

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
ESCUELA DE BIOLOGIA**

**FENOLOGIA REPRODUCTIVA DE 14 ESPECIES PREFERIDAS  
PARA ALIMENTACION POR FAUNA CINEGETICA EN EL BOSQUE  
HUMEDO TROPICAL DE PARQUE NACIONAL TIKAL,  
PETEN, GUATEMALA**

**Informe de Tesis**

**Presentado por**

**Carla Beatriz Ramírez Zea**

**Para optar al título de  
Bióloga**

**Guatemala, septiembre de 1997**



06  
T(1817)  
C.4

**JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**DECANO :** Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar

**SECRETARIO :** Lic. Oscar Federico Nave Herrera

**VOCAL I :** Lic. Miguel Angel Herrera Gálvez

**VOCAL II :** Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalán

**VOCAL III :** Lic. Rodrigo Herrera San José

**VOCAL IV :** Br. Ana Maria Rodas Cardona

**VOCAL V :** Br. Hayro Oswaldo García García

## AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer del conocimiento de todos los que lean esta tesis mi más sincero agradecimiento a todos los que la hicieron posible, en especial a :

Fideicomiso para la conservación en Guatemala, por el co-financiamiento de la investigación , en especial a María José González por todo su apoyo en esa institución y por su gran interés porque se llevara a cabo lo mejor posible.

A Mario Roberto Jolon Morales, por todo su amor, comprensión y apoyo, especialmente en el análisis de resultados y edición del documento final.

Wildlife Conservation Society, por su apoyo logístico en el Parque Nacional Tikal. En especial a Haroldo García y Mario Jolon.

Don Luis Sabala, por brindarme todos sus conocimientos sobre los árboles de Tikal, así como por su compañía y cariño durante el estudio. También agradezco a su familia por su hospitalidad en Ixlú, Petén.

Don Manuel Méndez y Emilio Sicán, quienes colaboraron en el registro de datos en Tikal.

Ing. Agr. Negly Gallardo, por su asesoría y edición del documento final.

Rodolfo Jolon por el diseño de la base de datos.

Lic. Sergio Pérez y el programa de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC) por su apoyo en el ingreso de información a la base de datos. En especial a los estudiantes Ana María Ortiz, Nicté Ordóñez, Jorge Ruiz, Amrei Baumgarten y Karinn Sandoval.

Lic. Ronaldo Pérez, por su desinteresada ayuda en el análisis estadístico.

Licenciados Roselvira Barillas de Klee y Juan Fernando Hernández, por la revisión y edición del documento final.

Familia Cruz Echeverría, por su cariño y hospitalidad durante mi estadia en Petén.

Por último, un especial e inolvidable agradecimiento a mis Padres, hermanos y Mimi por toda su ayuda durante todo el tiempo de estudio en la Facultad y durante la realización de esta tesis.

**DEDICATORIA**

A GUATEMALA, MI FAMILIA Y MARIO ROBERTO.

**LISTAS DE FIGURAS**

1. Localización del Parque Nacional Tikal (PNT)	4
2. Localización de los sitios de estudio en PNT	15
3. Datos climáticos generales de PNT	22
4. Datos climáticos del período de estudio	22
5. Número de especies floreciendo por mes	24
6. Número de especies fructificando por mes	24
7. Gráficas del Comportamiento de foliación e inicio de la floración	26
8. Dendrograma de floración	35
9. Calendario de floración	35
10. Dendrograma de fructificación	36
11. Calendario de fructificación	36
12. Gráficas del comportamiento de floración individual	40
13. Gráficas del comportamiento de fructificación individual	54

### **LISTA DE CUADROS**

1. Listado de especies estudiadas	13
2. Listado de especies de fauna cinegética	13

### **LISTA DE ANEXOS**

1. Hoja de datos	75
2. Media aritmética/desviación estándar	77
3. Mamíferos y aves depredadoras de los árboles estudiados	83
4. Resumen de las correlaciones entre floración/fructificación con temperatura/precipitación	85
5. Calendario fenológico de otras especies en PNT	86

## 0. RESUMEN:

Se observó la fenología reproductiva de 14 especies arbóreas, elegidas con base en la preferencia alimenticia de fauna cinegética y por ser abundantes en el bosque del Parque Nacional Tikal (PNT). Se registraron 10 individuos de cada especie y se hicieron observaciones quincenalmente de septiembre de 1995 a septiembre de 1996.

El conjunto de especies presentó estacionalidad en la floración y fructificación. La mayoría de especies florecieron en época seca con temperaturas altas y fructificaron en época lluviosa con temperatura y precipitación alta.

Los patrones de floración mostraron que las especies que florecen en época seca tienen periodos más cortos que los que florecen en época lluviosa, posiblemente en respuesta a la disponibilidad de polinizadores. Los patrones de fructificación mostraron que todas las especies tuvieron fruto maduro en época lluviosa. Se observó que las especies de período corto de maduración poseen menos consumidores que las especies de período largo. Desde el punto de vista fenológico, todas las especies estudiadas son importantes como alimento para la fauna silvestre del PNT. Brosimum alicastrum, Manilkara zapota y Cryosophila argentea, destacan sobre las otras especies estudiadas, porque proporcionaron alimento por periodos más largos que el resto de especies.

## 1. INTRODUCCION:

En la Reserva de la Biosfera Maya (RBM), se están realizando esfuerzos por concertar acciones de extracción de recursos naturales, con la protección de la biodiversidad (Detlefsen 1993). Como parte de estos esfuerzos, se realiza investigación sobre recursos naturales y vida silvestre por parte de numerosas instituciones (Fondo Peregrino Inc., Wildlife Conservation Society, The Nature Conservancy, Propetén-CI, ARCAS, CECON, la Universidad de San Carlos y otras dentro del proyecto MAYAREMA) tanto en las zonas núcleo como fuera de ellas. Los estudios más frecuentes desde el punto de vista conservacionista y ecológico han sido sobre la fauna silvestre, sin embargo, existen muchos vacíos dentro del conocimiento de las variaciones que sufre la vegetación, y su subsecuente influencia en la dinámica de la fauna silvestre y de todo el bosque.

Guatemala posee actualmente el bosque húmedo lluvioso más extenso de América Central (Detlefsen 1993). A pesar de ello, no se han realizado investigaciones que expliquen las variaciones de foliación, floración y fructificación de su vegetación, como fenómenos que influyen directamente en las actividades de la vida animal y la completa dinámica del bosque (Borchert 1992). Específicamente, puede contribuir a relacionar la disponibilidad de alimentos con la dinámica poblacional de la fauna (Cant 1990, Jolon 1996.)

En este estudio se registró el comportamiento fenológico de las 14 especies más abundantes y frecuentemente preferidas para alimento por fauna cinegética en el bosque del Parque Nacional Tikal (PNT). Con ello se pretende contribuir a generar información sobre las épocas de reproducción de los árboles y su relación con la temperatura y precipitación, ciclos de crecimiento reproductivo y disponibilidad potencial de alimentos durante el año.



## 2. ANTECEDENTES:

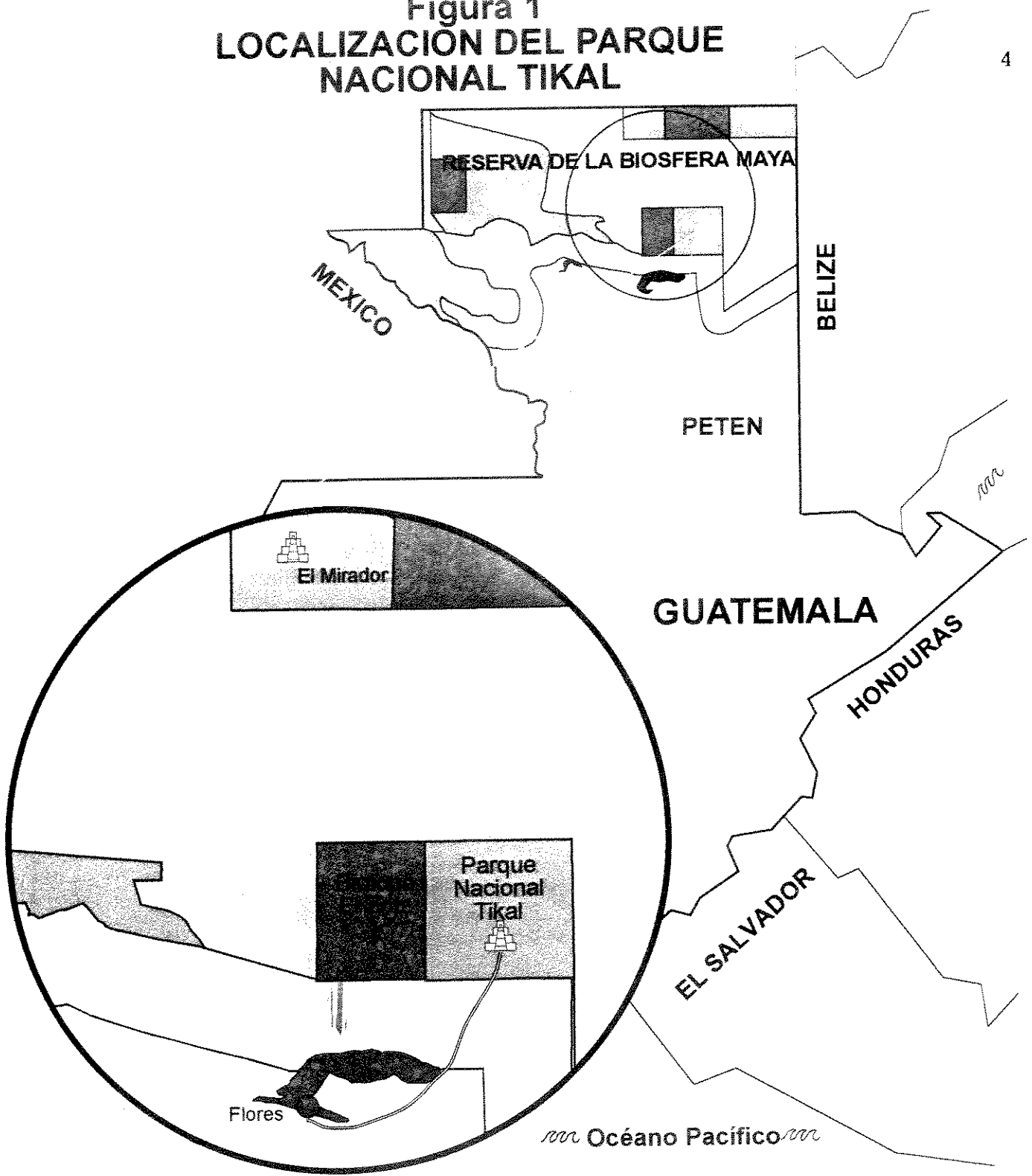
### 2.1 SITIO DE ESTUDIO:

El Parque Nacional Tikal (PNT) está ubicado al norte del departamento de Petén, en la República de Guatemala (Fig. 1). Forma parte de la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera Maya (Congreso de la República 1990). El área ocupada es de 576 Km<sup>2</sup> y se localiza dentro de las coordenadas: 89°36'48" longitud este y 17°13'30" latitud norte, a una altura de 240 msnm. Limita al norte con la aldea Uaxactún, al sur con la aldea Zocotzal, al oeste con el Biotopo Protegido Zotz y al este con el complejo arqueológico Nakum-Yaxhá (Diccionario Geográfico Nacional 1983). Actualmente el PNT es administrado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (IDAEH), denominado oficialmente por la UNESCO, Sitio de Patrimonio Mundial. Actualmente es considerada el área mejor estudiada del Sistema Guatemalteco de Areas Protegidas (SIGAP), debido a las múltiples investigaciones en arqueología, ecología y uso público que ahí se han realizado (Godoy 1995).

El PNT está ubicado dentro de la región fisiográfica llamada, "Tierras bajas del Petén", las cuales se caracterizan por tener topografía de colinas de poca altura. (Diccionario Geográfico Nacional 1983). El área posee solamente corrientes efímeras de agua, las cuales cesan de fluir en época seca (Aguilar y Aguilar 1992). La mayoría de pendientes descargan en el bajo de Santa Fe, en el río Azul, un tributario del río Hondo, que corre entre México y Belice, hacia el Caribe. Los cauces de drenaje pueden tener depósitos perennes en numerosas depresiones con sedimentos arcillosos, impermeables, llamadas aguadas (IDAEH sf).

Los suelos del PNT se dividen en dos grupos: suelos de partes onduladas, simas o depresiones (entisoles) y suelos de partes bajas planas (vertisoles). Ambos suelos los determinaron dentro de la serie de suelos Yaxhá, (por Simmons, Tarano y Pinto), en el estudio de reconocimiento de suelos elaborado a nivel nacional (Aguilar y Aguilar, 1992).

# Figura 1 LOCALIZACION DEL PARQUE NACIONAL TIKAL



- Zona de amortiguamiento
- Biotopos
- Parques Nacionales
- Zona de usos múltiples

Fuente: ProPetén  
1996



El PNT, tiene un clima que se clasifica como cálido-húmedo, con temperaturas medias mensuales mayores de 22.0°C, el promedio anual es de 25.0°C, siendo el mes de enero el más frío (21.7°C) y mayo el más cálido (27.1°C). La precipitación anual es de aproximadamente 1,281mm con un período de distribución anual entre julio y noviembre, con aproximadamente 122 días de lluvia (INSIVUMEH 1996).

Según la clasificación de zonas de vida para Guatemala de Holdridge (1983), el parque se localiza en un bosque húmedo subtropical cálido. En el PNT existen dos tipos de bosques, según Aguilar y Aguilar (1992): (i) bosque alto, el cual constituye el 50-60 % del área, con árboles que superan los 35m, está dominado por Brosimum alicastrum Swartz, Lonchocarpus sp., Spondias mombin L., Pouteria reticulata (Engler), Blomia prisca (Standl)Lundel Sabal morrisiana Bartlett, Swietenia macrophylla King, Cedrella odorata Roem, Ficus spp. y Manilkara zapota (Linnaeus), entre otras. (ii) Bosque de bajos, constituye del 15-20 % del área del Parque.

En el PNT, se pueden encontrar 333 especies de aves (50% de las aves del país), 130 especies de anfibios y reptiles (49% de la herpetofauna nacional)<sup>1</sup> 110 especies de mamíferos, de los cuales la mitad son murciélagos de la fauna reportada para el departamento. Además, están reportadas 535 especies de mariposas para esta área. (Rolin 1992, Detlefsen 1993, Austin et.al 1996)

## 2.2 DEFINICIONES SOBRE FENOLOGIA:

El término "fenología" se refiere a los cambios estacionales que sufren los seres vivos a lo largo de su vida<sup>2</sup> (Krebs 1985). El término además, ha sido designado al estudio o registro de los fenómenos biológicos que ocurren en forma periódica, para luego obtener un calendario que muestre los patrones de comportamiento de comunidades, poblaciones o individuos (Krebs 1985, Newstrom et al. 1994). A pesar de que el término se refiere a todos los seres vivos, éste se aplica con mayor frecuencia al comportamiento periódico de las comunidades vegetales<sup>2</sup>. A la vez este

<sup>1</sup> Campbell, J. 1995. Número de especies de reptiles y anfibios en el Parque Nacional Tikal, Arlinton University. Comunicación personal.

<sup>2</sup> Aguilar MA. 1995. Definición de Fenología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Comunicación personal.

comportamiento regula la periodicidad de las actividades de la vida animal y determina la calidad de su hábitat en un momento dado (Vanegas 1978, Dinerstein 1986, Borchert 1992, Newstrom et al 1994, Peres 1994). Para estudios con vegetación, se distinguen dos tipos de registros fenológicos (De Steven et al. 1987): **(i) fenología vegetativa**, la cual describe el crecimiento y desarrollo de una planta, y se puede registrar con fenofases como foliación (brote de nuevas hojas) y defoliación (senescencia y caída de hojas); **(ii) fenología reproductiva**, que registra todas las fenofases involucradas con la reproducción de la planta, tales como, inicio de la floración (botón), floración (flor abierta), fructificación (fruto verde y maduro), dispersión y germinación.

La fenología se puede registrar a cuatro niveles de actividad (Smith-Ramírez et al 1994):

- (i) actividad de la comunidad**, determinado por el número de especies en cada fenofase;
- (ii) actividad de clases de especies**, determinado por el número de especies agrupadas en cada fenofase. Las clases pueden ser por forma de vida, tipos de polinización, modos de dispersión, estatus sucesional, habitat, familias, etc;
- (iii) actividad de la población**, determinado por el número de individuos de cada especie en cada fenofase y;
- (iv) actividad individual**, determinado por cantidad o abundancia de cada fenofase que presenta cada individuo, éste puede ser expresado en porcentajes.

Desde el inicio de los estudios fenológicos se ha proporcionado diferentes clasificaciones que intentan explicar el comportamiento de los patrones fenológicos, siendo la de Newstrom (1994) la clasificación más completa. Esta puede ser utilizada para cualquier evento de los ciclos de vida, tanto de plantas como animales y en cualquier parte del mundo. Esta clasificación posee tres criterios:

- (i) Clases por frecuencias: **continua** (actividad con pausas cortas y esporádicas); **sub-anual** (actividad con más de un ciclo por año); **anual** (solamente un ciclo por año); **supra-anual** (un ciclo

que tarda más de un año).

(ii) Clases por regularidad: **regular** (los episodios entre actividad y no actividad tienen la misma duración); **irregular** (los episodios son de diferente duración).

(iii) Clases por amplitud o duración de la actividad: **actividad corta** (<1 mes); **actividad media** (1-5 meses); **actividad larga** (>5 meses). Esta clasificación puede ser utilizada a cualquier nivel de registro de datos para cada fenofase.

### 2.3. ESTUDIOS FENOLOGICOS:

Dentro de los estudios fenológicos, se pueden encontrar dos tipos:

(i) Los estudios que describen un sitio particular por medio del conocimiento de los patrones fenológicos, ya sea de especies particulares, agrupamientos de especies o de comunidades.

Este tipo de estudio se ha llevado a cabo, tanto en bosques templados como en tropicales; siendo los bosques templados los que muestran patrones más definidos. Tal es el caso de un trabajo realizado en Chiloé (Chile) donde se evaluaron 61 especies pertenecientes a 38 familias, relacionando su fenología con diferentes variables ecológicas y climáticas, y se obtuvieron resultados útiles para obtener modelos de floración y fructificación (Smith-Ramírez y Armesto 1994). En otro estudio realizado en un bosque decíduo en Jalisco (México) se presentaron patrones bien definidos de defoliación, ya que la mayoría de especies botaron su hoja. La fenología reproductiva en cambio estuvo regida por el fotoperíodo y para especies subanuales por la precipitación (Bullock y Solís-Magallanes 1990).

En estudios realizados en bosques tropicales también se han obtenido algunos patrones de comportamiento de especies, tal es el caso de un estudio realizado en el sudeste de India, donde se comparó un sitio de bosque seco (Sitio I), con 38 especies, y otro de bosque muy seco (Sitio II), con 27 especies, encontrando que, en el sitio II, la floración ocurre en la época lluviosa por la excesiva sequedad del suelo. En cambio en el sitio I la floración fue en época seca. En cuanto a fructificación, se encontró correlación con la precipitación en el sitio I, no siendo así para el sitio II,

aunque mostraba un patrón similar (Murali y Sukumar 1994). En Panamá se estudiaron 13 especies de palmas y se encontró que la fenología vegetativa es más estacional y se ve más afectada por las variaciones climáticas que la fenología reproductiva (De Steven *et al.* 1987). En la Isla Barro Colorado (Panamá) un estudio de especies de la familia Moraceae, demostró que esta familia produce hojas y frutos todo el año, lo cual beneficia a sus consumidores (Milton 1991).

Los estudios fenológicos que determinan patrones de comportamiento, también han servido para evaluar perturbaciones humanas. En un estudio realizado en Hawaii, trabajaron específicamente con dos especies (*Sophora coryphylla* y *Myoporum sandwicense*), encontrando que la primera especie se ve favorecida en su dispersión por la introducción de una especie de ave, pero a la vez se ve afectada en su reproducción por el pastoreo de ovejas, (Van Riper 1980). Otro ejemplo es un estudio realizado a orillas del río Tana, Kenya, donde se compararon los cambios fenológicos de 16 especies pertenecientes a 10 familias, en tres sitios diferentes. Los resultados mostraron una alteración en la floración, así como una reducción potencial en la producción de frutos y semillas, debido a alteraciones en la corriente del río (Kinnaird 1992).

En Guatemala, se tiene conocimiento de tres estudios fenológicos. Uno similar a éste se realizó simultáneamente en el Sitio Arqueológico Yaxhá, al este del PNT, el cual fue definido a partir del presente estudio, pero desarrollado por Flores M. (en prensa). También, se realizó un estudio fenológico con *Pinus oocarpa* en un bosque seco, conocido como "La Brea" al suroriente del país. En este estudio se evaluaron 40 individuos en dos sitios diferentes, encontrándose actividad fenológica en los meses comprendidos entre febrero y mayo, coincidiendo con los meses donde la precipitación fue casi cero (Paiz 1996). Por último se conoce un estudio donde se evaluó la actividad fenológica del zapote cultivado (*Pouteria mamosa*); en el que se encontró variabilidad entre individuos agrupados según algunas características morfológicas y la época de inicio y final de floración y fructificación (Utrera 1994).

ii) Estudios que relacionan las interacciones biológicas entre animales con los patrones de

comportamiento fenológico de las plantas.

