns in a tropical dry forest in Gana. *Journal of Vegetation Science*. 3: 375-382.
- Leck, M., Parker, V. T. & Simpson, R. L. 1989. *Ecology of soil seed bank*. Academic Press. San Diego.
- Leishman, M.R & M Westoby. 1994a. The role of seed size in shaded conditions: Experimental evidence. *Functional Ecology*. 8: 205-214.
- Leishman, M.R & M. Westoby. 1994b. The role of seed size in seedling establishment in dry soil conditions – Experimental evidence from semi-arid species. *Journal of Ecology*. 82: 249-258.
- Levin, D. A. 1988. Plasticity, canalization and evolutionary stasis in plants. 35-46 pp. *En*: Davy, A.J.; M. J. Hutchings & A. R. Watkinson (eds.). *Plant population ecology*. Blackwell Scientific Publications. London.
- Lott, E.J.; S.H. Bullock & A. Solis-Magallanes. 1987. Floristic Diversity and Structure of Upland and Arroyo Forests of Coastal Jalisco. *Biotropica*. 19: 228-235.

- Lott, E.J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela bay region. *Occasional Papers of the California Academy Sciences*. 148 pp.
- Louda, S.M., N.J. Huntly & Dixon, P.M. 1987. Insect herbivory across a sun/shade gradient: Response to experimentally induced in situ plant stress. *Acta Oecologia Gen.* 8: 357-361.
- Louda, S.M. 1989. Predation in the dynamic of seed regeneration. 25-49 pp. *En: Leck, M. A., V. T. Parker y R.L. (eds.). Simpson. Ecology of soil seed banks.* Academic Press, INC. San Diego.
- Louda, S. M., M. A. Potvin & S.K. Collinge. 1990. Predispersal seed predation, postdispersal seed predation and competition in recruitment of seedlings of a native thistle in *Sandhills prairie*. *American Midl. Naturalist*. 124: 105-113.
- Lusk, C.H. & B. Smith. 1998. Life history differences and tree species coexistence in an old-growth New Zealand rain forest. *Ecology*. 79: 795-806.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton.
- Martijena N.E & Bullock S.H. 1994. Monospecific dominance of a tropical deciduous forest in Mexico, Jalisco. *Biogeography*. 21: 63-74.
- Martínez-Ramos, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales regeneración natural de las selvas altas perennifolias. 191-240 pp. *En: Gómez-Pompa A, del Amo (ed.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas en Veracruz, México*, Vol. II. Alhambra. México.
- Martínez-Ramos M. 1991. *Patrones, procesos y mecanismos en la comunidad de plántulas de una selva húmeda neotropical*. Tesis Doctoral. UACPY-CCH, Centro de Ecología, UNAM. México.
- Martínez-Ramos M. 1994. Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 54: 179-224.
- Martínez-Ramos & E. Álvarez-Buylla. 1995. Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 56: 121-153.
- Martínez-Ramos, M. & A. Soto-Castro. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. *Vegetatio*. 107/108: 299-318.

- McCauley , K.J. & S.A. Cook, 1980. *Phellinus weirii* infestation of two mountain hemlock forest in the Oregon Cascades. *Forest Science*. 26:23-29.
- McVaugh, R. 1987. Flora Novo Galiciana: *A descriptive account of the vascular plant of western Mexico*. (eds.) R. William, R.A. Vol. 5. Leguminosae. The University of Michigan Press, U.S.A. 786 pp.
- Medina, E. 1978. Significación ecofisiológica del contenido foliar de nutrientes y el área foliar específica en ecosistemas tropicales. *En: Congreso Latinoamericano de Botánica*. Brasilia. 75 pp.
- Medina, E. & H. Klinge. 1983. Productivity of tropical forests and tropical woodlands. 281-303 pp. *En: Physiological Plant Ecology IV*, (eds.). O. L. Langer, P.S.; C.B. Nobel; Osmond, & H. Ziegler. New York: Springer-Verlag.
- Medina, E; E.Olivares & D. Marin. 1985. Eco-physiological adaptations in the use of water and nutrients by woody plants of arid semi-arid tropical regions. *Medio Ambiente*: 7:91-102.
- Miller, P M. & J.B. Kauffman. 1998. Seedling and sprout response to slash-and-burn agriculture in a tropical deciduous forest. *Biotropica*. 30:538-546.
- Mooney, H. A; S. Bullock & E. Medina. Introduction.1995. 1-8 pp.*En: Bullock S.H., H. Mooney & E. Medina (eds.). Seasonally Dry tropical Forests*. Cambridge University Press. Great Britain.
- Morgan , R. P. C. 1986. *Soil Erosion and conservation*. Longman Scientific and Tecnical. London.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. *Aims y methods of vegetation ecology*. Wiley & Sons. New York.
- Murphy, G. P. & A.E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 17: 67-88.
- Murphy, G. P. & A.E. Lugo. 1995. Dry forests of Central American and the Caribbean. 9-29 pp. *En: Bullock S.H., H. Mooney & E. Medina (eds.). Seasonally Dry tropical Forests*. Cambridge University Press. Great Britain.
- Nobel, P. 1991. Physicochemical and environmental plant physiology. Academic Press. San Diego.
- O' Loughlin, E.M. 1986. Prediction of surface saturation zones on natural catchments by topographic analysis. *Water Resources Research*. 22:794 804.

- Paz-Hernández H.A. 1999. Sobre el significado ecológico y evolutivo de la masa de la semilla: un análisis comparativo para ocho especies del género *Psycotria*, en los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología. UNAM. México.
- Pennington, T. D. & J. Sarukhán. 1998. *Arboles Tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Prece, P.B. 1971. Contribution to the biology of Mulga II. Germination. *Australian Journal of Botany*. 19: 39-49.
- Quijas, S., P. Balvanera & G. Segura. 1999. Species distribution. *XIV International Botanical congress*. St. Louis Missouri. USA.
- Raghubanshi, A.S. 1992. Effect of topograf on selected soil properties and nitrogen mineralization in a dry tropical forest. *Soil Biology & Biochemistry*. 24:145-150.
- Ray, G.J. & B. J. Brown. 1994. Seed ecology of woody species in a Caribbean dry forest. *Restoration Ecology*. 2: 156-163.
- Read, J. & R.S. Hill. 1985. Dynamics of *Nothofagus*-dominated rainforest on mainland Australia and lowland Tasmania. *Vegetation*. 63: 67-78.
- Reich, J. W & N.L. Christenses. 1989. Malaysian Dipterocap forest tree seedling and sapling species composition and small scale distribution patterns. *Nat Greg. Res*. 5: 348-363.
- Reynal, D.J. & F.A. Bazzaz. 1973. Establishment of early successional plant populations on forest and prairie soil. *Ecology*. 54:1335-1341.
- Robertson, A.I., R. Giddins & T.J. Smith. 1990. Seed predation by insects in tropical mangrove forests extent and effects on seed viability and the growth of seedlings. *Oecologia*. 83: 213-219.
- Rosas-Barrera, M.D. 2000. *Estructura y distribución de Cordia elaeagnoides en un paisaje de Bosque Tropical Deciduo en Chamela, Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Ruhe, R, V.1975. *Geomorphology: geomorphic processes and superficial geology*. Hough-Mifflin. Boston.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.

- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14: 3-21.
- Sabogal, C. 1992. Regeneration of tropical dry forest in Centro America, with examples from Nicaragua. *Journal of Vegetation Science*. 3: 407-414.
- Santos, T. J.L. Telleria. 1997. Vertebrate predation on holm oak, *Quercus ilex*, acorns in a fragmented habitat: effects on seedling recruitment. *Forest Ecology and Management*. 98: 181-187.
- Sarukhán, J. 1980. Demographic problems in tropical systems. 161-188 pp. *En: Solbrig O.T. (ed). Demography and evolution in plant populations*. Oxford. Univ. Of California. Berkley.
- Schlichting, C.D. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 17: 667-693.
- Skoglund, J. 1992. The role of seed banks in vegetation dynamics and restoration of dry tropical ecosystems. *Journal of Vegetation Science*. 3: 357-360.
- Sokal, R. R. & J. Rohlf. 1995. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. W.H. freeman and company. New York.
- Solis, V. E. 1993. Características fisicoquímicas de un suelo en un ecsistema tropical estacional. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Sovan, R. J.S. Singh. 1994. Consequences of habitat heterogeneity for availability of nutrients in a dry tropical forest. *Journal of Ecology*. 82: 503-509.
- Standey, P.C. 1982. *Tree and shrubs of Mexico*. Smithsonian. Institution United States nacional Museum. Vol. 23. Washington. 1721 pp.
- Thompson, K. & J.P. Grime. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal Ecology*. 67: 893-921.
- Trejo, I. 1998. *Distribución y diversidad de selvas Bajasde México: relaciones con el clima y el suelo*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Turner, M. 1989. Landscape Ecology: The effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 20:171-197.
- Uhl, C., Clark., N. Dezzio & P. Marquiano. 1988. Vegetation dynamics in amazonian treefall gaps. *Ecology*. 69:751-763.