Se han realizado estudios que comparan la fenología de las plantas, con la ecología y comportamiento de los polinizadores, tal es el caso del estudio realizado durante 20 años en la Estación Biológica La Selva en Costa Rica (Frankie *et al* 1990). También se han realizado investigaciones sobre las dietas alimenticias de frugívoros y su relación con la disponibilidad de alimentos, como el realizado en el bosque amazónico de Brasil, sobre las respuestas de los primates en cuanto a los cambios fenológicos en dicho bosque. Se encontró que las 4 especies de monos más conspicuas de este bosque están adaptadas a los cambios fenológicos de las plantas. En época seca, estos primates combinan su dieta de frutos con néctar, semillas o brotes de hojas (Peres 1994). Otro estudio similar, fue realizado en el PNT, con la dieta del mono araña (*Ateles geoffroyi*). Se compararon las adaptaciones de la vegetación a los cambios climáticos, y las preferencias alimenticias por abundancia de frutos. Encontraron que en 1978, fue un año más caluroso de lo normal, existió una mayor producción de frutos del género *Ficus*, disminuyendo la producción del ramón (*Brosimum alicastrum*), por lo que el mono araña, ese año tuvo que adaptar su dieta a consumir mayor cantidad de frutos del género *Ficus* (Cant 1990).

Otra interacción biológica que involucra este tipo de estudio se refiere a la relación entre la ecología reproductiva de los animales frugívoros y granívoros con la producción estacional de frutos, como el estudio realizado en un bosque nuboso de Costa Rica, donde las épocas altas de producción de frutos está altamente relacionada con las épocas de lactancia de murciélagos (Dinerstein 1986). También existen estudios que muestran las fluctuaciones y movimientos poblacionales de animales frugívoros o granívoros con relación a la disponibilidad de alimentos. Como se muestra en el estudio realizado en el PNT, sobre la ecología poblacional del ratón de bolsas (*Heteromys desmarestianus*), que los períodos de movimientos más extensos coinciden con las épocas de menor disponibilidad de alimentos (Jolon 1996). Otro estudio similar que evaluó la abundancia del quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno*) con la abundancia de frutos, fue realizado en la Reserva de la Biósfera El

Triunfo, Chiapas (México) y se obtuvo una regresión altamente significativa entre las dos variables. (Solórzano 1996).

### **3. JUSTIFICACIONES:**

Es sabido que los estudios sobre fenología proporcionan información básica en el campo ecológico, silvícola, de mejoramiento genético, de regeneración y hasta turístico (Fournier 1978, Vanegas 1978).

Este estudio registrará las variaciones de las características fenológicas de árboles de importancia alimenticia para especies cinegéticas en el Parque Nacional Tikal, lo cual proporcionará la siguiente información:

- En el aprovechamiento racional de la fauna silvestre, permitirá la comprensión de las cadenas alimenticias y su periodicidad.
- En la dinámica de las poblaciones estudiadas, indicará las respuestas de estos organismos a las condiciones climáticas del sitio.
- En el campo silvícola, las especies estudiadas permitirán prever las épocas de reproducción, sus ciclos de crecimiento vegetativo y otras características de gran ayuda para la elaboración de un plan adecuado de ordenamiento y manejo del bosque.
- En la planificación de actividades turísticas, informará sobre la floración y otras características fenológicas que imponen belleza y colorido al paisaje durante ciertas épocas del año, así como también el comportamiento de la fauna observada durante el mismo estudio.



#### **4. OBJETIVOS:**

##### **4.1 OBJETIVO GENERAL:**

Determinar si existe estacionalidad de foliación, floración y fructificación en las 14 especies estudiadas.

##### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Registrar el número de individuos de cada especie que presenten actividad de cada fenofase, en la zona de estudio.
- Registrar el porcentaje de abundancia de cada fenofase de los individuos que presenten actividad para cada especie en estudio.
- Determinar los patrones fenológicos de floración y fructificación del conjunto de especies estudiadas y establecer si existe correlación con la temperatura y precipitación.
- Registrar las especies de vertebrados que se alimentan de las especies de árboles estudiadas y relacionarlos con los patrones fenológicos.
- Colectar muestras de las especies de los árboles estudiados para el enriquecimiento de la colección del herbario de la Escuela de Biología de la USAC.

## **5. MATERIALES Y METODOS:**

### **5.1 UNIVERSO DE TRABAJO :**

Se registraron 14 especies de árboles, (cuadro 1), las cuales se analizaron a nivel del conjunto de especies, a nivel poblacional e individual. Estas especies se eligieron con base en:

- (i) La abundancia, determinada por el porcentaje de frecuencia de 19 parcelas de 10 x 50 m. durante una etapa previa de reconocimiento.
- (ii) Preferencia alimenticia de 10 especies de fauna cinegética (cuadro 2), obtenida a través de encuestas a 20 personas conocedoras de la flora y fauna silvestre del lugar.

### **5.2 MEDIOS:**

#### **5.2.1 MATERIALES**

- hoja cartográfica 1:50,000
- 1/2 galón de pintura
- 4 rollos de cinta plástica para marcar árboles
- hojas de registro
- 12 lápices o lapiceros
- 1 portafolios de campo
- 4 libretas de campo
- etiquetas para identificar muestras
- 100 frascos de 200 ml.
- 2 galones de FAA
- útiles de escritorio
- 6 rollos para cámara fotográfica

#### **5.2.2 EQUIPO:**

- 2 brújulas
- 2 binoculares de 10 x 50 mm
- cámara fotográfica
- cinta diamétrica
- 2 prensas de herbario
- tijeras de podar

#### **5.2.3 RECURSOS HUMANOS:**

- Br. Carla Ramírez Zea (autora)
- Ingeniero Negli Gallardo (asesor)
- Don Luis Zabala (asistente de campo)
- Emilio Sicán (asistente de campo)

Cuadro 1. Especies de árboles estudiadas en Tikal, describe el DAP promedio, altura promedio, frecuencia<sup>3</sup>, número de árboles registrados y la preferencia alimenticia<sup>4</sup> expresada en porcentaje.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP cm	ALTURA m	FREC %	#ARB REG	PREF %
ANACARDIACEAE	<i>Spondias mombin</i> L.	jobo	52.7	20.7	2.59	10	90
ARACEAE	<i>Cryosophila argentea</i> Bartlett	escobo	8.2	7.1	26.98	10	90
	<i>Sabal morrisiana</i> Bartlett	botán	19.2	17.9	1.25	10	80
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> (L.)Sarg	chacaj o palo jote	41.7	16.2	1.19	9	90
	<i>Protium copal</i> (Schl&Chan)Engl.	copal	23.1	13.1	2.09	10	90
MELIACEAE	<i>Trichilia minutiflora</i> L.	cedrillo blanco	22.1	13.4	6.23	10	90
	<i>Trichilia</i> sp.	cedrillo colorado	30.3	14.0	3.93	9	100
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	ramón blanco	57.6	16.9	5.89	4 ♀ 3 ♂/2?	100
MYRTACEAE	<i>Pimenta dioica</i> L.	pimienta	31.7	13.9	2.58	10	90
SAPINDACEAE	<i>Blomia prisca</i> (Standl)Lundel	tzol	33.5	14.8	11.71	10	100
SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus)	chicozapote	56.1	18.8	2.17	10	100
	<i>Pouteria campechiana</i> (HBK)	zapotillo canisté	27.0	14.4	2.56	7	100
	<i>Pouteria reticulata</i> (Engler)	zapotillo hoja fina	28.4	15.5	14.83	10	100
VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i> (HBK) Bachmi	yaxnic	61.4	21.2	1.01	10	80

Cuadro 2. Especies de fauna cinegética que se tomaron en cuenta para realizar las encuestas sobre preferencia alimenticia<sup>4</sup>.

	FAMILIA	NOMBRE COMUN	ESPECIE <sup>5</sup>
AVES	Crasidae	faisán	<i>Crax Rubra</i>
		cojolita	<i>Penelope purpurascens</i>
	Phasianidae	pavo ocelado	<i>Meleagris ocellata</i>
MAMIFEROS	Psitácidae	loro	<i>Amazona</i> spp.
	Agoutidae	tepezcuintle	<i>Agouti paca</i>
	Cervidae	cabro	<i>Mazama americana</i>
		venado	<i>Odocoileus virginianus</i>
	Tayassuidae	coche de monte	<i>Tayassu tajacu</i>
		jabalí	<i>Tayassu pecari</i>
	Cebidae	mono araña	<i>Ateles geoffroyi</i>

<sup>3</sup>Obtenido de 18 parcelas de 50 x 10m.

<sup>4</sup>Basado en 20 encuestas a personas con conocimientos de la flora y fauna del lugar.

<sup>5</sup> Los nombres científicos y familias de la fauna cinegética están basados en Emmon LH 1990. Neotropical Rainforests Mammals, A Field Guide. Chicago: University of Chicago Press. 281p.

### 5.3 PROCEDIMIENTO:

#### 5.3.1 MUESTREO Y REGISTRO DE INFORMACION:

Para la elección de la muestra se tuvo como base la metodología utilizada por De Steven et.al. (1987), Bullock y Solís-Magallanes (1990), Muralli y Sukumar (1994), y, Smith-Ramírez y Armesto (1994). Se eligieron dos senderos, ya existentes, de aproximadamente 4,000 m de longitud (Fig 2). En dichas brechas se localizaron 10 individuos de cada especie de árboles. Este tamaño de muestra se seleccionó con base en que estadísticamente una muestra mayor de 5 individuos y cercana a 10 es la más conveniente (Fournier y Charpentier 1978). En algunos casos la muestra terminó con menos de 10 individuos (Cuadro 1) debido a muerte del individuo, (v.g *Bursera simaruba* y *Trichilia* sp.), o por confusión de reconocimiento a nivel de campo, debido a nombrar dos especies con el mismo nombre común (v.g *Pouteria campechiana* confundido con *P. durlandii*).

Los árboles eran adultos, de constitución normal, sanos y visibles a los observadores. Fueron identificados por un conocedor del lugar, marcados con pintura de aceite con una inicial y un número correlativo a lo largo de los senderos; por ejemplo, para ramón blanco se utilizó la letra "R" y se numeraron los árboles de uno a diez conforme se localizaron en el recorrido del sendero. Las fenofases que se registraron para cada nivel de información, son las siguientes (Fournier 1978, Vanegas 1978):

- (i) Brote foliar: se registró desde la yema foliar hasta hojas jóvenes, las cuales se diferenciaron de las hojas maduras por el cambio de color.
- (ii) Botón floral: se refiere al inicio de la floración.
- (iii) Flor abierta
- (iv) Frutos: se registraron frutos inmaduros y maduros.

Se registraron datos cada 15 días durante 12.5 meses, de septiembre de 1995 hasta septiembre de 1996. Para las observaciones, se utilizaron binoculares; también se tomaron

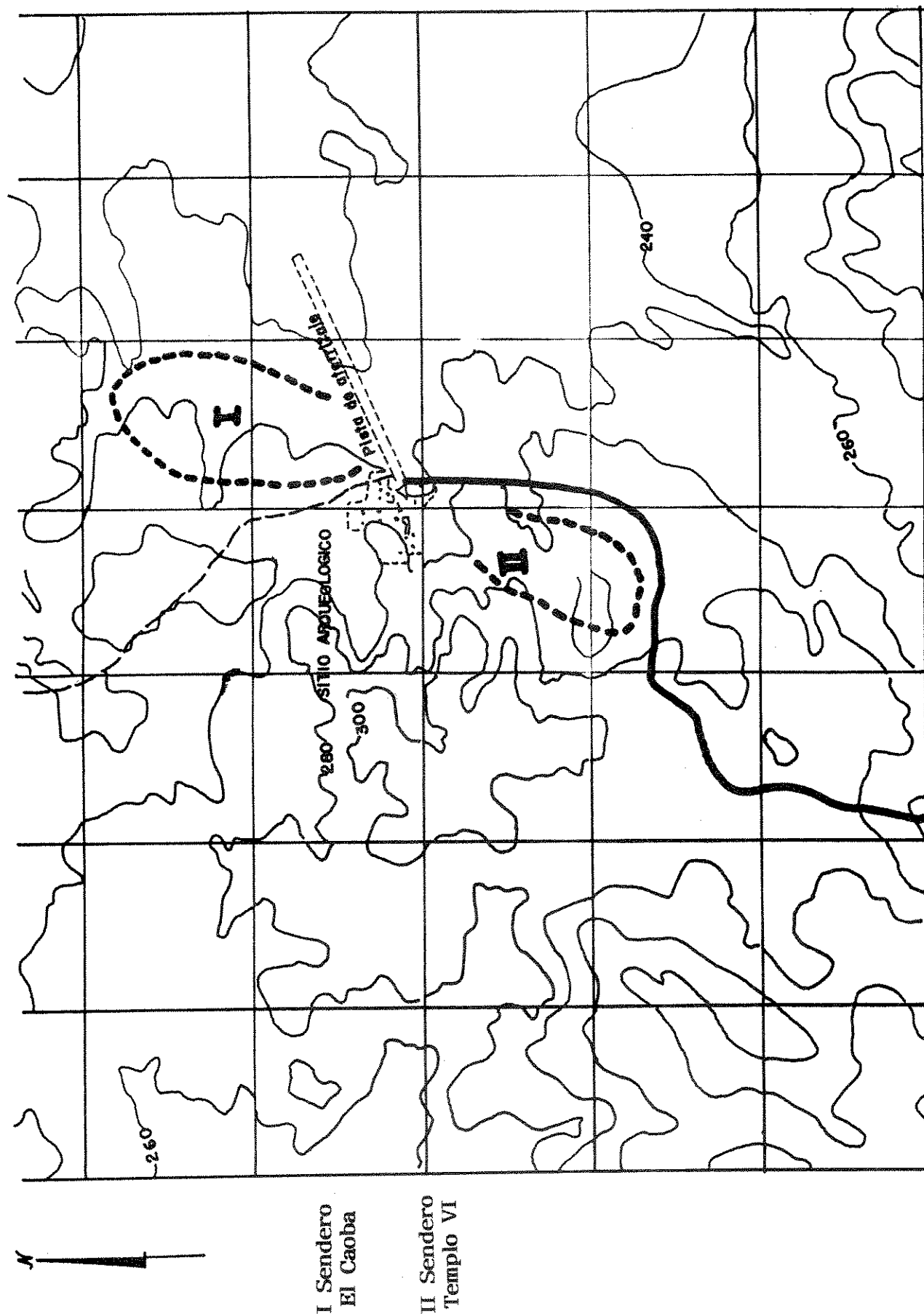


Figura 2. Localización de los sitios de estudio en el Parque Nacional Tikal.

en cuenta los frutos caídos cuando la observación en las copas era difícil. La información se registró y analizó según los siguientes niveles (Smith-Ramírez y Armesto 1994):

- (i) Fenología del conjunto de especies: número de especies con brote, flor o fruto.
- (ii) Fenología poblacional: número de individuos de cada especie brotando, floreciendo o fructificando.
- (iii) Fenología individual: abundancia de brotes, flores y frutos por individuo de cada especie.

Para fenología individual se utilizó la metodología propuesta por Fournier (1978) y Vanegas (1978). Cada una de las fenofases se evaluó individualmente mediante el empleo de una escala de valor relativo que varía entre cero y cuatro, teniendo cada cifra el siguiente significado:

- 0.....ausencia del fenómeno observado
- 1.....presencia del fenómeno con una magnitud entre 1-25%
- 2.....presencia del fenómeno con una magnitud entre 26-50%
- 3.....presencia del fenómeno con una magnitud entre 51-75%
- 4.....presencia del fenómeno con una magnitud entre 76-100%

Esta información fue registrada en las hojas de datos (anexo 1).

La fenología de población, se registró al mismo tiempo que la fenología individual, y se refiere al número de árboles de cada especie con presencia o ausencia de actividad para cada fenofase (Smith-Ramírez y Armesto 1994).

Para el análisis se tomaron en cuenta dos parámetros meteorológicos: precipitación y temperatura. Los datos se obtuvieron de la estación meteorológica que se encuentra en el Parque Nacional Tikal (clave, 110108; latitud, 17°13,40"; longitud, 89°36'15"; elevación, 200 msnm).

Por último, se anotó durante los recorridos de registros fenológicos, la presencia de fauna en cada árbol, cuando esto ocurría. También se realizaron recorridos en senderos

conocidos dentro del parque para observar fauna herbívora o frugívora. La información se registró en una libreta de campo y se anotó lo siguiente: lugar de observación, nombre del animal observado, especie y parte de la planta de la que se alimentan.

### 5.3.2 COLECTA DE MUESTRAS DE LOS ARBOLES EN ESTUDIO:

Se colectaron dos muestras de cada especie para su determinación en el herbario de la Escuela de Biología, BIGUA. Además como actividad complementaria a esta investigación, se colectaron muestras de frutos y semillas, para hacer una colección de referencia que funcione en el herbario mencionado. Los frutos se preservaron en FAA. Se colocaron en frascos de vidrio, se etiquetaron anotando su fecha de colecta, nombre común y científico. Esta colección servirá de referencia a estudios sobre análisis alimenticio de frugívoros.

### 5.3.3 ANALISIS DE DATOS:

Para el análisis climático, se calculó la evapotranspiración potencial (ETP), mediante el método de Hargreaves<sup>6</sup> (INSIVUMEH y PNUD 1989), el cual consiste en aplicar la siguiente fórmula:

$$ETP = (100 - \%HR * 12.5) (0.075 RMM)(0.0075)(9/5^{\circ}C + 32)$$

donde,

HR = humedad relativa promedio mensual

RMM = radiación media extraterrestre mm de evap/día, una constante diferente cada mes

Con base en esta variable y la precipitación mensual (PPT), se obtuvieron los períodos que corresponden a la época seca y lluviosa para los años involucrados en este estudio (1995-1996). El criterio para esta determinación fue: si,  $PPT < \frac{1}{2} ETP$ , es época seca; y si,  $PPT > \frac{1}{2} ETP$ , es época lluviosa<sup>6</sup>. Este análisis se realizó quincenalmente.

<sup>6</sup> Garavito F. 1995. Análisis climático. Guatemala. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Comunicación personal.

Los datos fenológicos fueron ingresados en una base en Quattro-Pro, versión 4.0. Los valores obtenidos en la fenología individual de cada fenofase se transformaron en porcentajes (Fournier, 1978). Las frecuencias de la fenología de población también se transformaron en porcentajes, debido a que en algunos casos la muestra no fue de 10 individuos (Cuadro 1). Los datos obtenidos fueron graficados por quincena y porcentaje de abundancia de cada fenofase.

Los análisis de los resultados se basaron principalmente en las gráficas obtenidas, ya que muchas veces los valores numéricos opacan las secuencias de los comportamientos, en cambio las gráficas despliegan más información manteniendo vigentes dichos valores (Newstrom y Frankie 1994).

Para los análisis estadísticos, se utilizó el paquete estadístico, SPSS/PC+ versión 5.0, SPSS Inc., el cual consiste en:

- (i) Análisis de varianza de una vía y prueba múltiple de medias de Tukey al número total de especies en floración y fructificación por mes (fenología del conjunto de especies). Para el análisis se obtuvo el promedio mensual de los registros quincenales.
- (ii) Análisis "cluster" de 13 especies, ya que se excluyó el Sabal morrisiana por razones que serán explicadas posteriormente Este análisis se realizó con base en la distancia euclideana al cuadrado (DE), para obtener un dendrograma (Figs. 8 y 10) de las especies con características similiares en la presencia o ausencia de flores o frutos (fenología de población). Estos dendrogramas se analizaron tomando en cuenta la época seca y la época lluviosa, según el análisis climático. Además, el dendrograma de floración fue comparado con el comportamiento foliar de cada especie.



(iii) Análisis de correlación de Spearman, entre la abundancia de floración y fructificación con la temperatura y la precipitación.

## 6. RESULTADOS:

### 6.1 COMPORTAMIENTO CLIMATICO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO:

De acuerdo al análisis de precipitación (PPT) y evapotranspiración (ETP) realizado, se obtuvieron las épocas secas y lluviosas, correspondientes a 1995 y 1996 (Fig. 4):

época seca 1*	enero-mayo 1995
época húmeda 1	junio-diciembre 1995
época seca 2	enero-1a quincena abril 1996
época húmeda 2**	2a quincena abril-? 1996

\* no afecta este estudio

\*\* no fue determinada completa, pero si se obtuvo los datos que afectan directamente a este estudio.

En la Fig. 4., también podemos observar el comportamiento medio de la temperatura. La media mínima fue registrada la primera quincena de enero 1996 (20.4°C), y la media máxima, la segunda quincena de mayo del mismo año (28.4°C).

Fig 3. Datos climáticos del Parque Nacional Tikal. Registro para nueve años: 1988-1996

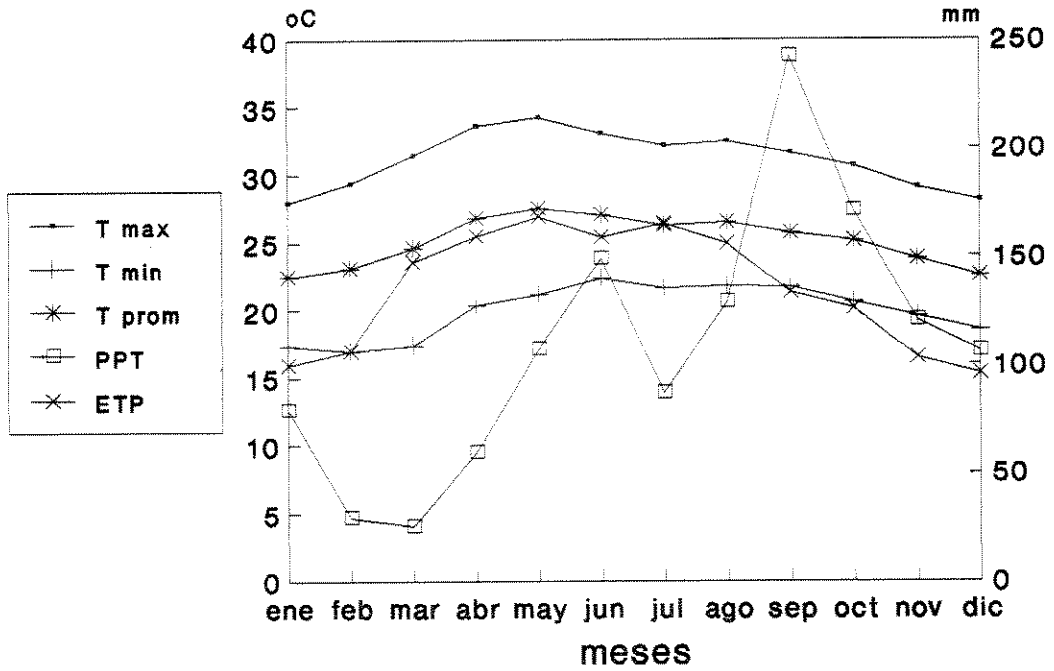
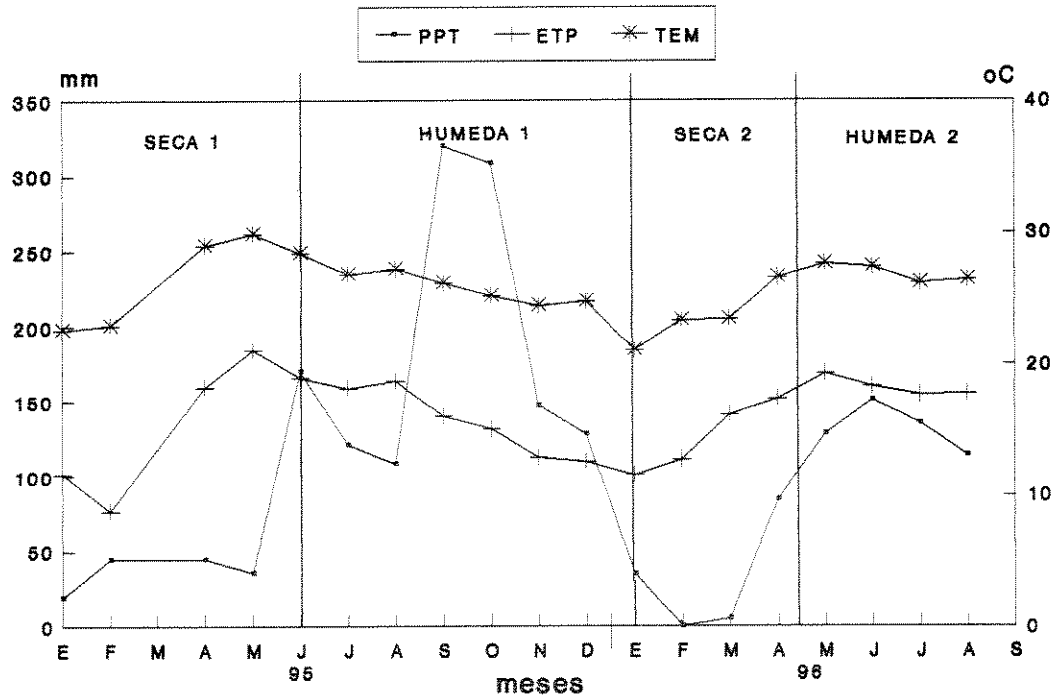


Fig 4. Datos climáticos de Tikal enero 1995 - septiembre 1996



## 6.2 FENOLOGIA DEL CONJUNTO DE ARBOLES ESTUDIADOS:

El conjunto de árboles estudiados presentó floración durante todo el año, sin embargo, existió diferencia significativa entre los meses del año ( $F=14.6$ ,  $p=.0000$ ); en la Fig. 5, se observa la actividad por mes, siendo el mes de abril el que presentó el mayor número de especies en floración (73%) y el mes de enero el menor (1%). Esto coincide con una correlación significativamente positiva entre el número de especies en floración y la temperatura. ( $r=.6012$ ,  $p=.01$ ). En cambio, no existió correlación significativa entre el número de especies en floración y precipitación ( $r=.1644$ ,  $p>.01$ ).

La fructificación del conjunto de especies fue más uniforme (Fig. 6), aunque, si existió diferencia significativa entre meses ( $F=6.41$ ,  $p=.0021$ ). Los meses de abril y mayo, presentaron el mayor porcentaje de especies fructificando (85%) y el mes de septiembre de 1995, tiene el menor porcentaje (30%). Se encontró correlación significativa y positiva entre el número de especies fructificando y la temperatura ( $r=.7645$ ,  $p=.001$ ), así como también entre el número de especies fructificando y la precipitación ( $r=.6054$ ,  $p=.01$ ).

Fig. 5. Número de especies en floración por mes

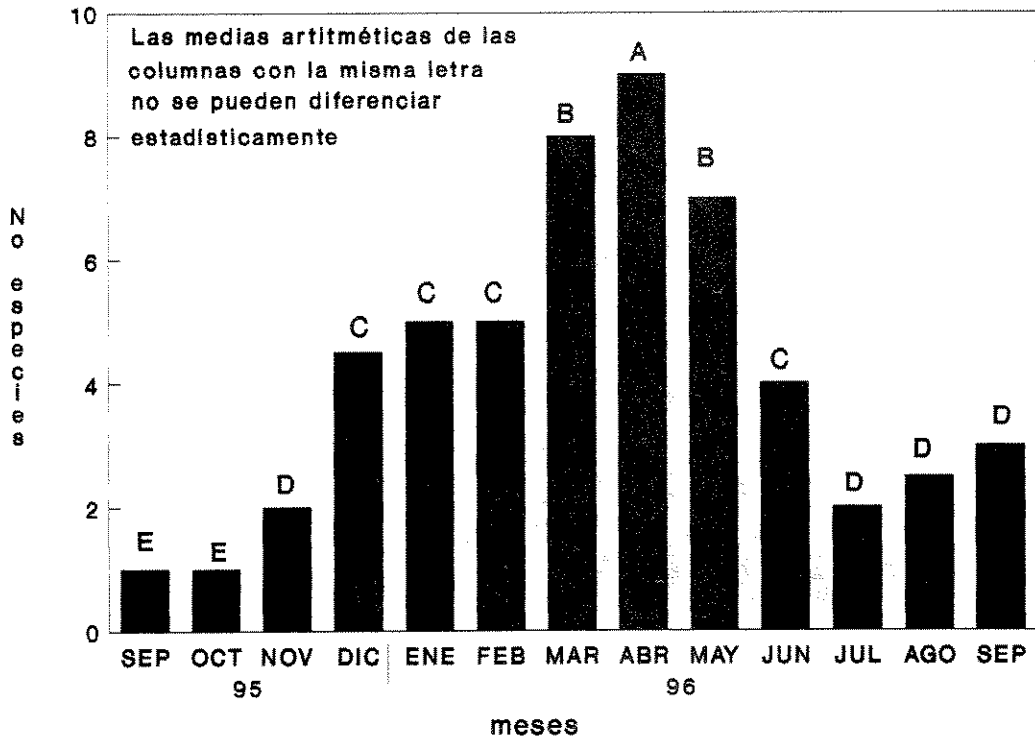
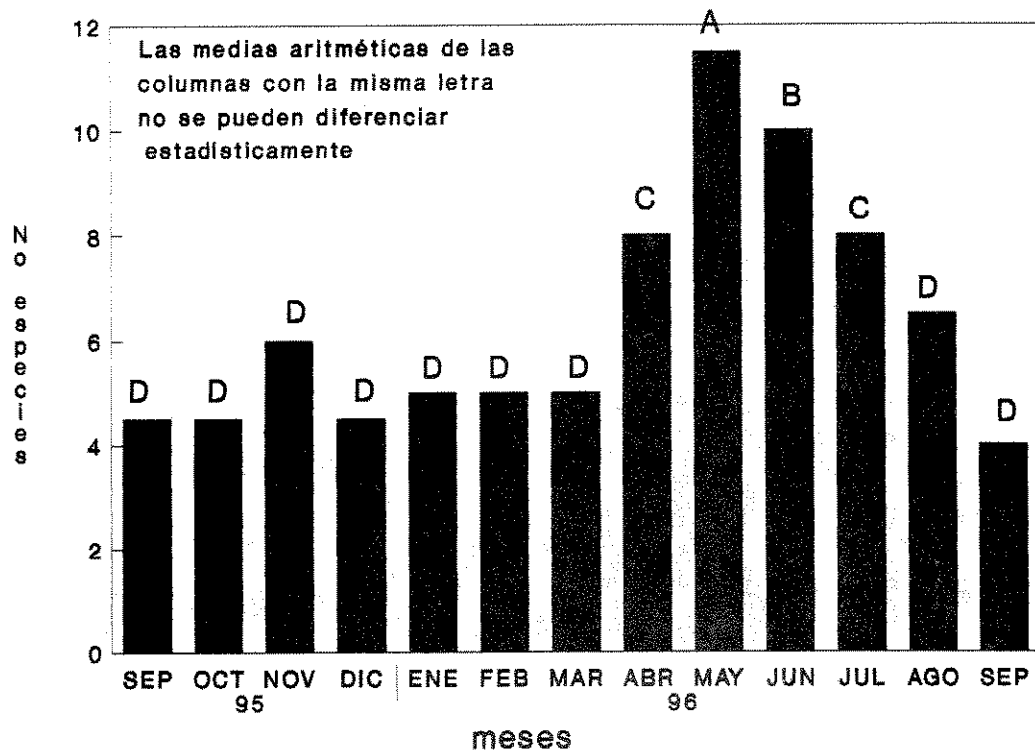


Fig 6. Número de especies fructificando por mes



### 6.3 PATRONES DE COMPORTAMIENTO FENOLOGICO

#### 6.3.1 FLORACION:

La floración de las especies estudiadas mostró en general un comportamiento sincrónico entre los individuos de cada especie. Sabal morrisiana no pudo ser analizada como las demás especies, debido a que no se observaron los periodos de floración

completamente, porque los individuos observados florecieron hasta casi finalizado el estudio.

En relación al inicio de la floración (botón) y la foliación, las especies estudiadas presentaron los siguientes patrones (Fig. 7):

- (i) La floración inicia antes que la foliación: Protium copal, Bursera simaruba
- (ii) La floración inicia simultáneamente a la foliación: Trichilia minutiflora, Vitex gaumeri y Spondias mombin.
- (iii) La floración inicia ligeramente después de la foliación: Blomia prisca, Pimenta dioica y Manilkara zapota.
- (iv) La floración inicia mucho después que la foliación: Pouteria reticulata.

También hay especies que no presentaron un patrón definido, tales como: Trichilia sp., Brosimum alicastrum, Pouteria campechiana y Cryosophila argentea.

Figura 7. Las siguientes páginas corresponden a las gráficas del comportamiento individual de foliación y el inicio de la floración (botón).

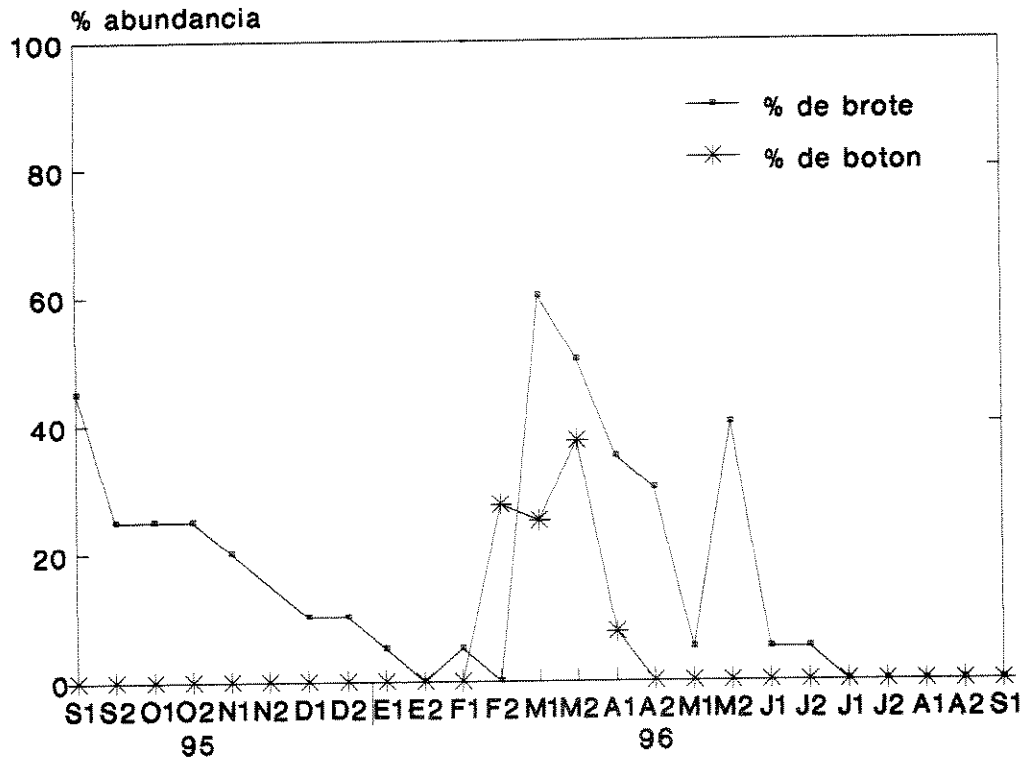
a-b Especies que inician la floración antes que la foliación (p.27)

c-e Especies que inician la floración simultáneamente con la foliación (p.28-29)

f-i Especies que inician la floración posterior a la foliación (p.29-31).

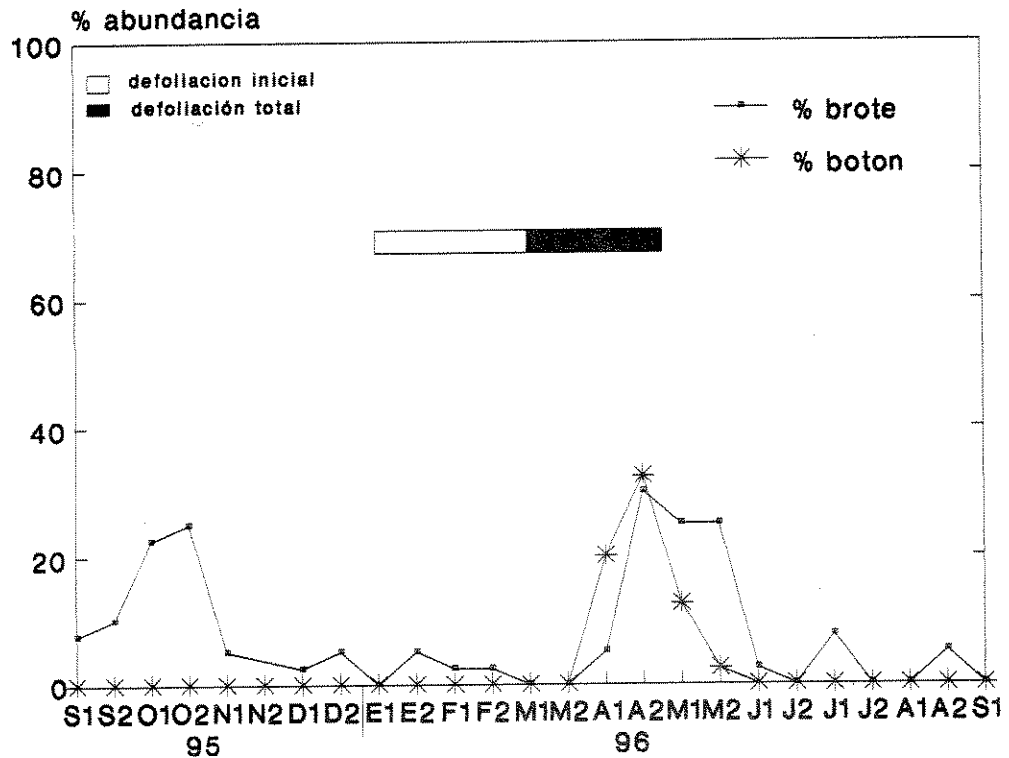
j-m Especies sin patrón definido (p.31-33)