van der Valk A, G. 1992. Establishment, colonization and persistence. *En: Glenn-Lewin, D.C.; Peet, R. K & Veblen, T.T. (eds.). Plant succession.* Chapman & Hall. London. 60-92 pp.

Vázquez-Yanes, C., Orozco-Segovia, A., Rincón E. Sánchez-Coronado M. E. Huante P., Barradas, V. & Toledo, J.R. 1990. Light beneath the litter in a tropical forest: effect on seed germination. *Ecology*. 71: 1952-1958.

Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24: 69-87.

Whitmore, T.C. 1978. Gaps in the forest canopy. 655-669 pp. *En: Tomlinson P.B. & , M.H Zimmerman. (eds.). Tropical trees as living systems.* Cambridge University Press.London.

ANEXOS

Anexo 1

Lista de especies con su abreviatura, nombre científico, familia y ambiente

Clave	Nombre científico	Familia	Selva	Selva
			Mediana	Baja
Ach-gra	Achatocarpus graciliis	Achatocarpaceae	✓	
Com-eng	Comocladia engleriana	Anacardiaceae	✓	✓
Spo-pur	Spondia purpurea	Anacardiaceae	✓	
Annona1	Annonacea 1	Annonaceae	✓	
Plu-rub	Plumeria rubra	Apocynaceae	✓	✓
The-ova	Thevetia ovata	Apocynaceae	✓	
Ste-gra	Stemmadenia grandiflora	Apocynaceae	✓	✓
Als-lon	Alstonia longifolia	Apocynaceae	✓	✓
Sci-exc	Sciadodendron excelsum	Araliaceae	✓	
Tab-chr	Tabebuia chrysantha	Bignoniaceae	✓	✓
Tab-imp	Tabebuia impetiginosa	Bignoniaceae	✓	✓
Tab-sp	Tabebuia sp	Bignoniaceae	✓	✓
Cei-sp	Ceiba sp	Bombacaceae		✓
Bou-pur	Bourreria purpusii	Boraginaceae	✓	✓
Bou-rub	Bourreria rubra	Boraginaceae	✓	✓
Cor-all	Cordia alliodora	Boraginaceae	✓	✓
Bur-arb	Bursera arborea	Burseraceae	✓	✓
Bur-exc	Bursera excelsa	Burseraceae	✓	✓
Bur-fag	Bursera fagaroides	Burseraceae		✓
Bur-het	Bursera heteresthes	Burseraceae	✓	✓
Bur-ins	Bursera instabilis	Burseraceae	✓	✓
Bur-sp	Bursera sp	Burseraceae	✓	✓
Cap-ind	Capparis indica	Capparaceae	✓	✓
Cap-ver	Capparis verrucosa	Capparaceae	✓	✓
For-pall	Forchhammeria pallida	Capparaceae	✓	✓
Mor-ame	Morisonia americana	Capparaceae	✓	
Jat-mex	Jatropha mexicana	Caricaceae	✓	
Coc-vit	Cochlospermum vitifolium	Cochlospermaceae	✓	✓
Ipo-wol	Ipomoea wolcotiana	Convolvulaceae	✓	✓
Dio-aec	Diospyrus aequoris	Ebenaceae	✓	✓
Ery-mex	Erythroxylum mexicanum	Erythroxylaceae	✓	
Ber-Spo	Bernardia spongiosa	Euphorbiaceae	✓	
Cel-mex	Celaenodendron mexicanum	Euphorbiaceae	✓	✓
Cni-spi	Cnidiosculus spinosus	Euphorbiaceae	✓	✓
Cro-sp	Croton sp	Euphorbiaceae		✓
Cro-pse	Croton pseudoniveus	Euphorbiaceae	✓	✓
Eup-tan	Euphorbia tanquahuete	Euphorbiaceae	✓	✓
Jat-cha	Jatropha chamelensis	Euphorbiaceae	✓	✓
Jat-mal	Jatropha malacophylla	Euphorbiaceae	✓	✓
Jat-sta	Jatropha standleyi	Euphorbiaceae	✓	✓
Sap-ped	Sapium pedicilatum	Euphorbiaceae	✓	
Sap-vio	Sapranthus violaceus	Euphorbiaceae	✓	
Sav-ses	Savia sessiliflora	Euphorbiaceae	✓	
Ade-oax	Adelia oaxacana	Euphorbiaceae	✓	✓