7a. *Protium copal*



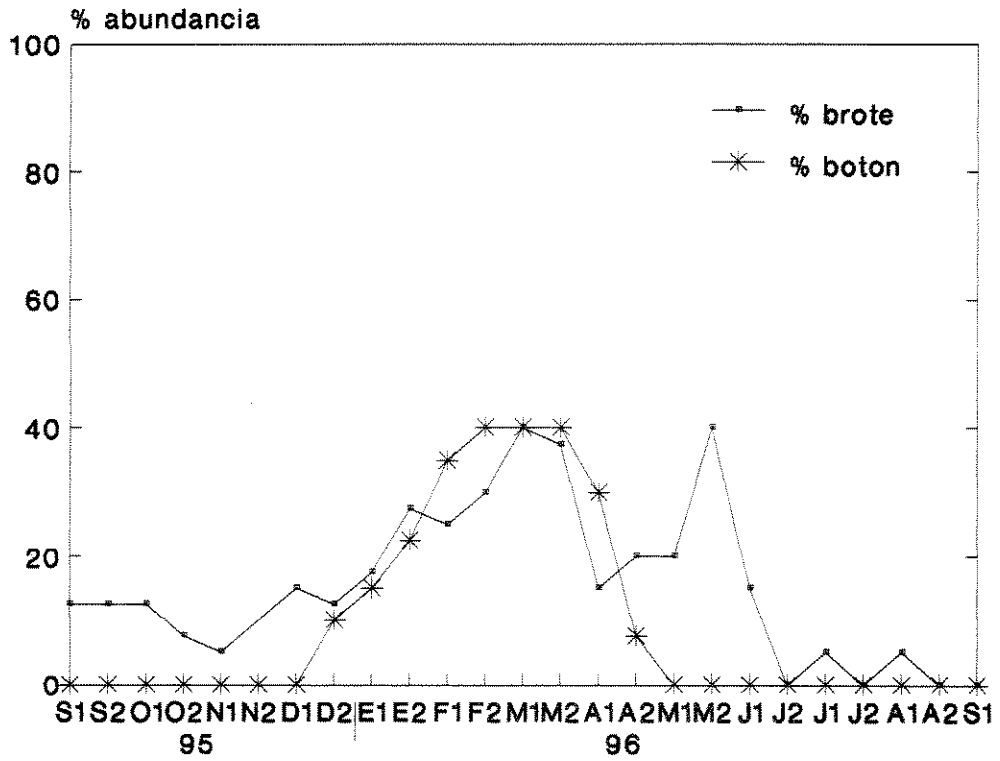
27

7b. *Bursera simaruba*



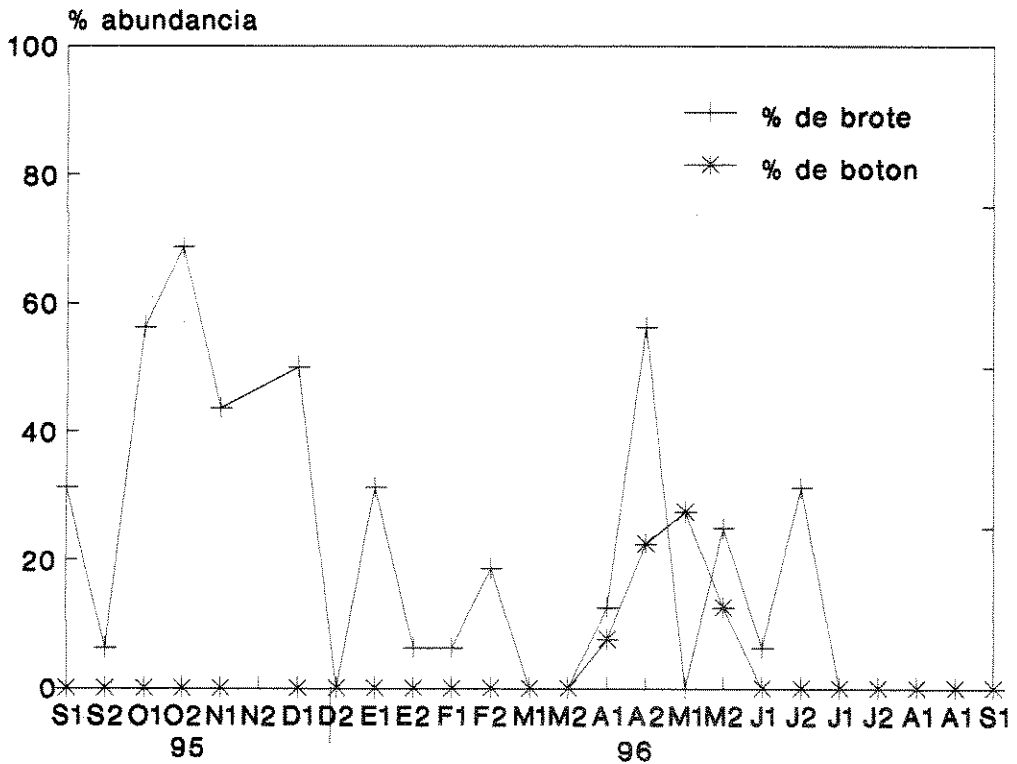


7c. *Trichilia minutiflora*

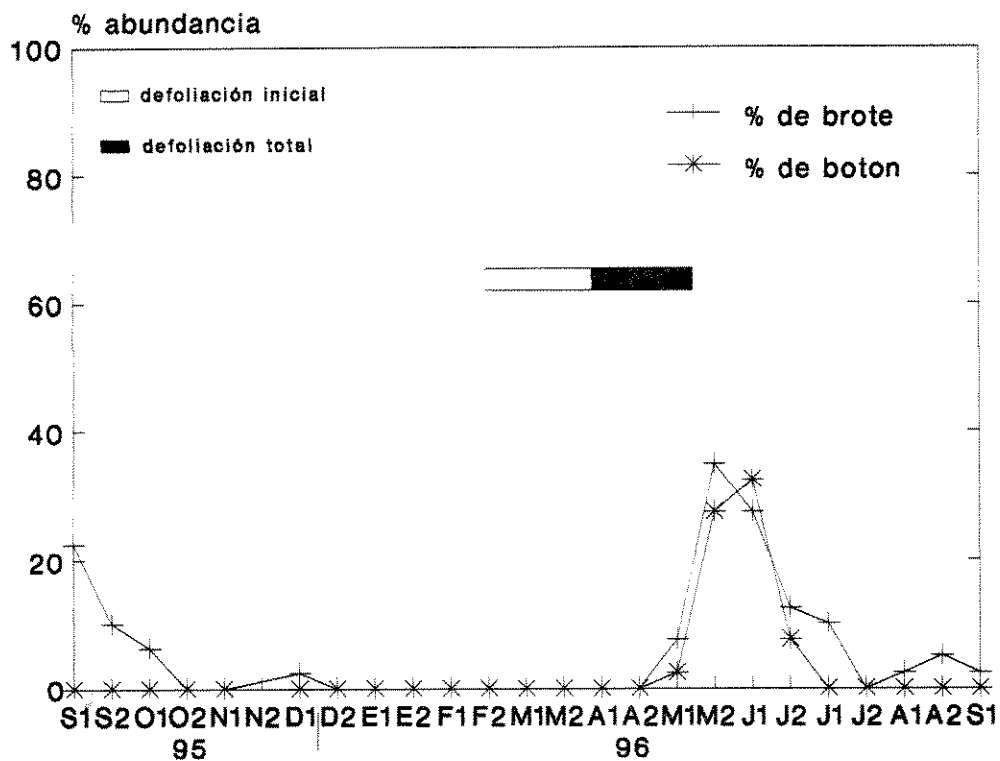


28

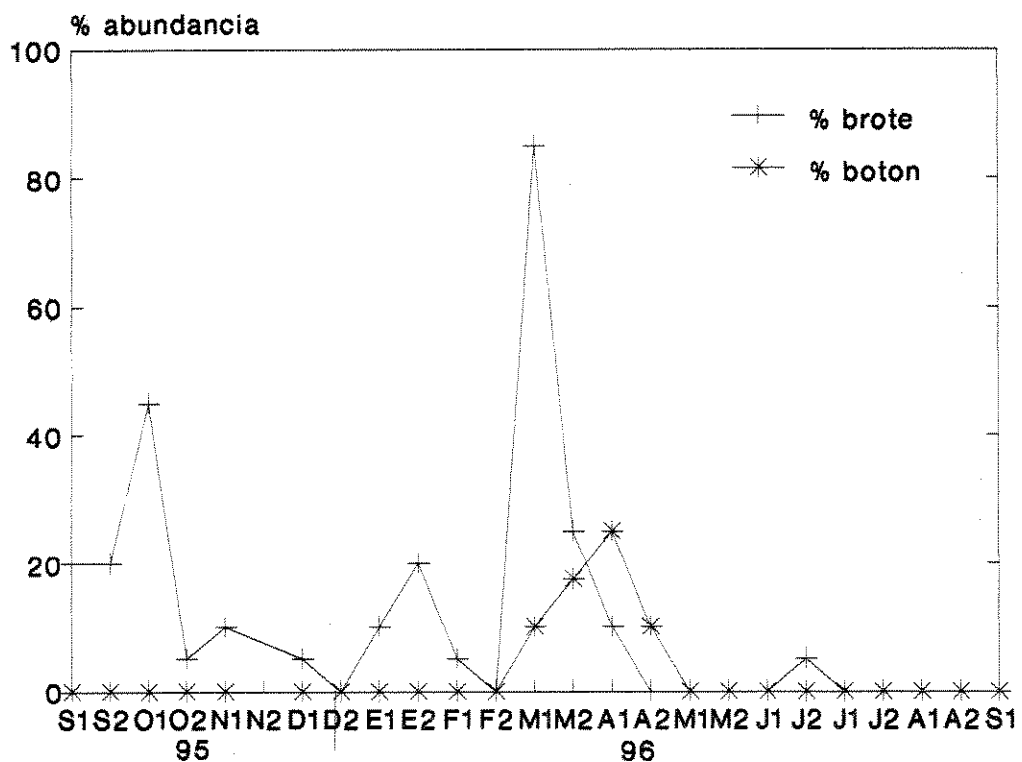
7d. *Vitex gaumeri*



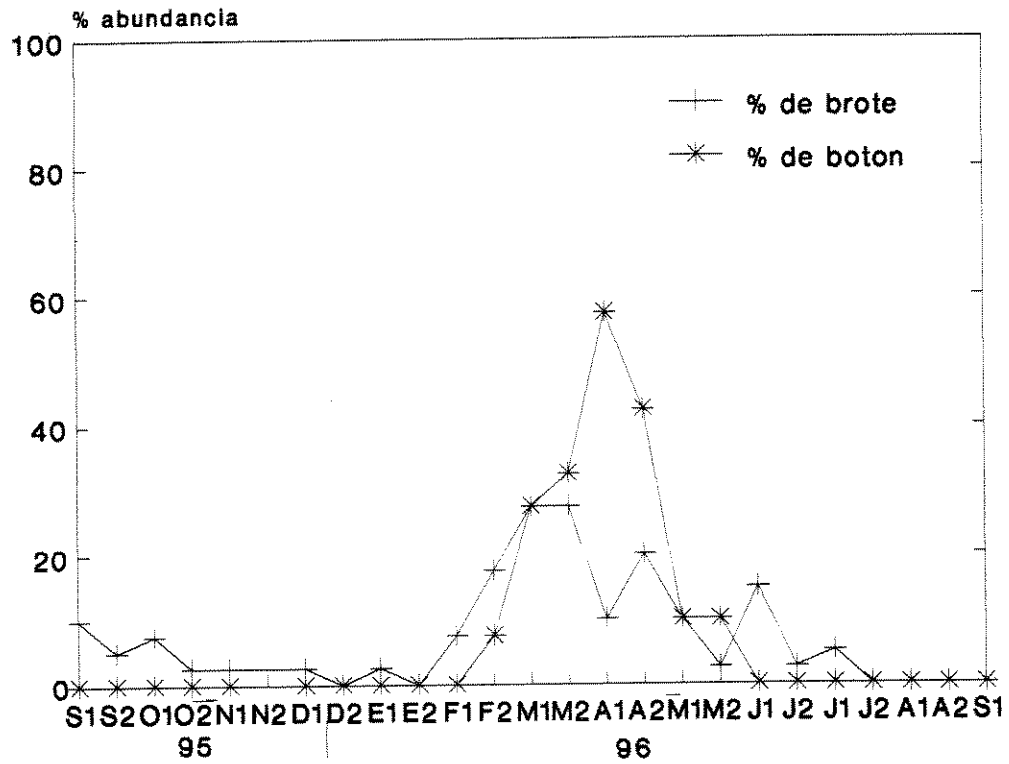
### 7e. *Spondias mombin*



### 7f. *Blomia prisca*

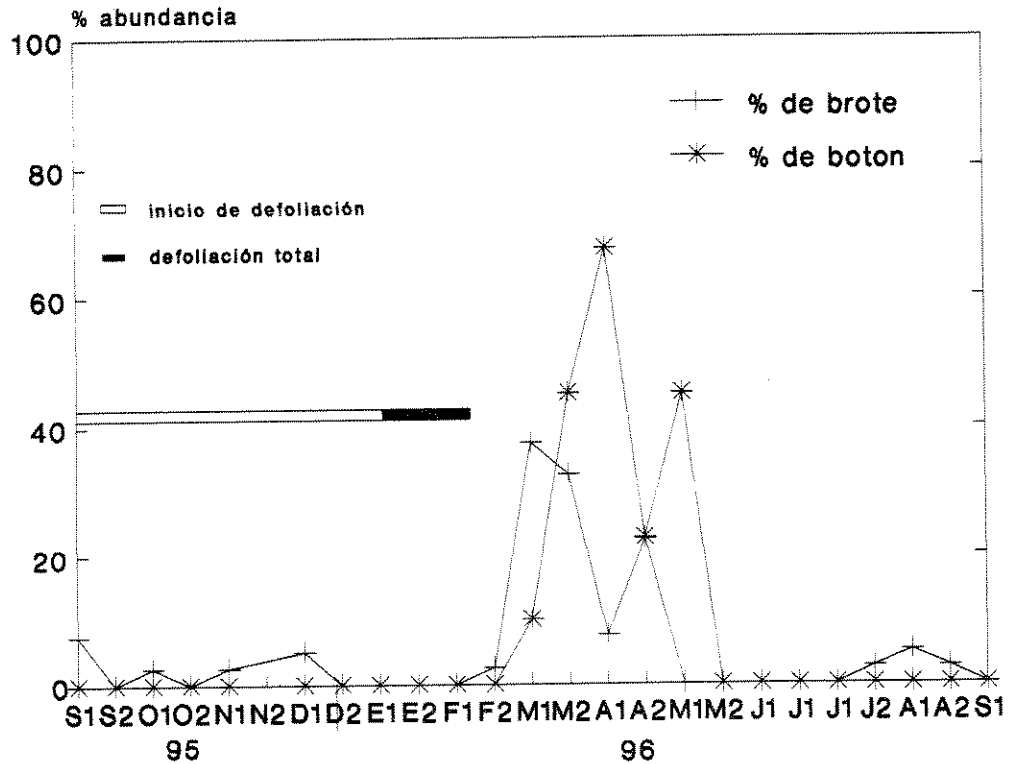


### 7g. *Pimenta dioica*

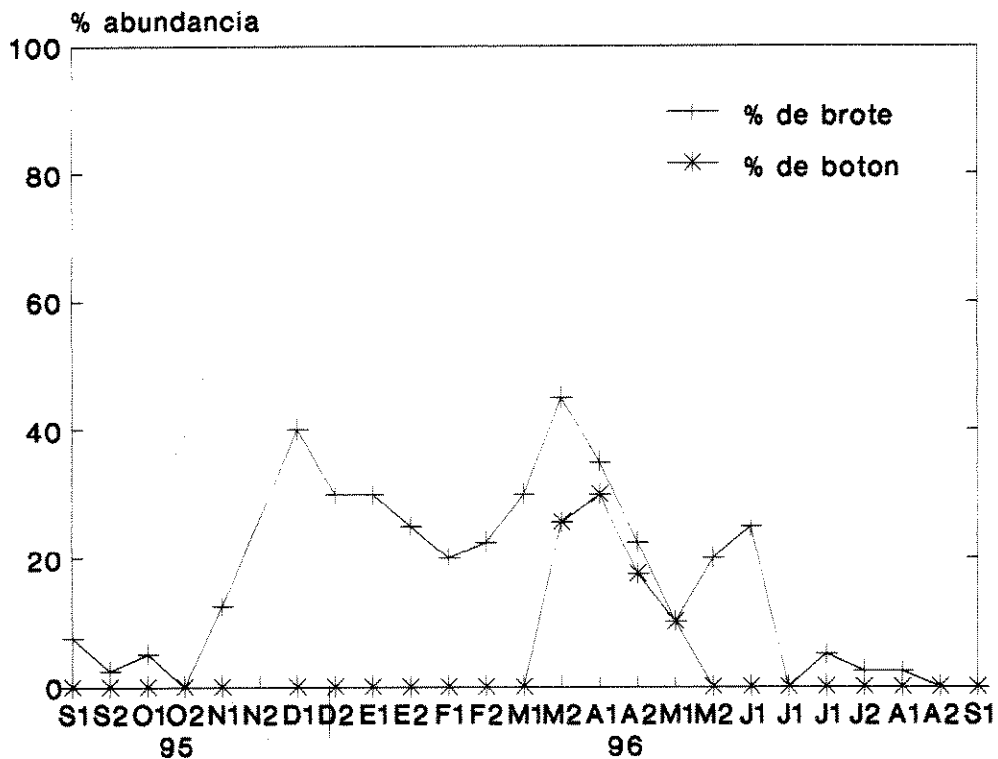


30

### 7h. *Manilkara zapota*

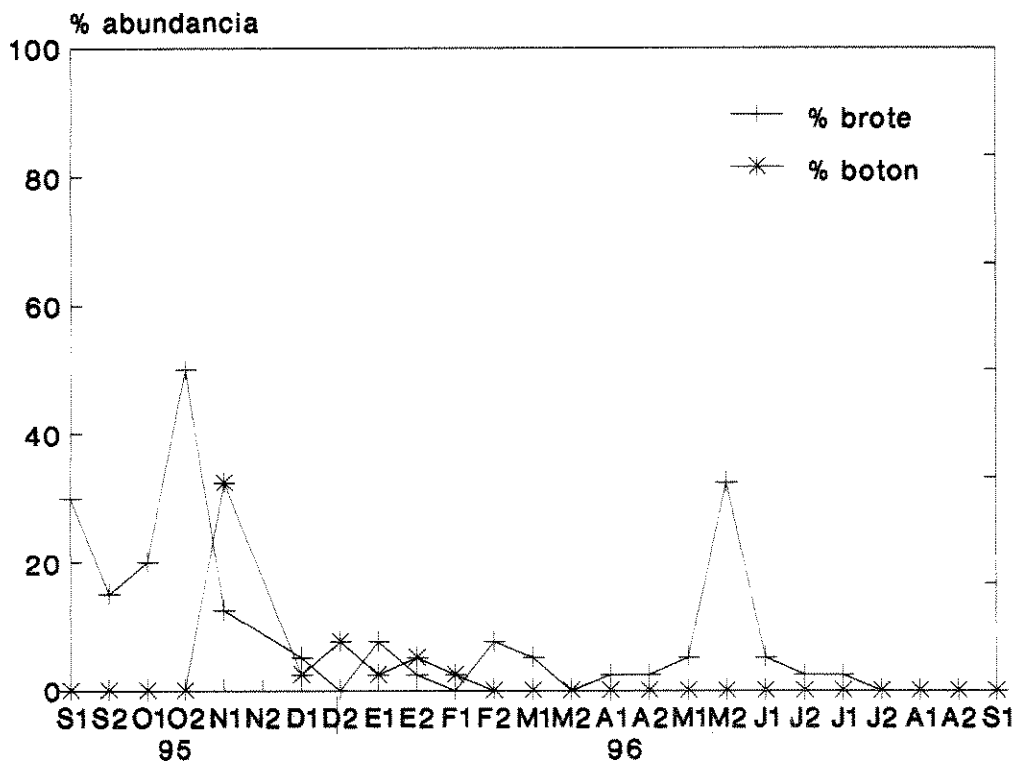


7i. *Pouteria reticulata*

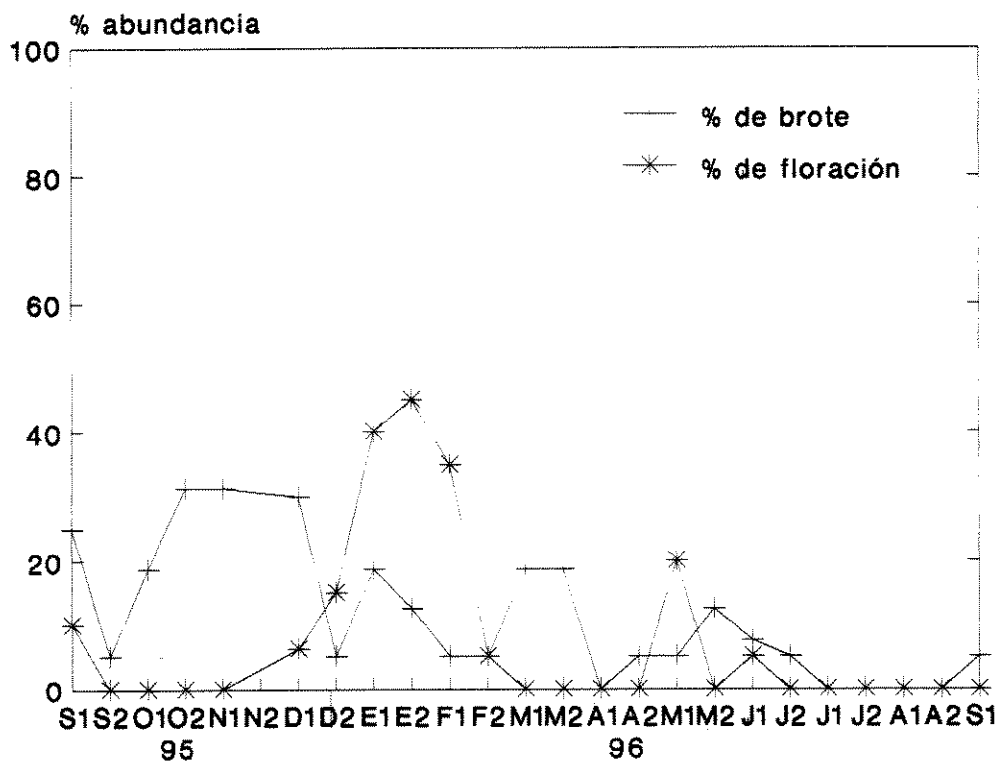


31

7j. *Trichilia sp.*

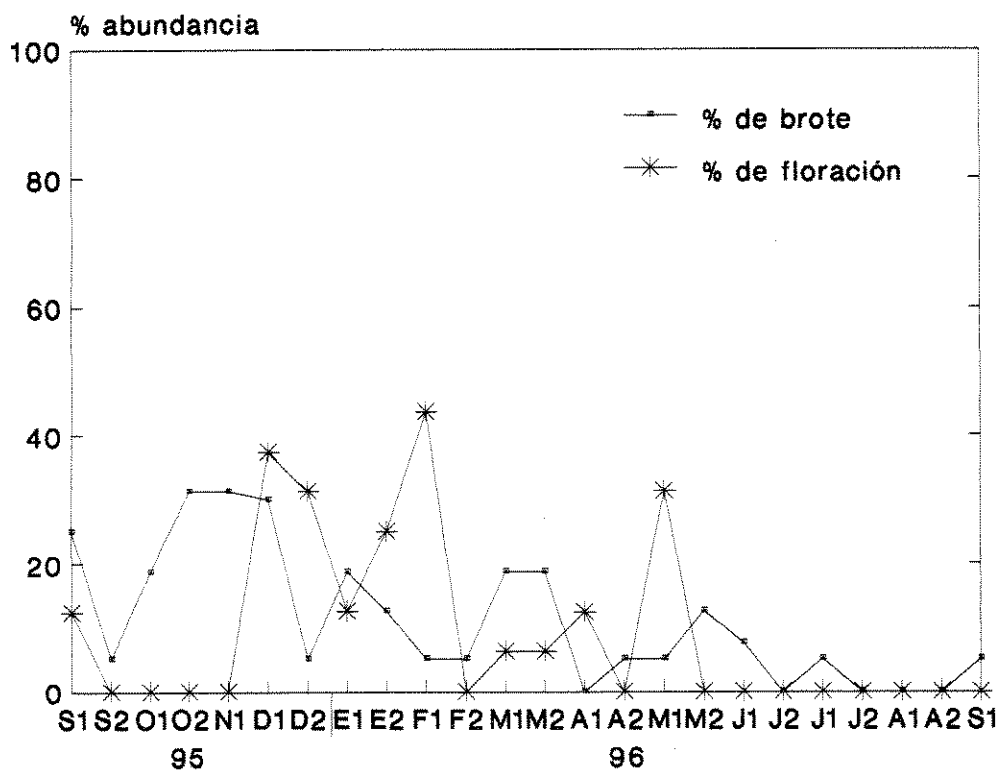


7k. *Brosimum alicastrum* (fem)

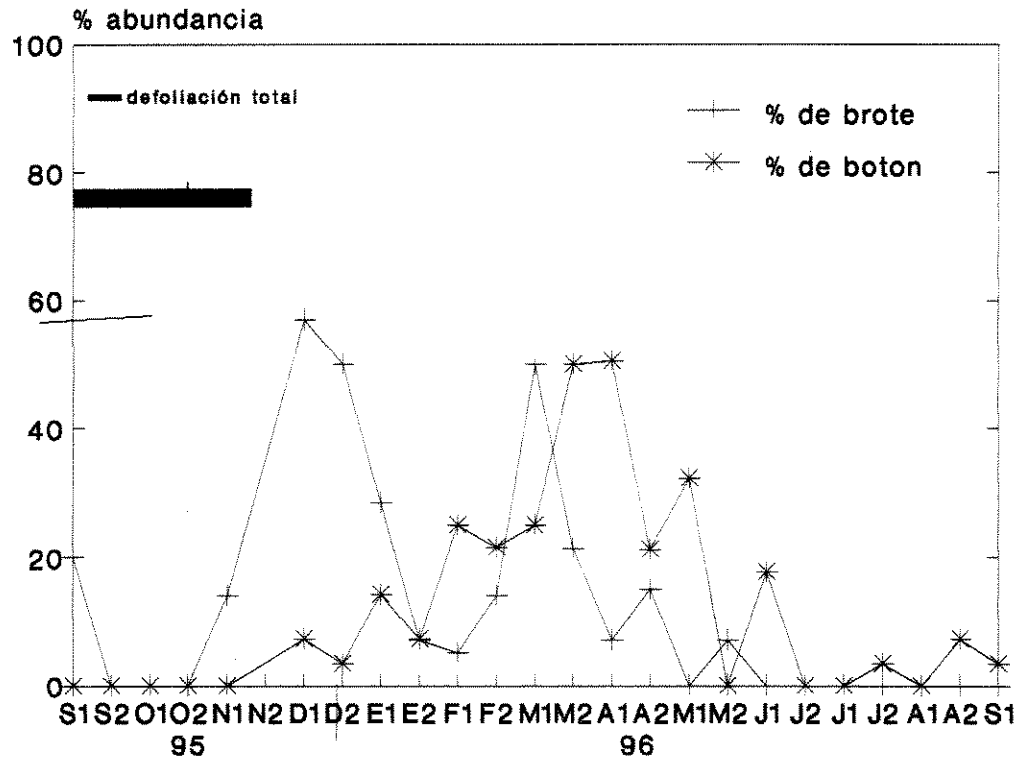


32

7l. *Brosimum alicastrum* (masc)



7m. *Pouteria campechiana*



Los patrones de floración con base en su similitud (Fig. 8) y las épocas secas y lluviosas se presentan a continuación. (Fig. 9). Los patrones están ordenados según su distancia euclidiana (DE):

- (i) Especies que florecen en época seca: Blomia prisca, Pouteria reticulata, Manilkara zapota, Pimenta dioica, Protium copal, Bursera simaruba, Vitex gaumeri y Spondias mombin;
- (ii) Especies que inician a florecer en época lluviosa y terminan en época seca: Trichilia minutiflora, Trichilia sp., Brosimum alicastrum y Pouteria campechiana.
- (iii) Especies que florecen únicamente en época lluviosa: Cryosophila argentea.