Clave	Nombre científico	Familia	Selva Mediana	Selva Baja
Cas-cor	Casearia corymbosa	Flacourtiaceae	✓	✓
Cas-tre	Casearia tremula	Flacourtiaceae	✓	✓
Pro-cru	Prockia crucis	Flacourtiaceae	✓	
Sam-mex	Samyda mexicana	Flacourtiaceae	✓	✓
Amp-ads	Amphipterygium adstringens	Julianaceae	✓	✓
Apo-pan	Apoplanesia paniculata	Leguminosae	✓	✓
Bau-ung	Bauhinia unguolata	Leguminosae	✓	✓
Cae-cor	Caesalpinia coriaria	Leguminosae	✓	
Cae-ery	Caesalpinia eryostachys	Leguminosae	✓	✓
Cae-pul	Caesalpinia pulcherrima	Leguminosae	✓	✓
Cae-scl	Caesalpinia sclerocarpa	Leguminosae	✓	✓
Cae-sp	Caesalpinia sp	Leguminosae	✓	
Chl-man	Chloroleucon mangense	Leguminosae	✓	
Dal-con	Dalbergia congestiflora	Leguminosae	✓	✓
Dip-occ	Diphysa occidentalis	Leguminosae	✓	✓
Ery-lan	Erythrina lanata	Leguminosae	✓	✓
Gli-sep	Gliricidia sepium	Leguminosae	✓	✓
Hae-bra	Haematoxylum brasiletto	Leguminosae		✓
Lon-con	Lonchocarpus constrictus	Leguminosae		✓
Lon-eri	Lonchocarpus eriocarinalis	Leguminosae	✓	✓
Lon-min	Lonchocarpus minor	Leguminosae		✓
Lon-sp	Lonchocarpus sp	Leguminosae	✓	✓
Lys-mic	Lysiloma microphyllum	Leguminosae	✓	✓
Pip-con	Piptandenia constrictus	Leguminosae	✓	✓
Sty-pro	Styphnolobium protantherum	Leguminosae	✓	
Tep-lei	Tephrosia leiocarpa	Leguminosae		✓
Bun-pal	Bunchosia palmeri	Malpighiaceae	✓	
Bun-mcv	Bunchosia mcvaughii	Malpighiaceae	✓	
Mal-ova	Malpighia ovata	Malpighiaceae	✓	✓
Malpi	Malpighiacea	Malpighiaceae		✓
Swi-hum	Swietenia humilis	Meliaceae	✓	
Tri-tri	Trichilia trifolia	Meliaceae		
Bro-ali	Brosimum alicastrum	Moraceae	✓	✓
Ficus sp	Ficus sp	Moraceae	✓	
Moracea	Moreacea	Moraceae	✓	
Psi-sar	Psidium sartorianum	Myrtaceae		✓
Gua-mac	Guapira macrocarpa	Nyctaginaceae	✓	✓
Ago-rac	Agondra racemosa	Opiliaceae	✓	
Coc-bar	Coccoloba barbadensis	Polygonaceae	✓	
Coc-lie	Coccoloba liebmanii	Polygonaceae	✓	
Coc-sp	Coccoloba sp	Polygonaceae	✓	✓
Poly	Polygonaceae	Polygonaceae	✓	✓
Rup-fus	Ruprechtia fusca	Polygonaceae	✓	✓
Col-het	Colubrina heteroneura	Rhamnaceae	✓	✓
Col-tri	Colubrina trifolia	Rhamnaceae	✓	✓
Exo-car	Exostema caribaeum	Rubiaceae	✓	✓
Gue-ell	Guetarda elliptica	Rubiaceae	✓	✓
Mac-acu	Machaonia acuminata	Rubiaceae	✓	✓
Psy-sp	Psychotria sp	Rubiaceae	✓	
Ran-thu	Randia thurberi	Rubiaceae		✓
Rubia 1	Rubiaceae 1	Rubiaceae	✓	✓
Rubia 2	Rubiaceae 2	Rubiaceae	✓	✓