Al final de la gráfica se puede observar el comportamiento parcial de Sabal morrisiana, el cual, no obstante a que está incompleto, puede determinarse que florece en época lluviosa.

### 6.3.2 FRUCTIFICACION:

Los patrones de fructificación, ordenados según la DE, son los siguientes (Fig.s. 10 y 11):

- (i) Especies que fructifican en época lluviosa: Protium copal, Pouteria reticulata, Pimenta dioica, Pouteria campechiana, Vitex gaumeri, Trichilia minutiflora, Blomia prisca y Spondias mombin. Estas especies además presentaron la característica que tuvieron un período muy corto de fructificación;
- (ii) Especies que inician a fructificar en época lluviosa y concluyen en época seca: Bursera simaruba, Brosimum alicastrum, Manilkara zapota, Cryosophila argentea y Trichilia sp. Las especies de este grupo excepto la última, tuvieron un período de madurez largo.

En la Fig. 11 también puede observarse los períodos de fruto maduro de cada especie, así como también el período parcial de Sabal morrisiana.

Fig 8. Dendrograma de floración, resultado del análisis "cluster".

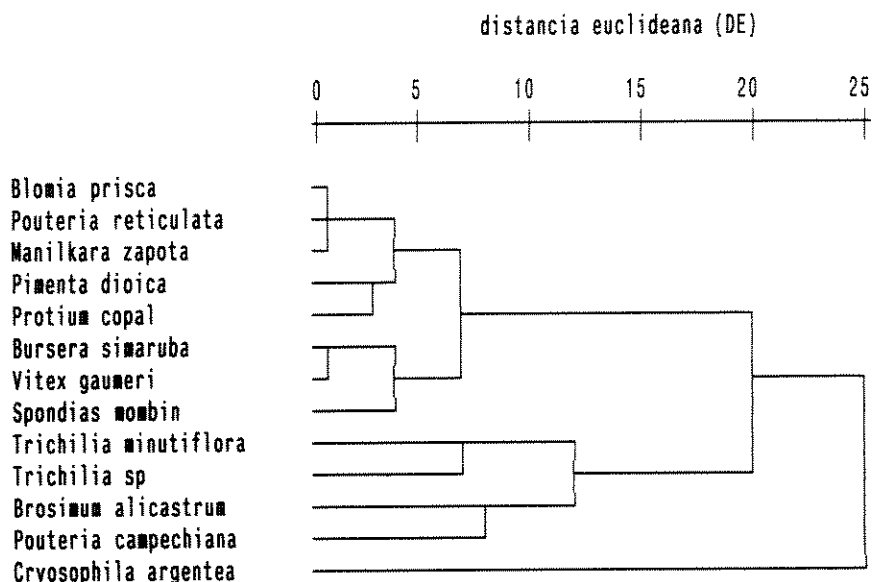


Fig 9. Calendario de floración de las especies estudiadas, las primeras 13 especies están ordenadas con base en el análisis del dendrograma de la figura superior. También se presenta el calendario de *Sabal morrisiana*. \*\*\* grupo i, ooo grupo ii, \*\*\* grupo iii.

ESPECIE/QUINCENA	1995					1996							
	S 1 2	O 1 2	N 1	D 1 2	E 1 2	F 1 2	M 1 2	A 1 2	M 1 2	J 1 2	J 1 2	A 1 2	S 1
	LLUVIOSO					SECO					LLUVIOSO		
Blomia prisca							***	***	***	***			
Pouteria reticulata							***	***	***				
Manilkara zapota							***	***	***	***			
Pimenta dioica							***	***	***	***	***		
Protium copal							***	***	***	***			
Bursera simaruba										***	***		
Vitex gaumeri										***	***		
Spondias mombin											***	***	
Trichilia minutiflora							ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
Trichilia sp.							ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
Brosimum alicastrum ♀	o						ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
Brosimum alicastrum ♂	o						ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
Pouteria campechiana							ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
Cryosophila argentea							***	***	***	***	***	***	***
<i>Sabal morrisiana</i>											ooo	ooo	ooo





## 6.4 FENOLOGIA INDIVIDUAL:

A continuación se presenta el análisis de la actividad individual de las 14 especies estudiadas.

### 6.4.1 FLORACION:

Los comportamientos individuales de floración de cada especie se muestran en la Fig. 12. Las gráficas están ordenadas por grupos según la similitud de las especies, obtenida a través del análisis "cluster", descrito con anterioridad (Ver 5.3.3), además, en cada una se puede observar la actividad de la población y la actividad individual. Para cada especie, se describe el porcentaje de actividad.

#### GRUPO I.

Blomia prisca (Fig. 12.a) presentó la máxima actividad en el mes de abril (45%), y llegaron a florecer el 70% de los individuos.

Pouteria reticulata (Fig. 12.b) presentó el mayor porcentaje (75%) durante la segunda quincena de marzo, y llegaron a florecer únicamente el 60% de los individuos.

Manilkara zapota (Fig. 12.c) presentó un máximo de floración de 80% en la primera quincena de abril, llegando a florecer el 100% de los individuos. Esta especie produjo nuevos botones durante la primera quincena de mayo, pero según las observaciones fueron poco viables.

Pimenta dioica (Fig. 12.d) tuvo un porcentaje máximo de producción de 75, durante la primera quincena de abril y floreció el 100% de los individuos. Sin embargo, presenta un comportamiento especial, ya que se trata de una especie preferencialmente dioica (Pauseglove, et.al 1981) (Ver 7.1).

Protium copal (Fig. 12.e) presentó el máximo de actividad la primera quincena de marzo (60%), aunque es posible observar en la Figura respectiva, que existió una ligera asincronía en el comportamiento, ya que el máximo porcentaje de individuos en actividad (80%) ocurrió la segunda quincena de marzo.

Bursera simaruba (Fig. 12.f) tuvo su máxima floración la segunda quincena de abril (42.5%) y llegó a florecer el 70% de los individuos.

Vitex gaumeri (Fig. 12.g) presentó el máximo de floración la primera quincena de mayo, floreciendo 60% de los individuos. Una característica de la floración de esta especie, observada durante el estudio, es que algunos individuos presentaron actividad únicamente en una rama.

Spondias mombin (Fig. 12.h) posee un período corto de actividad, sin embargo el 90% de los individuos florecieron, dando un promedio de actividad de 75%.

## GRUPO II

Trichilia minutiflora (Fig. 12.i) es una especie dioica (Pennington, et al 1981) pero los individuos no pudieron ser diferenciados en el campo, debido a que no existe dimorfismo entre sexos. Es así, que tomando en cuenta ambos sexos, la producción llegó hasta 92.5%, durante la segunda quincena de marzo, y el 100% de los individuos florecieron.

Trichilia sp. (Fig. 12.j) no pudo ser determinada por el curador del herbario de la Escuela de Biología (BIGUA), por no poder ubicarla dentro de las características de alguna especie descrita en la Flora de Guatemala (Stanley et al. 1969). Es así, que se debe enviar la especie a otros herbarios en Estados Unidos. En cuanto a sus características fenológicas, la floración fue explosiva y sincrónica, ya que la primera quincena de floración (noviembre) fue la de máxima actividad (75%). El porcentaje de individuos en floración llegó a 70.

Brosimum alicastrum (Figs 12.k, 12.l) presentó un patrón interesante en floración, debido a que se trata de otra especie dioica, (Berg 1972). Debido al dimorfismo sexual de las flores, se separaron los árboles con flores femeninas (4 individuos) de los árboles con flores masculinas (3 individuos). El sexo de los árboles restantes no se pudo determinar, debido a que no estuvieron activos durante el estudio. Comparando las Figuras correspondientes, podemos observar una tendencia a un comportamiento similar en cuanto a épocas de mayor y menor floración, entre los árboles femeninos y masculinos respectivamente. Por otro lado,

el mayor porcentaje de producción de flor masculina fue de 43.7% en la primera quincena de febrero y de flor femenina fue de 45% en la segunda quincena de enero.

Pouteria campechiana (Fig. 12.m) presentó un comportamiento muy irregular que duró aproximadamente ocho meses. Las quincenas de mayor floración fueron la segunda de marzo y la primera de abril con 57.1% y 75% respectivamente. Durante estas fechas estuvieron activos el 100% de los individuos.

Cryosophila argentea (Fig. 12.n) por su época de floración, únicamente se tuvo oportunidad de observar dos períodos incompletos de los años que incluyen el estudio. Es decir, se observó el final de la floración del año 1995 y el inicio de la floración del año 1996. Esto fue problemático debido a que no se pudo seguir una buena secuencia entre la floración y la fructificación. Por otro lado, tanto en 1995 como en 1996, la producción de inflorescencias fue baja, ya que solamente tres árboles (30%) estuvieron activos, produciendo únicamente un racimo por árbol, pudiendo llegar a producir hasta cuatro.

Por último, Sabal morrisiana (Fig. 12.o), no fue incluido en los grupos o "clusters", porque no se observó un período completo de floración. Sin embargo, se puede observar en la Figura respectiva, una tendencia de comportamiento a florecer en época lluviosa, llegando a un máxima actividad la segunda quincena de agosto con 52.5%, floreciendo el 60% de los individuos.

Figura 12. Las siguientes páginas corresponden a las gráficas del comportamiento individual de floración de las 14 especies estudiadas.

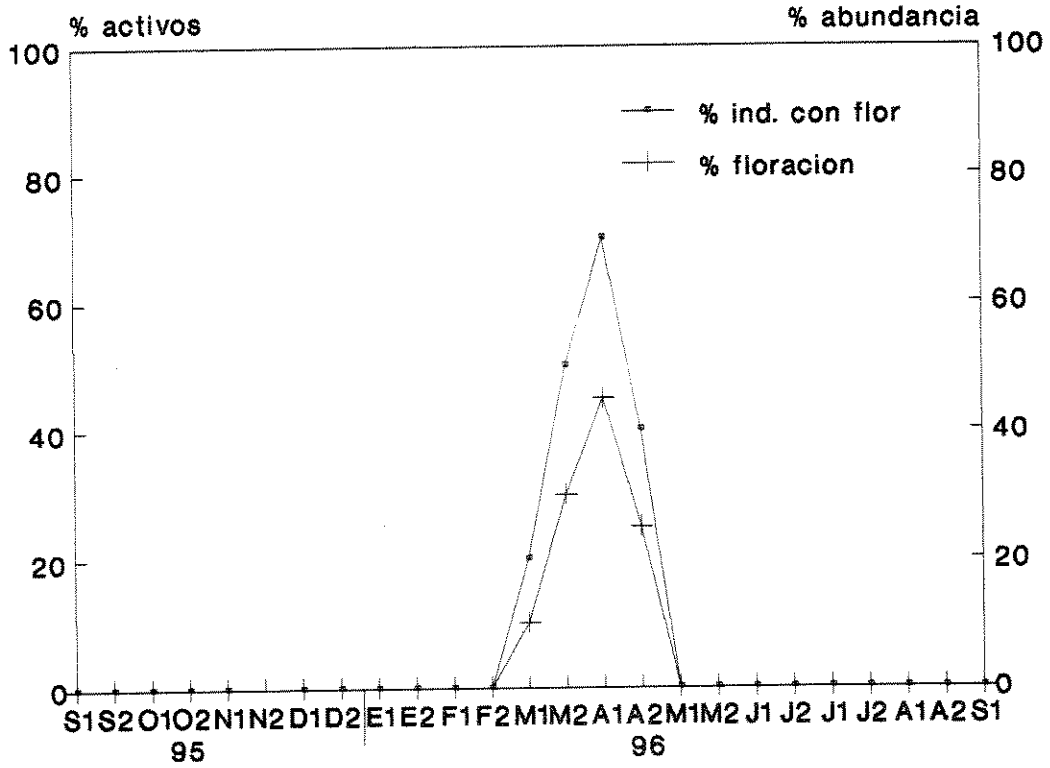
a-h Especies que florecen en época seca (p.41-44).

i-m Especies que inician a florecer en época lluviosa y finalizan en época seca (45-47)

n. especie que florece sólo en época lluviosa (47)

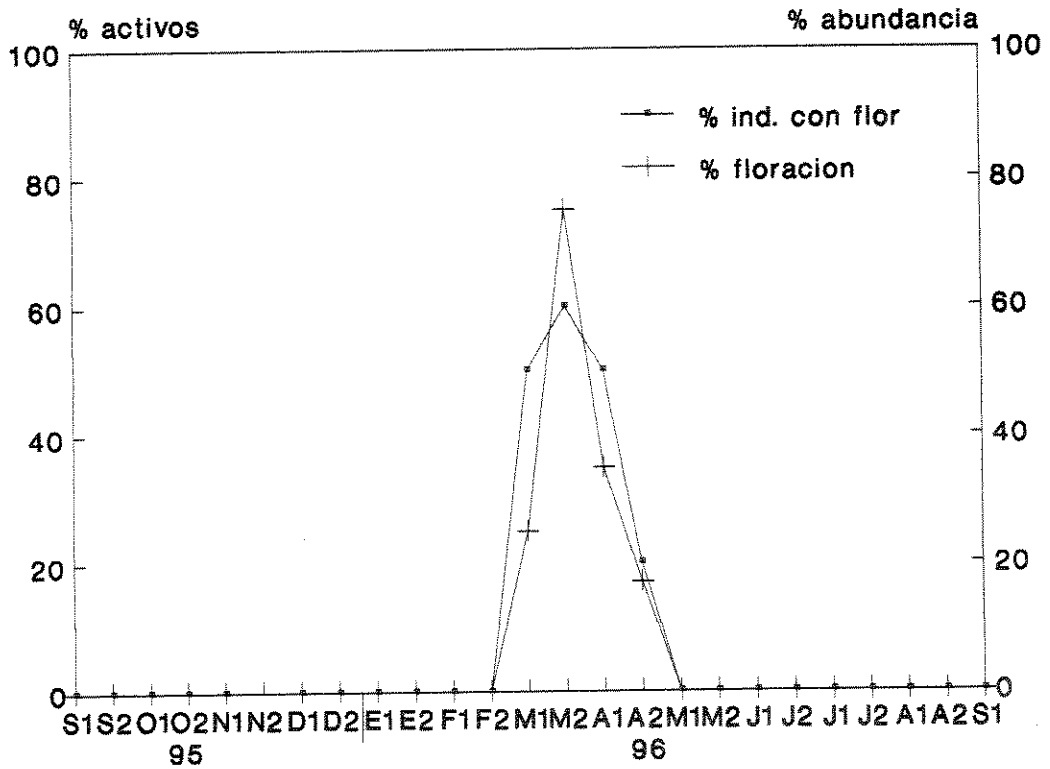
o. Sabal morrisiana(48).

12a. *Blomia prisca*

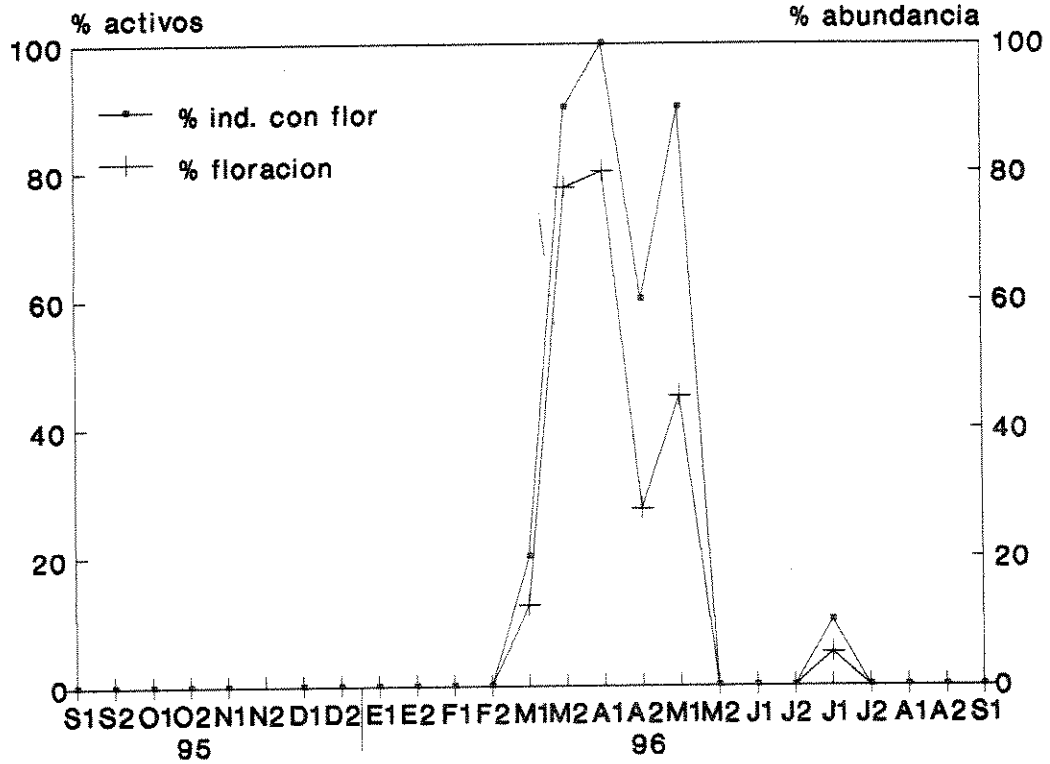


41

12b. *Pouteria reticulata*

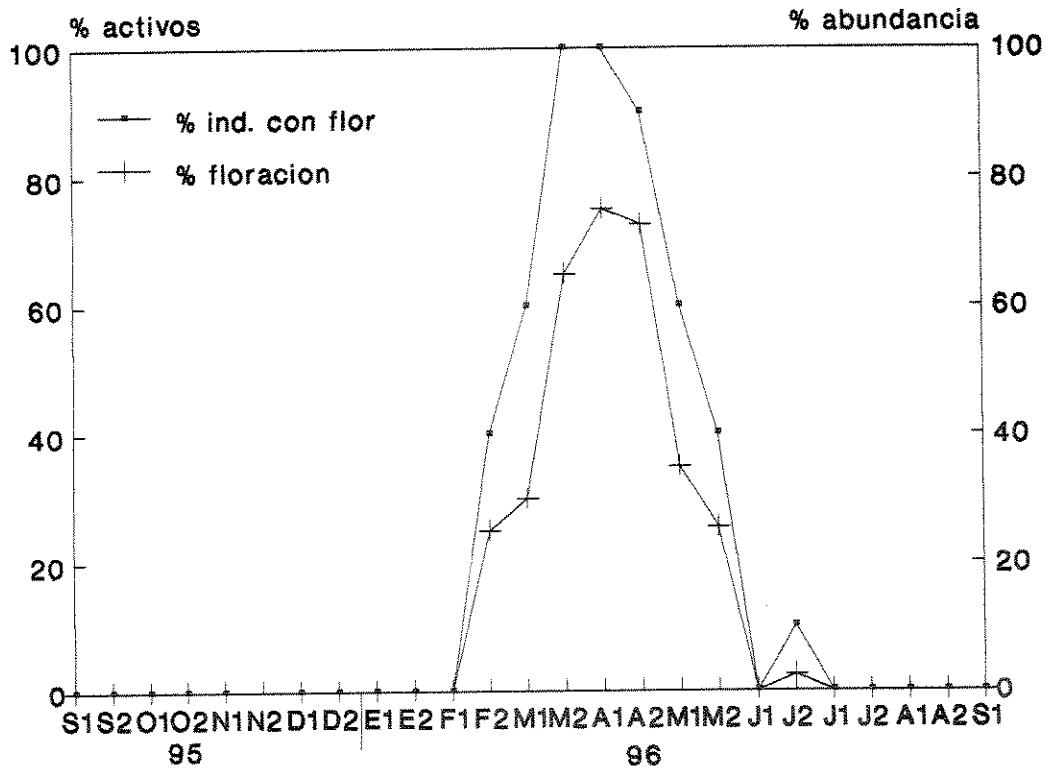


12c. *Manilkara zapota*

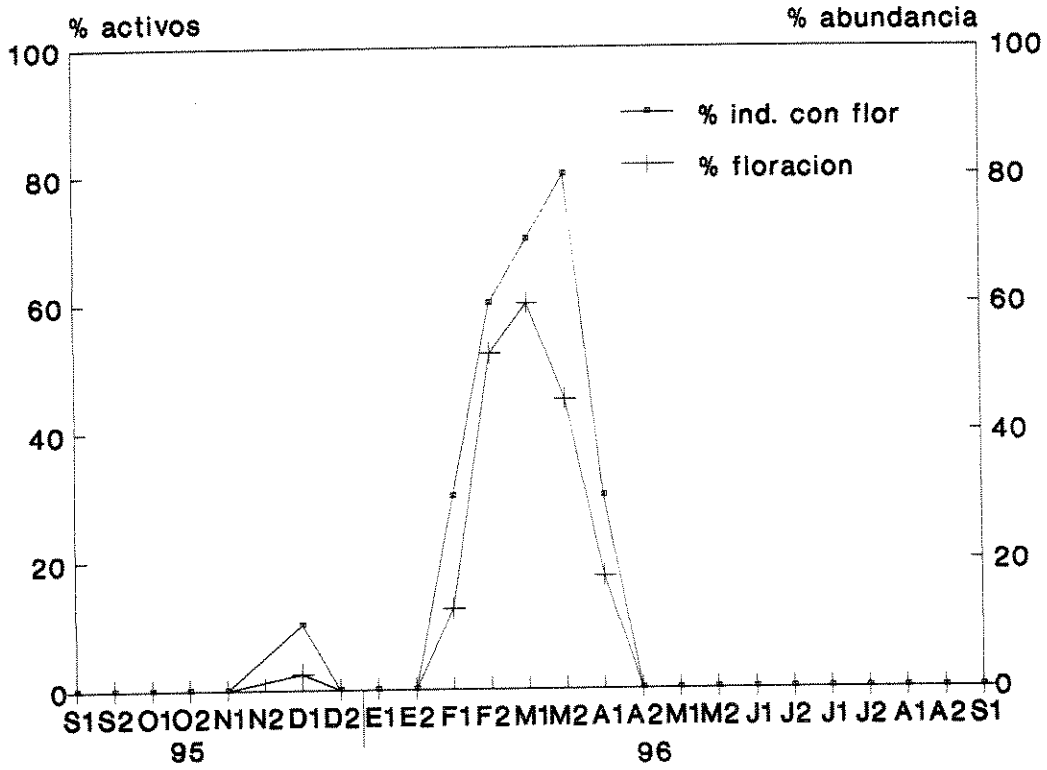


42

12.d *Pimenta dioica*

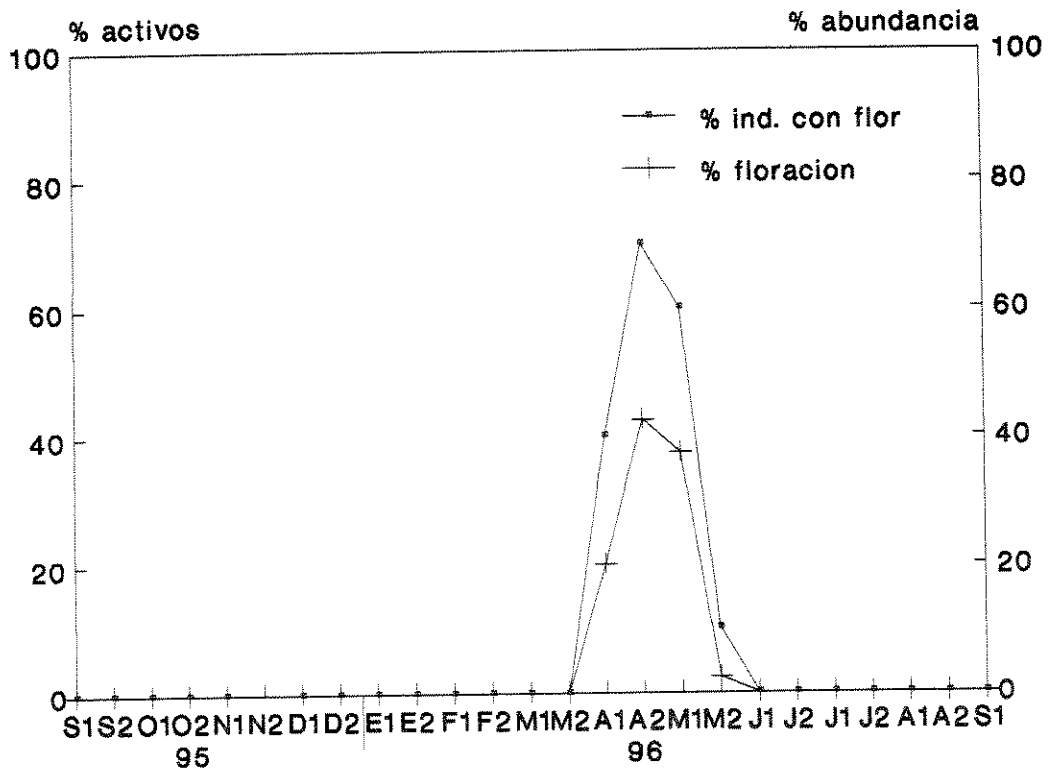


12.e *Protium copal*



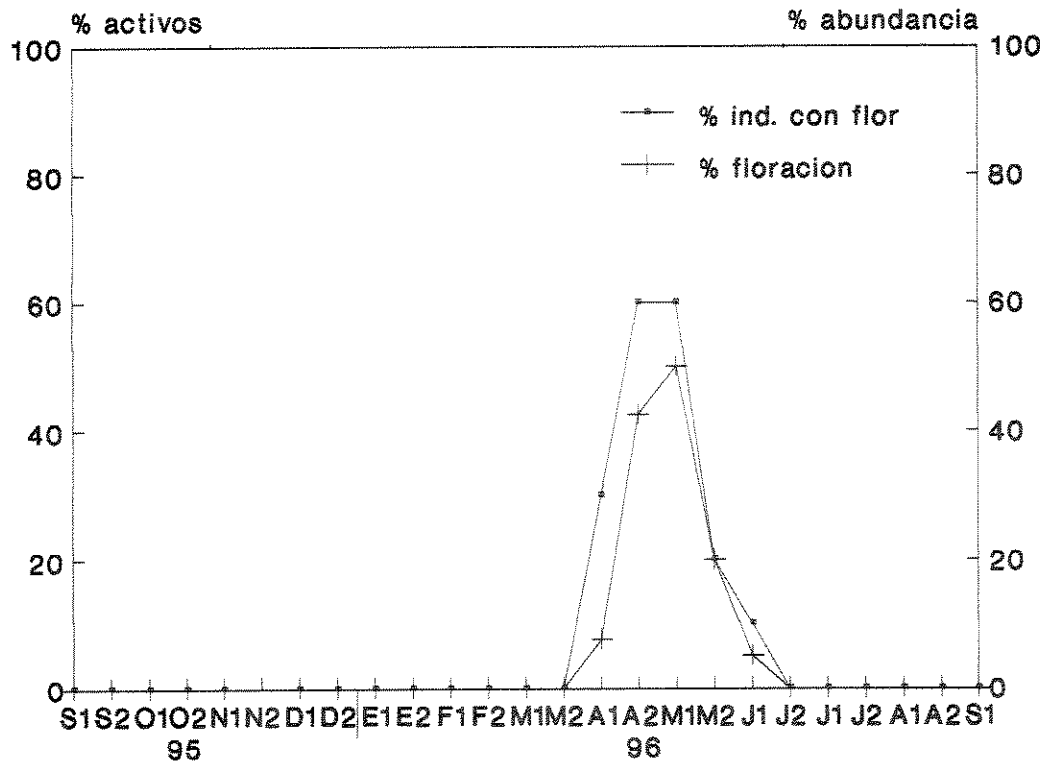
43

12f. *Bursera simaruba*



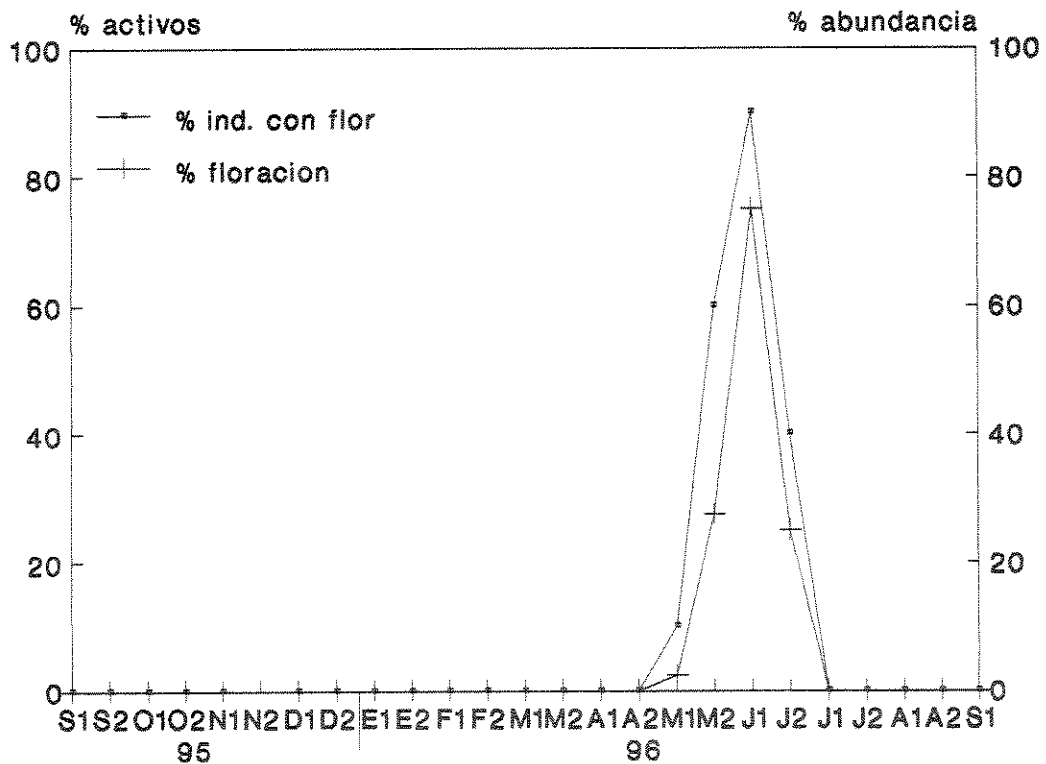


12g. *Vitex gaumeri*

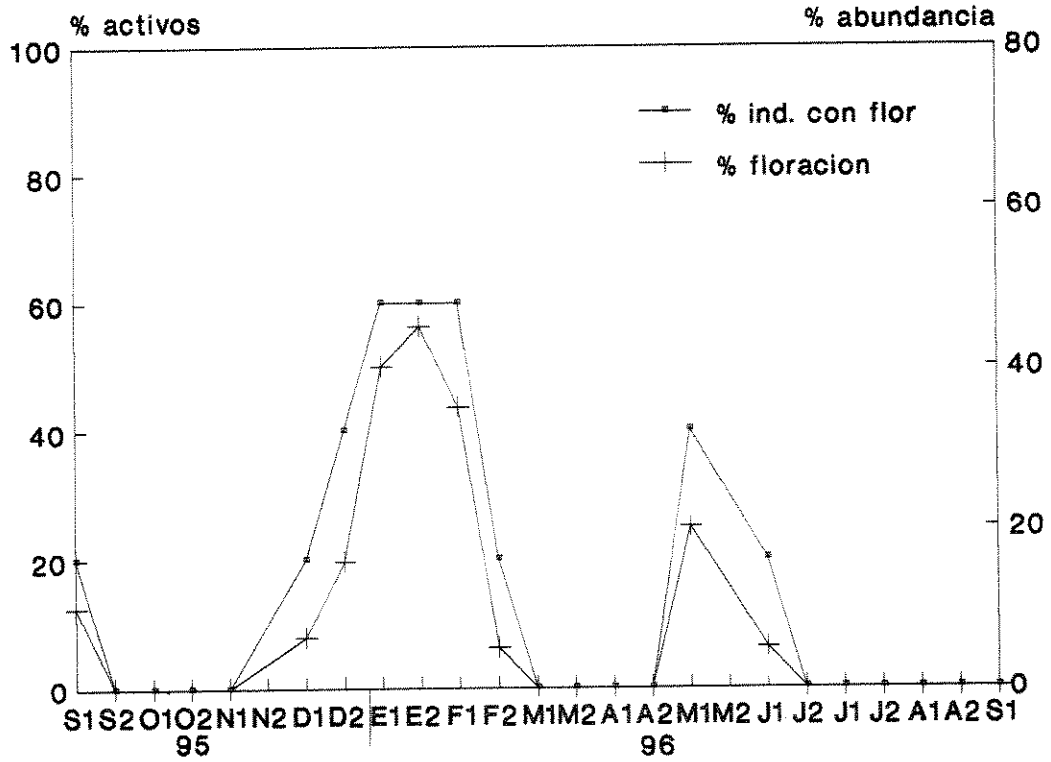


44

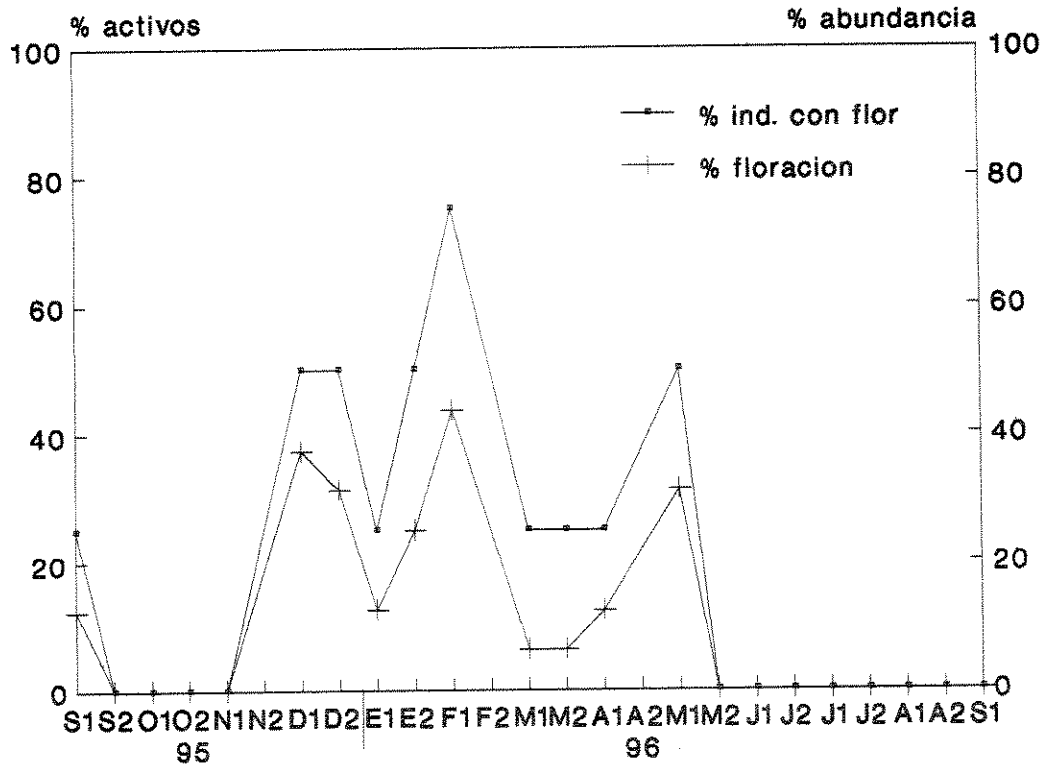
12h. *Spondias mombin*



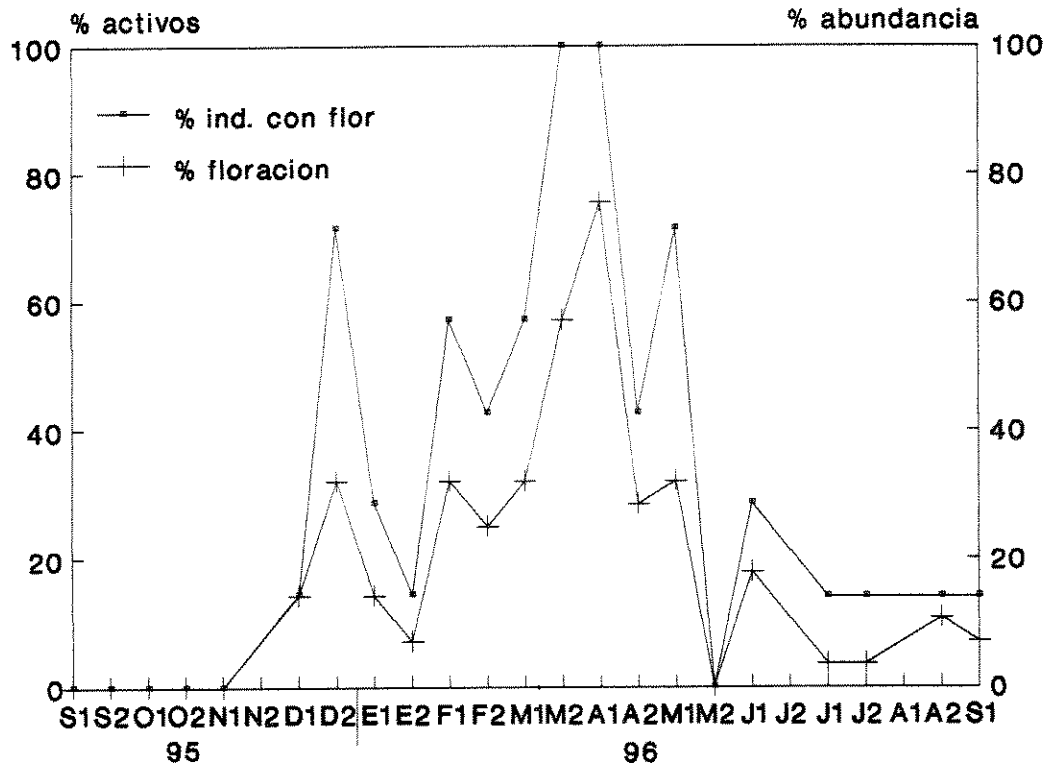
12k. *Brosimum alicastrum* (fem)



12l. *Brosimum alicastrum* (masc)

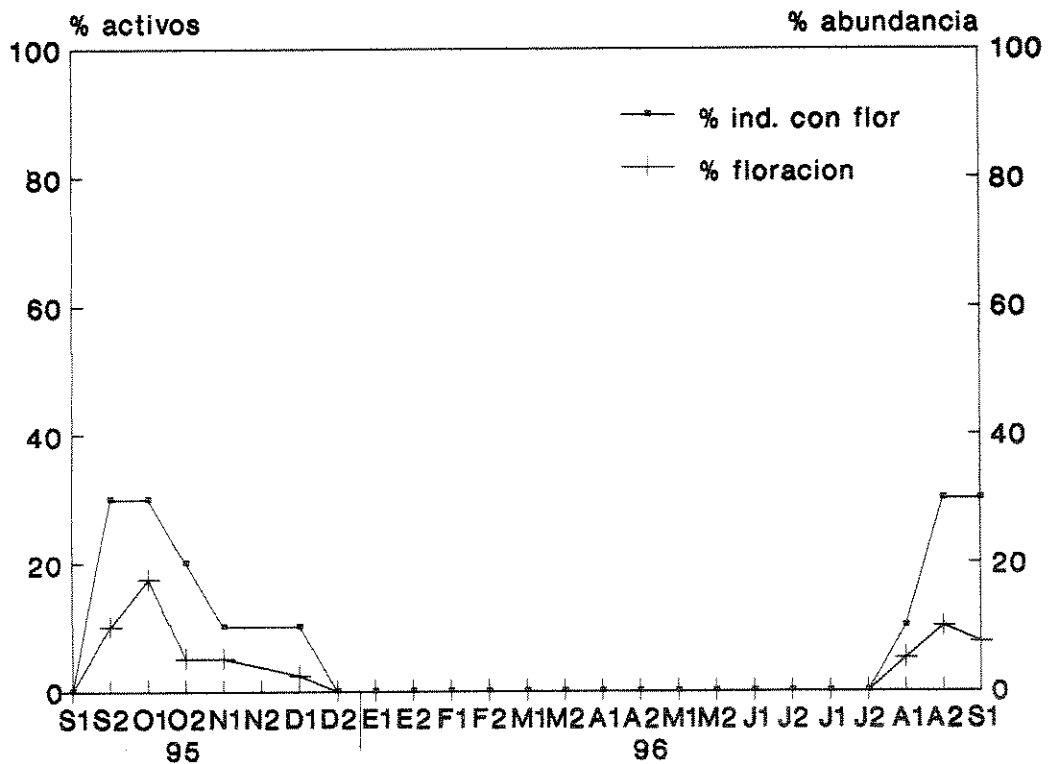


12m. *Pouteria campechiana*

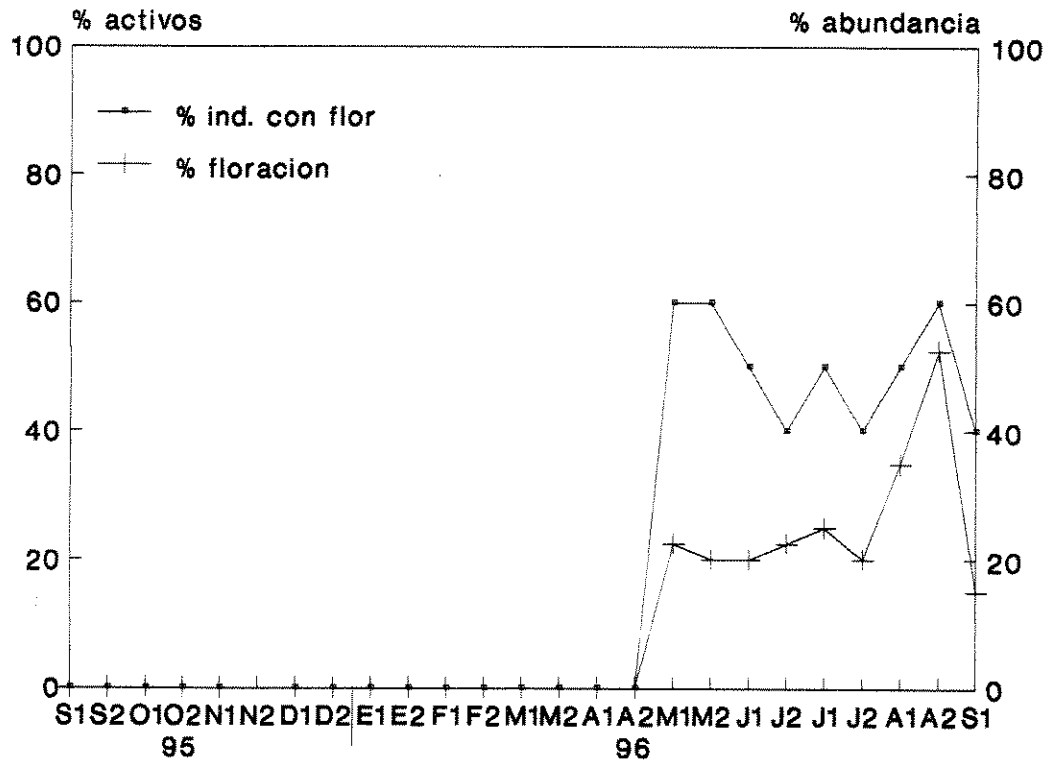


47

12n. *Chrysophila argentea*



## 12.o *Sabal morrisiana*



## 6.4.2 FRUCTIFICACION:

El comportamiento de fructificación se muestra en la Fig. 13. En cada gráfica, además de la actividad de la población se puede observar la actividad de fruto inmaduro y maduro. Las especies están agrupadas, al igual que en floración, por el análisis "cluster" (Ver 6.3.2). A continuación se describen para cada especie, los períodos de madurez, producción máxima y animales consumidores.