Clave	Nombre científico	Familia	Selva Mediana	Selva Baja
Ese-ber	Esenbeckia berlandieri	Rutaceae	✓	✓
Ese-nes	Esenbeckia nesiotica	Rutaceae	✓	✓
Hel-lot	Heliotta lottiae	Rutaceae	✓	✓
Zan-car	Zanthoxylum caribaeum	Rutaceae	✓	✓
Zan-fag	Zanthoxylum fagara	Rutaceae	✓	
Zan-sp	Zanthoxylum sp	Rutaceae		✓
Tho-dec	Thouinidium decandrum	Sapindaceae	✓	
Tho-pau	Thouinia paucidendata	Sapindaceae	✓	✓
Sid-ste	Sideroxylon stenospermum	Sapotaceae	✓	✓
Jac-pun	Jacquinia pungens	Theophrastaceae	✓	
Hel-pal	Heliocarpus pallidus	Tiliaceae	✓	✓
Lue-can	Luehea candida	Tiliaceae	✓	✓
Dis-mex	Discocnide mexicana	Urticaceae	✓	
Ure-car	Urera caracasana	Urticaceae	✓	
Cit-sp	Citharexylum sp	Verbenaceae	✓	✓
Lip-mcv	Lippia mcvaughii	Verbenaceae	✓	✓
Sp10	Sp10		✓	
Sp11	Sp11		✓	✓
Sp12	Sp12		✓	
Sp13	Sp13		✓	
Sp14	Sp14		✓	
Sp20	Sp20		✓	
Sp21	Sp21			✓
Sp22	Sp22		✓	

ANEXO 2

Listado de especies de cada una de las estructuras poblacionales en

a) Selva mediana

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	J	A	I < J	I > J	J > A	J < A	I > A	I < A	I > J > A	I > J < A	I < J > A	I < J < A
Psysp	Annona1	Achgra		Bunmcv	Agorac	Burarb	Bursp		Apopla	Burins	Adeoax	
Sapvio	Bauung	Ampads		Coobar	Alsion	Caery	Caepul		Cascor	Celmex	Bunpal	
Sp10	Bourub	Berspo		Coclie	Boupur	Lysmic	Jatcha		Castre		Capind	
Sp11	Citsp	Burfag		Lipmcv	Brosp	Plurub	Urecar		Chiman		Capver	
Sp12	Cropse	Burhet		Malova	Burex	Psicar			Forpal		Coall	
Sp13	Crosp	Burub		Morame	Cnispi	Tabchr			Guamac		Erylan	
	Dioaec	Caecor		Zarcar	Cocsp				Hellot		Pitcon	
	Dioocc	Ceiba			Colhet				Ipowol		Thodec	
	Eseber	Cocvit			Comeng				Jacpun		Tritri	
	Macacu	Dismex			Dalcon				Loneri			
	Poly	Ficcot			Esenes				Lonsp			
	Procru	Glisep			Euptan				Thopau			
	Rubia 1	Jacmex			Exocar				Zanfag			
	Sp20	Jatsta			Gueell							
	Sp22	Loncho			Helpal							
	Stegra	Malpi			Jatmal							
		Moraceae			Luecan							
		Ourmex			Rupfus							
		Ransp			Sammex							
		Rubia 2			Saused							
		Sapped			Tabimp							
		Sciexc										
		Sidste										
		Spopur										
		Stypro										

b) Selva baja

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	J	A	I < J	I > J	J > A	J < A	I > A	I < A	I > J > A	I > J < A	I < J > A	I < J < A
Bunmcv	apopan	Ampads	Alslog	Cropse	Brosp	Cocvit	Bursp		Caery		Adeoax	Plurub
coclib	Bourub	Ceiba	Bauung	Dalcon	Burarb	Glisep	Lysmic		Guamac		Boupur	
Crosub	Caepul	Esenes	Castre	Jatcha	Burexc	Haebra			Gueell		Cascor	
Sp11	Caetre	Cnispi	Crosp	Lipmcv	Burfag	Psisar			Hellot		Celmex	
	Capver	Forpal	Jatbul	Lonmin	Caescl	Tabchr			Ipowol		Comeng	
	Citcap	Jatpal	Teplei	Luecan	Capind	Burhet			Macacu		Exocar	
	Cocsp	Legcae		Stegra	Colhet	Burins			Zancar		Loneri	
	Dioaec	Malpi			Corall						Lonsp	
	Disocc	Rubia 2			Euptan						Pitcon	
	Erylan	Rupfus			Chiman						Sammex	
	Esenes	Sidste			Temimp							
	Helpal											
	Jatmal											
	Malova											
	Poly											
	Ranthu											
	Rubia 1											
	Sp21											
	Thopu											

ANEXO 3

Especies que se utilizaron en el análisis de discriminantes canónicos

Especies	Función de discriminantes				
	1	2	3	4	5
ADE-OAX	3.895	-.102	1.344	-1.588	-.160
ANNOA1	18.159	-3.300	11.409	-9.077	1.207
BUR-EXC	-2.509	.148	-2.898	.260	.602
BUR-HET	3.868	-3.160	1.810	.696	.542
CAE-ERY	-1.837	3.416	-1.544	.089	-.004
CAE-SCL	-6.614	3.742	-1.368	-.087	-.571
COC-LIE	-18.739	2.193	-2.070	1.683	-1.448
COL-TRI	-.840	.217	-.032	.327	1.163
DIP-OCC	-.807	.393	.642	.382	-.055
DIS-MEX	2.266	-3.476	-1.098	.836	-.038
ERY-TAN	2.729	1.133	5.885	-2.909	1.058
ESE-BER	-5.485	2.628	-.804	2.448	-.301
EXO-CAR	-1.503	.899	.433	.851	.153
FIC-COT	27.334	44.092	-.811	-3.677	-.001
HEL-PAL	1.636	8.815	-.065	2.111	.231
IPO-WOL	-2.147	3.822	1.123	1.006	-.090
JAT-BUL	-5.156	1.653	-.854	1.804	-.527
JAE-STA	-16.242	22.780	-9.598	-.285	-2.440
LON-CON	11.534	4.999	-2.329	2.133	-.683
LON-SP	-1.245	.153	.226	.511	.187
LUECAN	.853	.637	-.366	-.018	-.269
LYS-MIC	12.188	.642	.149	-.369	.311
PLU-RUB	2.003	-1.609	.416	.120	.050
RAN-THU	.527	-7.701	.787	.052	-.288
RUBIA	-16.852	36.811	-12.831	-1.113	-1.802
SID-STE	8.847	-7.442	.857	-.381	-.242
SP14	-2.709	.391	-1.764	1.672	1.611
SP20	.899	18.147	13.703	3.218	1.267
SP22	5.567	2.710	5.265	-2.705	.401
THO-DEC	.299	1.433	.278	.142	.115
THO-PAU	2.567	1.943	3.126	-.526	.082
ZAN-CAR	-1.813	.229	.514	1.103	.181
(Constant)	-14.433	-7.183	-7.517	-4.946	-2.411

coeficientes sin estandarizar

Anexo 4. Descripción taxonómica de las especies de estudio

Gliricidia sepium (Jacq). Arbol o arbusto de 5 a 12 metros de altura con un DAP de 35 cm: Ramas pubescentes cuando joven, corteza externa escamosa a ligeramente fisurada, de color amarillenta a pardo grisácea, brecha de color crema amarillento, fibrosa con olor y sabor a rábano, grosor de la corteza de 8 a 10 mm. Hojas dispuestas en espiral, imparipinnadas de 12 a 24 cm de largo incluyendo el peciolo, compuesta por 2 a 9 pares de folíolos opuestos de forma ovados a elípticos con el margen entero, ápice obtuso o agudo, base aguda o cortamente atenuada a veces ligeramente asimétrica y revoluta, verde oscuro y brillante en el haz, verde grisácea en el envés, con algunos pelos simples en ambas superficies especialmente en la base de las nervaduras, peciolo pulvinado ligeramente más oscuro que el caquis y muy pubescente. Los árboles de esta especie pierden las hojas en la época de floración. Flores papilionadas de 2 a 2.5 cm de largo dulcemente perfumadas, dispuestas en racimos de 10 a 15 cm de largo situados en las axilas de hojas. Vaina dehiscentes aplanada de 15 a 20 cm de largo y 2 a 3 de ancho, penduladas con fina nervación verde amarillenta o verde limón; contiene de 4 a 10 semillas casi redondas aplanadas de 1 a 1.4 cm de diámetro, morenas y brillantes. Maduran de febrero a junio (Standey, 1982; Pennington y Sarukhán, 1998; McVaugh, 1987).