### GRUPO I

Protium copal (Fig. 13.a) presentó porcentajes bajos de fructificación, no mayores de 12.5% para fruto verde y de 2.5% para fruto maduro. Este último se observó inicialmente durante la primera quincena de junio de 1996. Fructificaron únicamente el 50% de los individuos observados. Los consumidores principales son los psitácidos, quienes prefieren el fruto inmaduro.

Pouteria reticulata (Fig. 13.b) tuvo una producción de fruto verde constante durante abril y mayo (27.5%), apareciendo frutos maduros a partir de la primera quincena de junio, llegando a una máximo de 12%. El principal consumidor de este fruto es la cojolita (Penelope purpurascens), y aunque no se observó directamente se encontraron rastros que indican que los monos araña (Ateles geoffroyi) también se alimentan de este fruto (Anexo 3).

Pimenta dioica (Fig. 13.c) tuvo un período de madurez de 3.5 meses. El máximo porcentaje de fruto inmaduro fue de 17.5% y fructificó únicamente el 20% de los árboles, del 100% de individuos que florecieron. El fruto maduro se observó la primera quincena de agosto, llegando hasta 3.8% de actividad. Esto indica que pudo haber consumo del fruto verde, aunque no fue observado.

Pouteria campechiana (Fig. 13.d) presentó un comportamiento irregular porque se observaron dos picos de fructificación. El primero en la segunda quincena de abril (25%) y el segundo que es un poco mayor en la segunda quincena de mayo (42.5%). Durante este período también se observó el mayor porcentaje de árboles en actividad (85.7%). Se

observaron frutos maduros a partir de la primera quincena de junio, aunque se observó poco (4.7%). Al igual que en otras especies, el consumo puede ser causa del bajo éxito de madurez. Los principales consumidores fueron los psitácidos (Anexo 3).

Vitex gaumeri (Fig. 13.e) presentó durante el período del estudio, dos cosechas incompletas, una en 1995 y otra en 1996 (Fig. 13.e). En 1995, se observó la fructificación avanzada, es decir que desde el inicio se observó fruto verde y maduro, con porcentajes de 18.9 y 16.2 respectivamente, y con 60% de individuos activos. En la nueva cosecha de 1996, sin embargo, se observaron 90% de árboles activos, aunque únicamente con fruto verde (40%). Durante el estudio no se observaron consumidores directos, pero sí se observaron rastros de venado (Odocoileus virginianus) y tepezcuintle (Agouti paca).

Trichilia minutiflora (Fig. 13.f) es una especie de período corto de fructificación. Tuvo la mayor producción la primera quincena de mayo (24.3% fruto verde y 5.4% fruto maduro). Fructificó el 70% de los individuos. El fruto madura a inicios de la época lluviosa. Durante el estudio no se observaron consumidores de la especie.

Blomia prisca (Fig. 13.g) tuvo poco éxito de fructificación, respecto a la floración (Fig. 12 a). El máximo de producción de fruto verde fue en la segunda quincena de abril (12.5%) y de fruto maduro fue en la segunda quincena de mayo con el mismo porcentaje de actividad. Entre los principales consumidores del fruto maduro de esta especie están el pizote (Nasua narica) y los loros (Amazona sp). Otro depredador importante es el venado (Odocoileus virginianus) pero consume los brotes de hoja (Anexo 3).

Spondias mombin (Fig. 13.h) fue la única especie que inició y terminó de fructificar en época lluviosa, aunque como ocurrió con Vitex gaumeri, no fue posible observarla por un período completo. La producción no fue la misma durante los dos años, ya que el porcentaje máximo de producción en 1995 fue de 17.5, estando activos 60% de los individuos; mientras que la producción de 1996 fue mayor (30%) estando también 60% de los individuos activos. En esta especie no se pudo diferenciar visualmente el fruto inmaduro del fruto maduro,

debido a que no varía en color ni en tamaño, únicamente en suavidad. Sin embargo se estima que existió fruto maduro en octubre y noviembre, porque se encontraron frutos en el suelo comidos por monos araña (Ateles geoffroyi) quienes según las observaciones prefieren este fruto maduro. Otra especie que se encontró alimentándose de estos frutos fue Dasyprocta punctata.

## **GRUPO II**

Bursera simaruba (Fig. 13.i) tiene un patrón de fructificación especial, ya que durante el estudio se observaron dos cosechas. Los frutos de la primera cosecha (iniciada antes de este estudio) se observaron durante todo el año, porque tardaron en madurar aproximadamente siete meses. Los frutos no maduraron al mismo tiempo, ya que se observaron frutos verdes y maduros durante cinco meses. Durante el período en que los árboles presentaron frutos maduros, el árbol se encontraba defoliado. La floración de la segunda cosecha inició antes de terminar la fructificación de la primera. En algunos casos pudimos observar frutos maduros de la primera cosecha y frutos inmaduros de la segunda cosecha, la cual inició la segunda quincena de mayo de 1996. Durante la primera cosecha fructificaron 60% de los individuos, llegando a 40% de actividad. En la segunda cosecha, fructificó únicamente el 30% de los individuos y el máximo de actividad fue de 12.5%. El fruto maduro (presente durante cinco meses, en la época seca) se observaron hasta 11 especies de aves alimentándose simultáneamente (Anexo 3). Todas las aves comían únicamente fruto maduro.

Brosimum alicastrum (Fig. 13.j) tuvo el período de madurez aproximadamente 6.5 meses, observándose fruto maduro durante 4.5 meses. El máximo de producción fue de 35%, con el 60% de individuos activos. El fruto maduro llegó a un máximo de 14.5% de actividad. En la Figura respectiva, se observa que hubo una segunda producción de fruto (en maya, yaxkin) durante el mes de junio, que maduró rápidamente, de tal manera que había nuevamente frutos maduros en julio, aunque de producción muy baja. Se observó una alta

depredación del fruto verde, principalmente por psitácidos y monos (Ateles geoffroyi y Allouata pigra). El fruto maduro lo come el venado (Odocoileus virginianus) y el coche de monte (Tayassu tajacu). Otros consumidores se indican en el anexo 3.

Manilkara zapota (Fig. 13.k) presentó un patrón especial, ya que el período de maduración duró aproximadamente 10 meses, existiendo un traslape de tres meses entre cosechas, tiempo durante el cual fue posible observar fruto maduro o casi maduro y fruto verde muy pequeño correspondiente a la cosecha del siguiente año. El máximo de producción fue 40% y el fruto maduro llegó a 9% . Durante la primera cosecha estuvo en actividad el 80% de los árboles y al inicio de la segunda cosecha estuvo en actividad el 100%. Fue posible observar bastante fruto inmaduro en el suelo, el cual se encontraba comido por animales como monos y loros principalmente, lo que explica el bajo porcentaje de fruto maduro.

Cryosophila argentea (Fig. 13.l) tuvo una producción baja. El máximo únicamente llegó hasta 17.5%, es decir aproximadamente un racimo por individuo, pudiendo llegar a tener hasta cuatro racimos<sup>7</sup>. El período de madurez duró 7.5 meses. Se comenzó a observar fruto maduro la segunda quincena de abril hasta la segunda quincena de mayo (época lluviosa inicial). El porcentaje de fruto maduro (6.2%) fue mucho menor al de fruto inmaduro, por lo que hubo una alta depredación. Los principales consumidores de estos frutos son las aves grandes como Meleagris ocellata, Crax rubra y Penelope purpurascens, también se observaron rastros de murciélagos.

Trichilia sp. (Fig. 13.m) presentó fruto verde durante 4.5 meses y fruto maduro durante 3 meses. En la Figura correspondiente, se observa una producción máxima de 30%, reduciéndose aproximadamente a la mitad cuando ocurre el fruto maduro (17.5%). Esto puede deberse a una alta depredación por psitácidos. El máximo de individuos con fruto fue

---

<sup>7</sup> Durante el estudio se observaron otros escobos (sin marca) con tres y cuatro racimos.



del 60%.

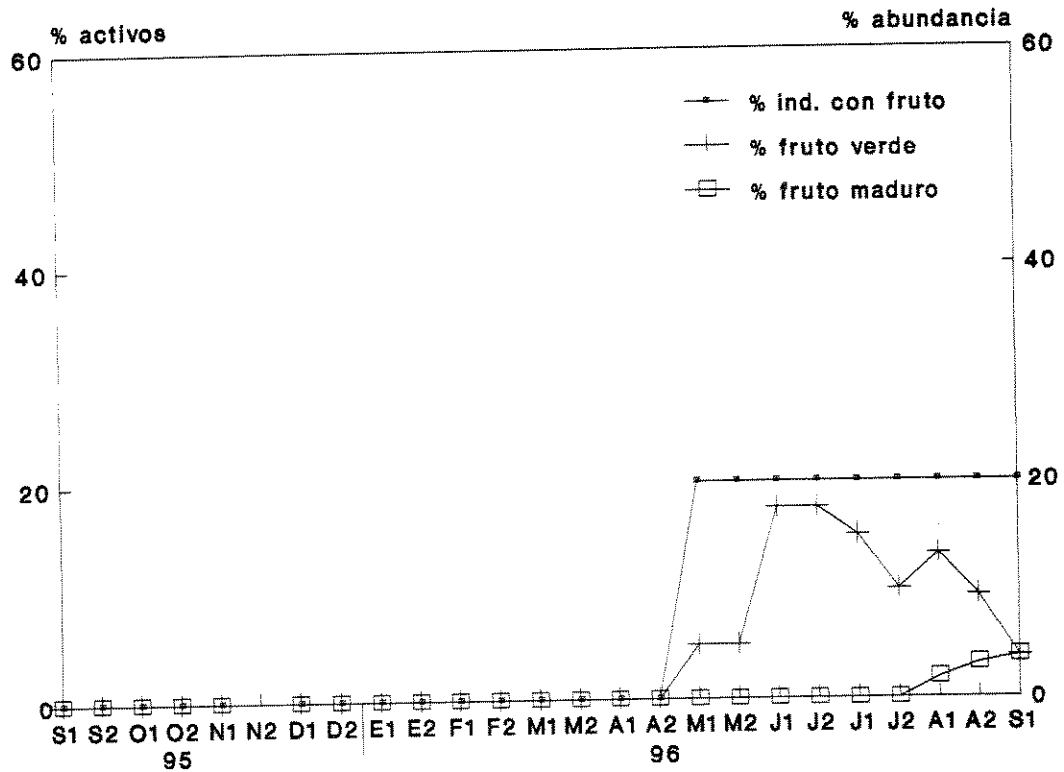
Por último, para Sabal morrisiana no se observó actividad en ninguno de los diez individuos marcados, sin embargo si se observó fructificación en árboles no marcados de la misma especie. En la Fig. 11, se muestra la actividad presentada durante los últimos meses del estudio (agosto-septiembre 1996).

Figura 13. Las siguientes páginas corresponden a las gráficas del comportamiento de fructificación de las 14 especies estudiadas.

a-h especies de período corto y que fructifican en época lluviosa (p.55-58)

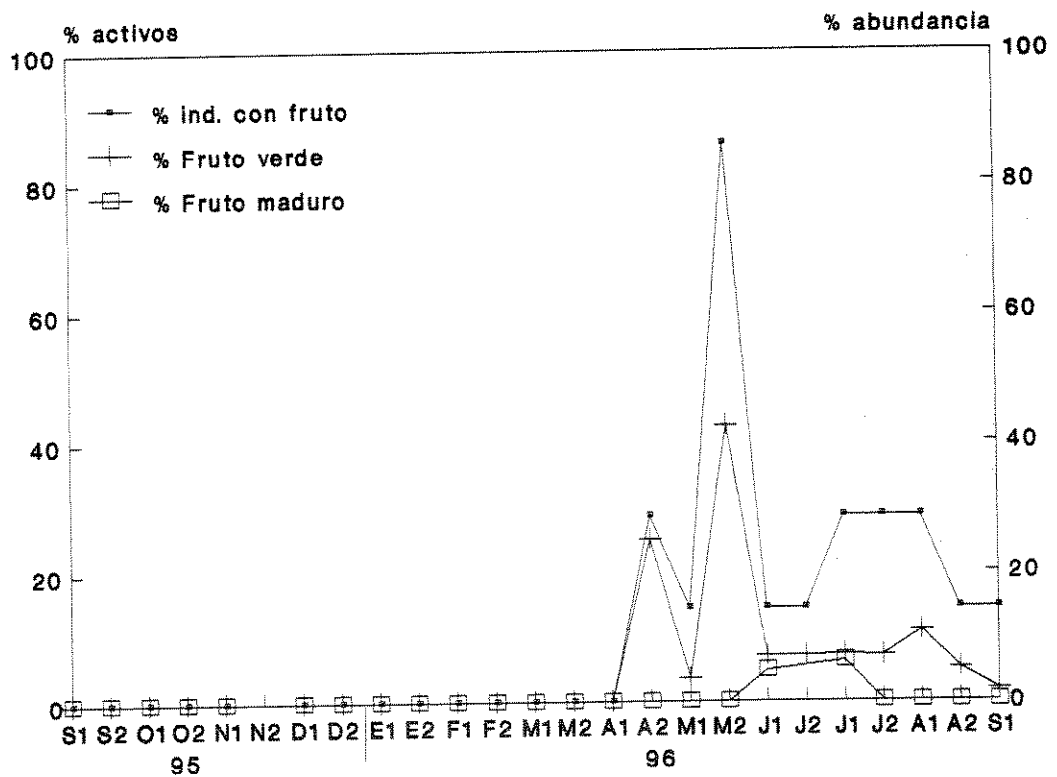
i-m Especies de período largo e inician a fructificar en época lluviosa y finalizan en época seca (p.59-61).