Ecología y distribución: se encuentra en la vertiente del Golfo desde Tamaulipas y San Luis Potosí y desde Sinaloa hasta Chiapas en la del Pacífico. Se puede encontrar algunos árboles silvestres formando parte de la selva mediana perennifolia y en la vegetación secundaria desde el nivel del mar hasta altitudes de 600 a 700 m en suelos derivados de material calcáreo, ígneo o volcánico, siempre que no tengan deficiencias serias de drenaje (Pennington y Sarukhán, 1998).

Chloroleucon mangense: Arbol o arbusto decido de 4 a 15 m de alto, ramifica frecuentemente a menos de 2 m con un DAP de 30 c.m. Corteza lisa de color verde olivo con grandes manchas de color amarillo y abundantes lenticelas pequeñas y dispersas. En la parte terminal de las ramas se denota un crecimiento en zig-zag (Barajas y Pérez, 1990) Hojas compuestas, las pinas son oblondas-elípticas. Flores dimórficas verdosas blancas organizadas en capítulos de 15-30 flores, brácteas comúnmente rudimentarias o ausentes. Las flores masculinas tienen 10 a 18 anteras libres de 12 a 18 mm de largo y las flores femeninas presentan un estigma de 0.2 mm de diámetro y de largo 7-10 mm. La época de floración es de abril a septiembre (Lott, 1993). El fruto es una vaina relativamente corta y ancha muchas veces solitaria pero se pueden encontrar 5 vainas por capitulo, sesiles pero básicamente atenuantes, la línea de dehiscencia son anchas casi recta o ligeramente recurvada. Semillas de forma ovaladas-elípticas de color café sin brillo (Barneby y Grimes, 1996).

Ecología y Distribución: La floración tiene su pico más alto en la época de lluvia con el nuevo follaje. Se encuentra en bosques deciduos y semideciduos en zonas xerofitas o chaparrales. Se encuentra en elevaciones principalmente de 600 m y excepcionalmente a 1200 m. Se distribuye en Sonora y el Noroeste de México hasta Colombia, Venezuela y las Antillas (Barneby y Grimes, 1996).

Spondia purpurea: Arbol de 12 m de alto con un DAP de hasta 80 cm, ramifica cerca de la base, ramas extendidas formando una copa bien desarrollada y amplia, corteza gris claro, lisa o muy verrucosa, con estrias longitudinales más pálidas, grosor de la corteza de 1.5 a 4 cm., brecha de color crema amarillento. Hojas compuestas imparipinnadas dispuestas en espiral, glabras, de 10 a 20 cm de largo incluyendo el peciolo, con el margen entero o ligeramente aserrado y recurvado, ápice acuminado a obtuso, verde brillante en el haz más pálido en el envés, glabroso en el haz con escasos pelos en la nervación en el envés; peciolo de 1 a 2 mm ligeramente pulvinado en la base. Flores: especie monoica. Las flores femeninas y masculinas son similares y ocurren en la misma inflorescencia,

las masculinas tienen 10 anteras grandes, dehiscentes con polen y el ovario más pequeño. Las flores femeninas tienen anteras indehiscentes pequeñas sin polen y el ovario muchos más grande, súpero de 4 a 6 lóculos con 4 a 6 estilos gruesos. Flores en panícula corta de 1 a 1.5 cm de largo en las axilas de las hojas, glabras; peciolos de 2 a 3 mm de largo; flores actinomorfas de 6 a 7 mm de diámetro; sépalos rosados de 1 a 5 mm de largo ovados con escasa pubescencia en la superficie exterior; pétalos rojos o rosados. Florece de enero a febrero. Fruto: drupas ovoides de 2.5 x 1.5 cm, en infrutescencias erectas de hasta 3 cm de largo, de color moreno rojizo brillantes, con un fuerte sabor agridulce; el endocarpio fibroso y contiene una o más semillas aplanadas, de 12 mm de largo. Maduran de mayo a septiembre (Arreguín *et al.*, 1997; Pennington y Sarukhán, 1998).

Ecología y distribución: especie de clima cálido, componente del estrato dominante de la selva baja caducifolia en una gran variedad de suelos. Se puede encontrar en Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas, Hidalgo, Veracruz, Guerrero, Morelos hasta Yucatán, centro América, el Caribe y parte de sur América (Pennington y Sarukhán, 1998).