13c. *Pimenta dioica*

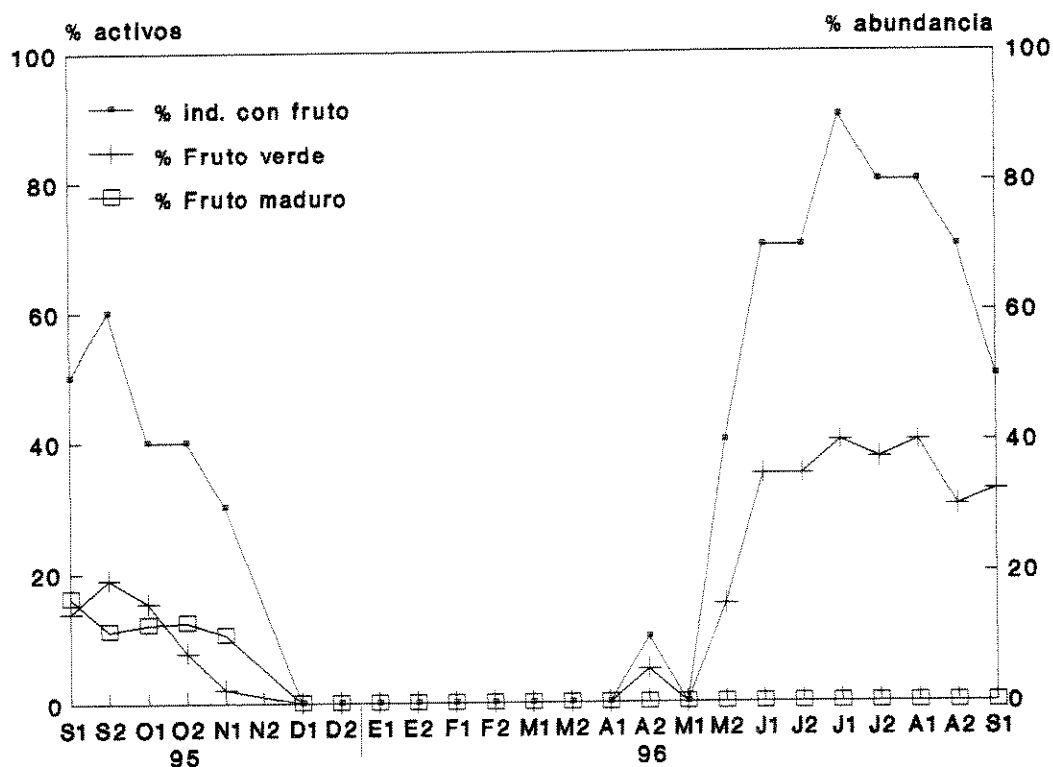


56

13d. *Pouteria campechiana*

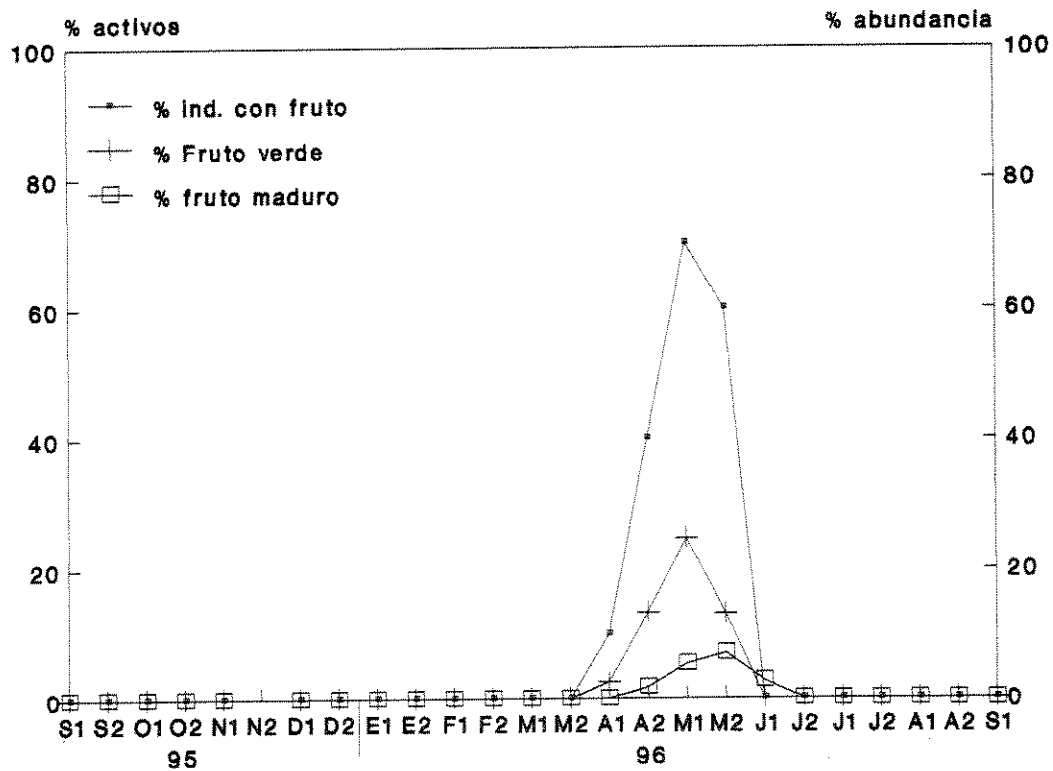


### 13e. *Vitex gaumeri*

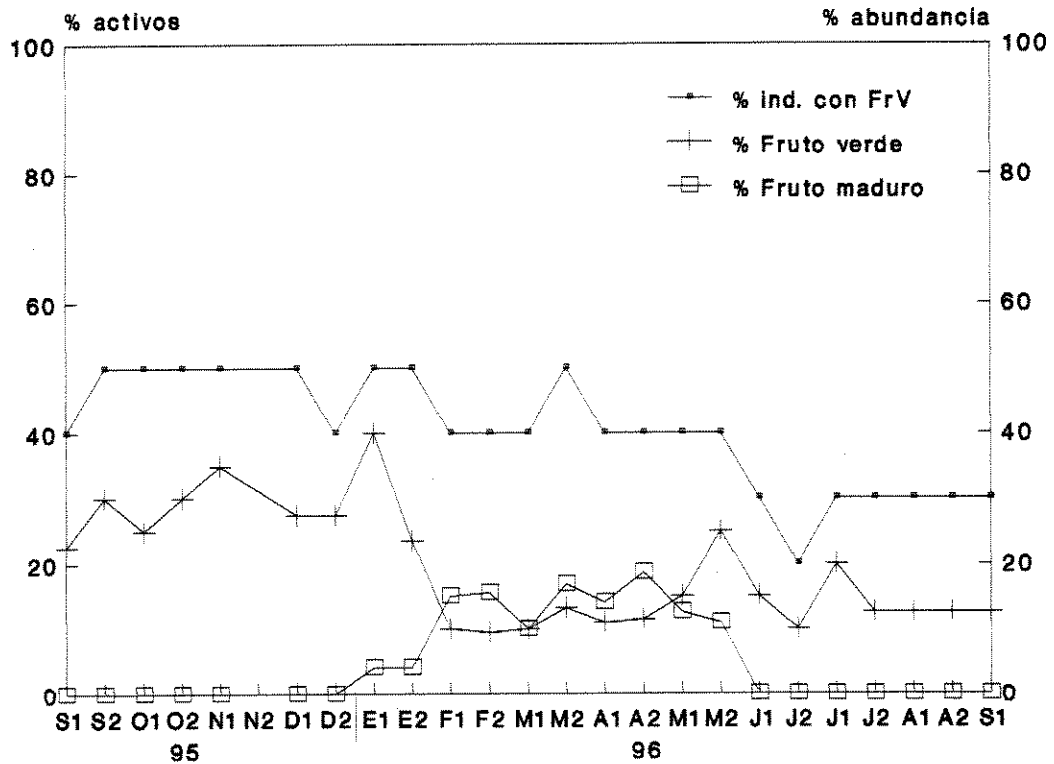


57

### 13f. *Trichilia minutiflora*

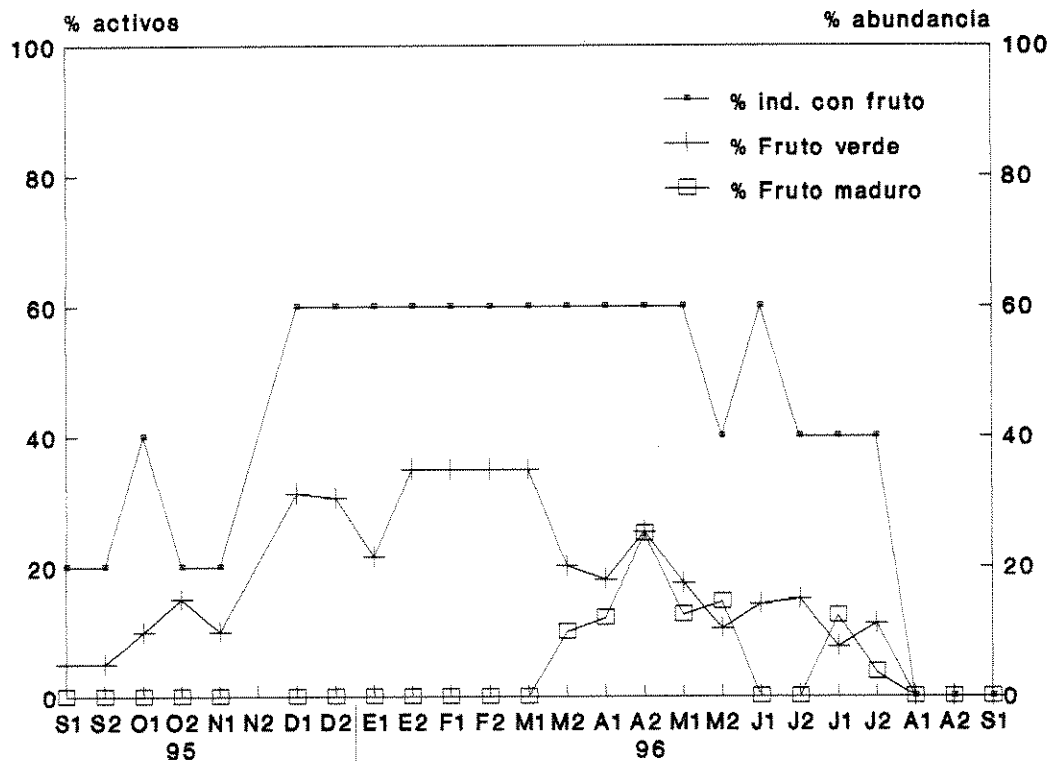


### 13.i *Bursera simaruba*

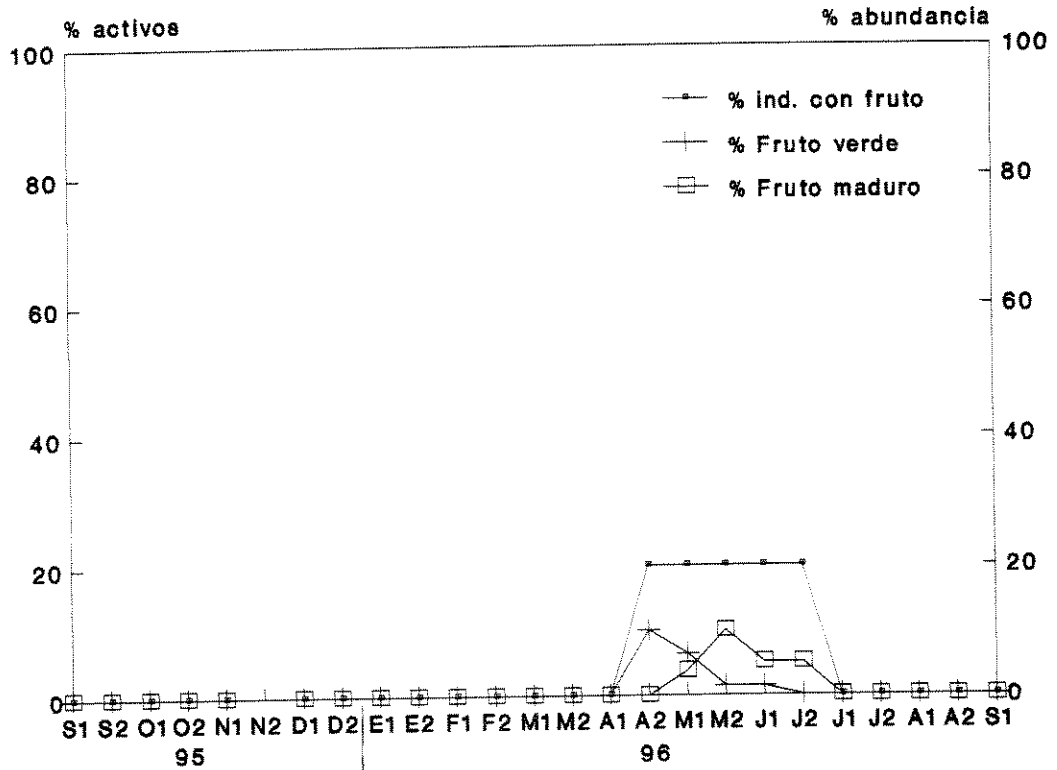


59

### 13.j *Brosimum alicastrum*

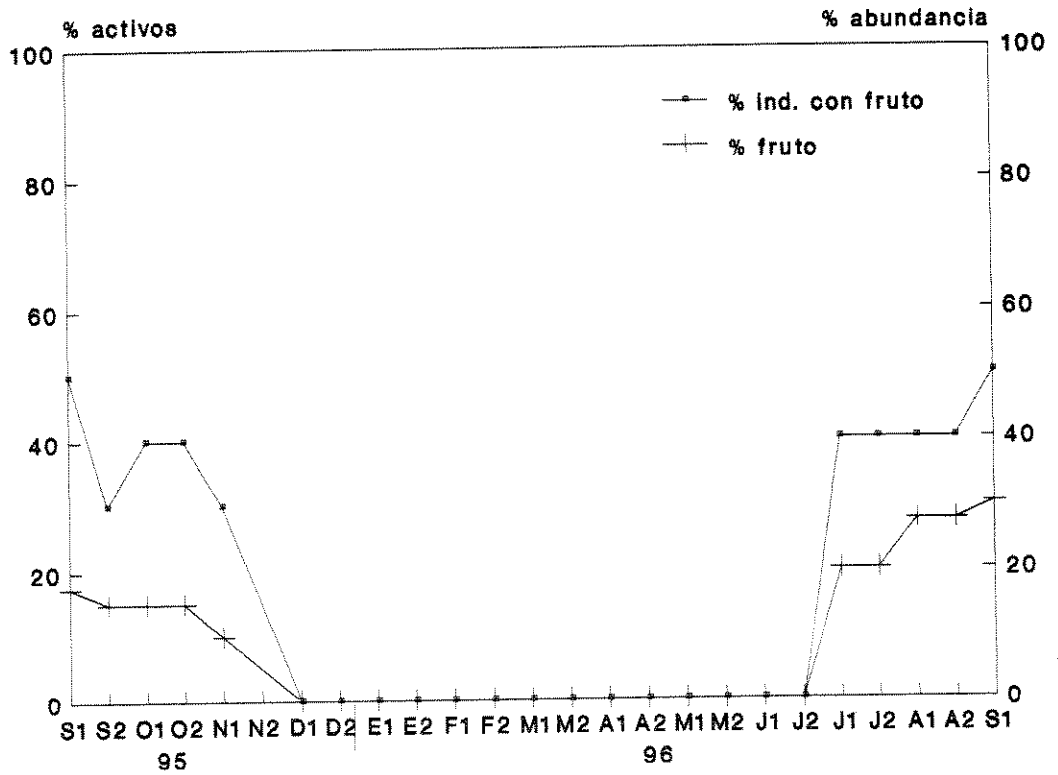


13g. *Blomia prisca*

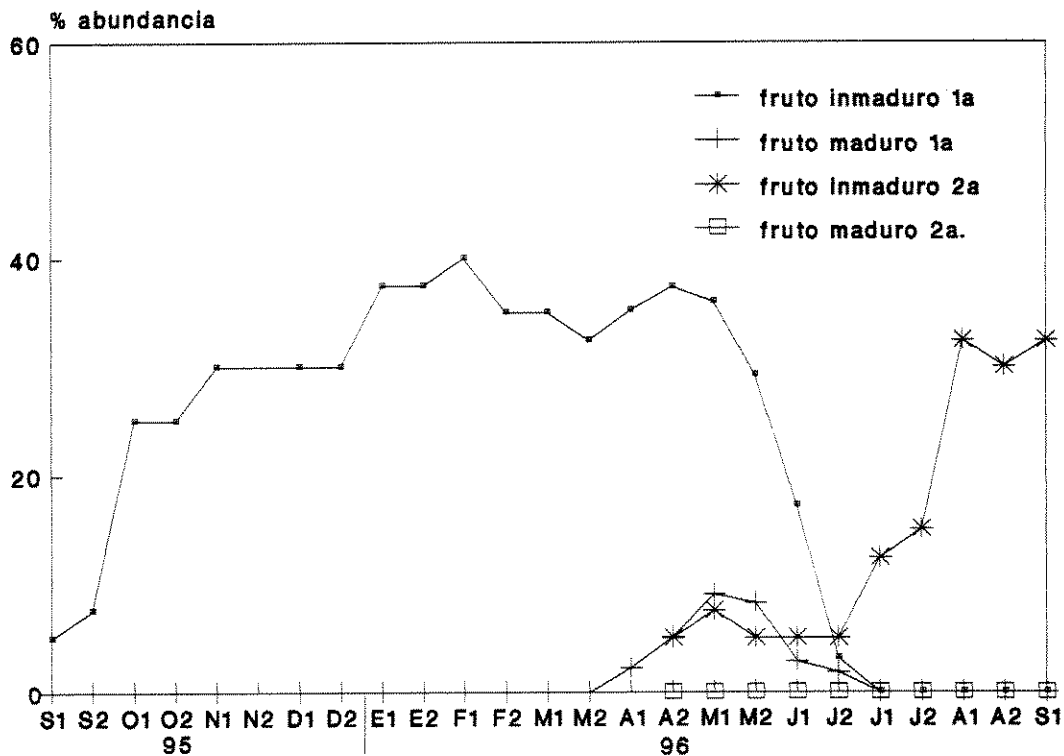


58

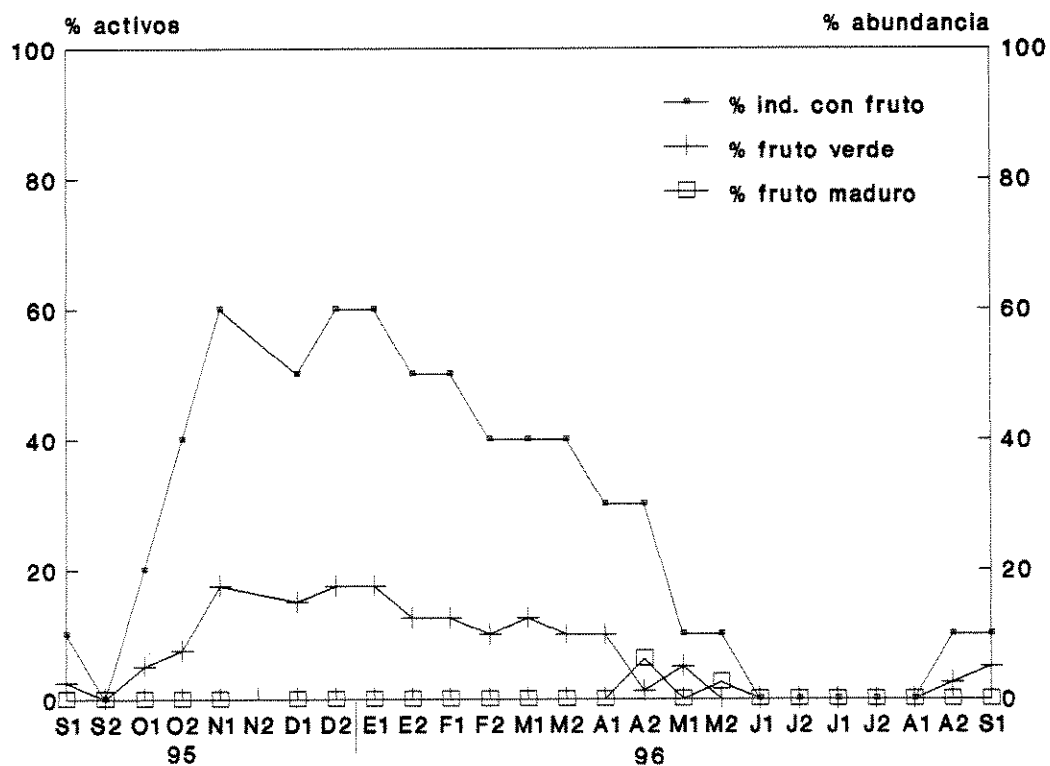
13h. *Spondias mombin*



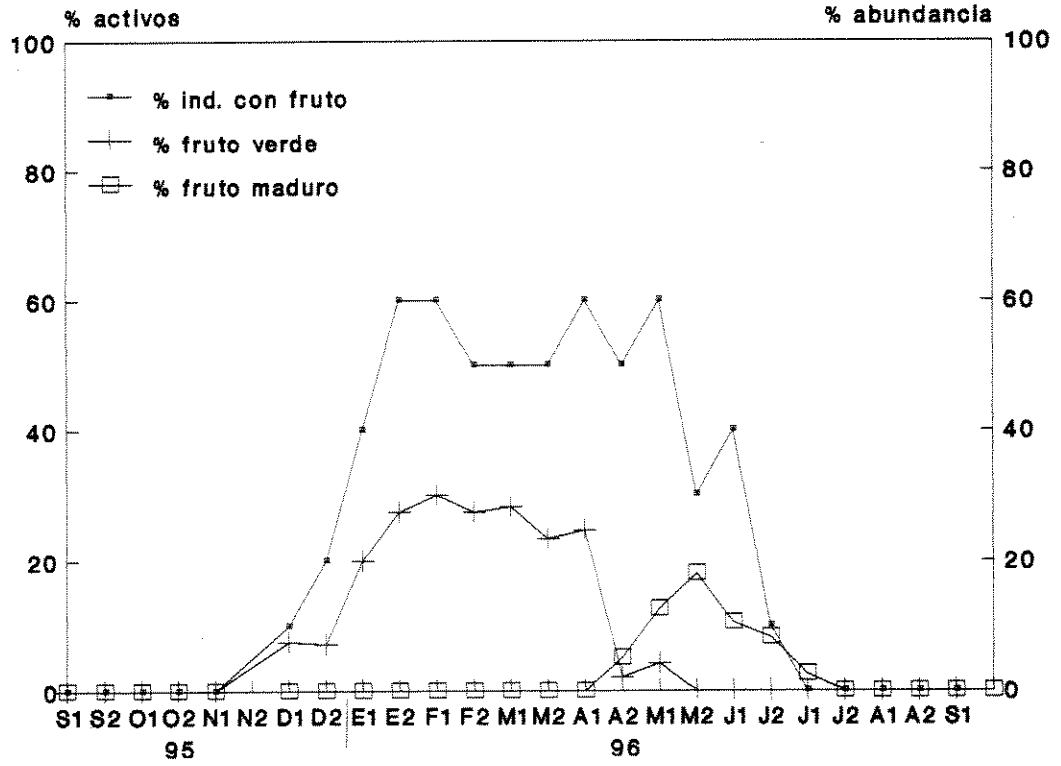
### 13.k *Manilkara zapota*



### 13l. *Chrysophila argentea*



13m. *Trichilia* sp.





## 7. DISCUSION:

### 7.1 DE LA METODOLOGIA:

Para el análisis de la información registrada, debemos tomar en cuenta que las observaciones realizadas tienen ciertas limitaciones, sobre todo en aquellas especies cuya disposición de hojas no permite una observación clara de las flores o inflorescencias cuando inician a brotar (v.g. Brosimum alicastrum). Además, en algunas especies es difícil la observación de fruto verde, ya que se pierden entre las hojas, por ser del mismo color (v.g. Pouteria campechiana). En estas especies, por lo tanto, los valores posiblemente fueron subestimados, pero esto no implicó poder obtener el comportamiento de la especie en determinada fenofase.

Por otro lado, algunas especies presentaron algunas limitaciones por su morfología, por ejemplo, Pimenta dioica, que es una especie preferencialmente dioica, es decir que tiene la facultad de producir flores funcionalmente de un mismo género, en un determinado tiempo (Purseglove et al 1981). Es por ello que la fructificación fue poco exitosa (20%). Con este dato y otras observaciones que se llevaron a cabo, se llegó a la conclusión de que 7 de 24 individuos que florecieron también fructificaron. Si se asume que el cien por ciento de los árboles femeninos fructificaron, se obtiene una proporción de 1 árbol hémbras/3 árboles machos. Se debe tomar en cuenta que esta proporción sería específica para Tikal en este año. Otra especie que presentó una dificultad similar detectada durante el estudio fue Brosimum alicastrum. Esta es una especie dioica, aunque no se sabe si todo el tiempo (Berg 1972), sin embargo, en la literatura disponible al iniciar el estudio (Stanley et al 1958-1969) la especie estaba descrita como monoica. No obstante, debido a que las inflorescencias presentan dimorfismo sexual, los árboles masculinos y femeninos pudieron ser detectados durante el estudio analizándose por separado. Trichilia minutiflora también es una especie dioica (Pennington et al 1981), pero a diferencia de Brosimum alicastrum, no fue posible detectar las inflorescencias masculinas y femeninas, porque son muy parecidas. Además al tiempo de obtener esta información, la época de floración ya había terminado. Sin embargo, con los datos obtenidos y si el cien por

ciento de los árboles femeninos fructificaron, se puede asumir que la proporción entre sexos fue de 3 árboles hembras/7 árboles machos. Otra especie, *Pouteria campechiana*, presenta un problema mayor, ya que no se sabe con certeza si la planta es dioica (Pennington 1990), así que posiblemente se están subestimando los valores de fructificación.

Inicialmente en el análisis estadístico, se decidió realizar un análisis de correlación entre foliación (brote) e inicio de la floración (botón), y, entre floración y fructificación con la temperatura y precipitación. Sin embargo, no se obtuvo correlaciones aceptablemente significativas (anexo 4). Esto se debió posiblemente a que el grano de los datos no era suficientemente fino para obtener buenos resultados, además, las variables meteorológicas no eran manipulables. Por otro lado, algunos autores opinan que las variaciones estacionales de estos fenómenos no son únicamente consecuencia del comportamiento de la precipitación y temperatura, sino que también, influyen otros factores como la disponibilidad de agua del suelo (Bochert 1992) y fotoperíodo (Brook *et.al* 1996). También, pueden existir otras causas como la actividad entre animales polinizadores y dispersores (Kinnaird 1992, Foster 1990) o causas morfológicas y bioenergéticas dentro de las plantas (Kinnaird 1992). No obstante, estas correlaciones mostraron algunas tendencias de comportamiento, las cuales, finalmente fueron analizadas gráficamente, ya que la información gráfica es más manejable que los valores numéricos, porque debido a la cantidad y complejidad de los números, tienden a opacar los modelos de comportamiento fenológico (Newstrom *et.al.* 1994).

## **7.2 DE LA FENOLOGIA DEL CONJUNTO DE ARBOLES ESTUDIADOS:**

La fenología reproductiva de las especies estudiadas en PNT, presentó un comportamiento estacional, aunque la floración fue aún más estacional que la fructificación. Los análisis de correlación y la definición de épocas secas y lluviosas indican que la floración de la mayoría de los árboles estudiados ocurrió durante la época seca y de temperaturas más elevadas. Estos resultados son compatibles con los obtenidos de bosques tropicales con precipitación similar al de PNT, tal es el caso de un bosque en india (1100 mm) (Murali y Sukumar 1994). En cambio, bosques bajo

condiciones climatológicas diferentes, han presentado floración en épocas diferentes, tal como sucede en un bosque deciduo en México (Bullock y Solis-Magallanes 1990) o en un bosque seco en India (600 mm), donde la floración ocurrió en épocas de mayor precipitación. En el bosque de India, este comportamiento se debió a que se presentó una época seca muy drástica por lo que la disponibilidad de agua en el suelo es casi cero, afectando ésto en el inicio de la floración (Murali y Sukumar 1994).

La fructificación tuvo su mayor producción en la época lluviosa y de temperaturas altas. Este comportamiento es similar a un bosque estudiado en India (Murali y Sukumar 1994), un bosque húmedo en Costa Rica (Frankie *et.al.* 1990) y al bosque de la Isla de Barro Colorado en Panamá (Foster 1990), donde las condiciones de precipitación son similares. Comportamientos diferentes a éste ocurren en bosques secos, tal como el bosque seco de la Estación Biológica La Selva, en Heredia, Costa Rica (Frankie *et.al.* 1990) y un bosque de galería en Kenya (Kinnaird 1992) donde el fruto maduro ocurre durante la época seca.

Algunos bosques tropicales, donde la precipitación es muy elevada (4000-6000 mm) los comportamientos fenológicos, no han presentado estacionalidad alguna. Ejemplos de este comportamiento se puede encontrar en un bosque premontano húmedo de Colombia (Hilty 1980) y un bosque tropical en la Isla Henderson en el Pacífico, entre Australia y América del Sur (Brook *et.al.* 1996). Este último estudio demostró que la precipitación es un factor que determina cierta tendencia a estacionalidad, ya que en este lugar, tanto la precipitación como la fructificación no presentaron durante el año algún patrón definido.

### **7.3 DE LOS PATRONES FENOLOGICOS:**

Hasta la fecha, ha sido difícil determinar patrones fenológicos en bosques tropicales (Newstrom *et.al.* 1994). Esto es debido a que una alta diversidad de especies obliga a tener diferentes estrategias para evitar la competencia de polinizadores y dispersores, además que éstas mismas están relacionadas a las condiciones abióticas (Foster 1990).

Por ejemplo, en PNT, las especies que florecieron en la época seca (grupo i) tuvieron períodos de floración más cortos que los que florecieron en época lluviosa (grupos ii y iii). Esto podría ser porque en la época seca hay mayor cantidad de polinizadores<sup>7</sup>, logrando las plantas una fecundación más rápida y de mayor éxito que las que florecen en época lluviosa, quienes para producir más frutos deben florecer por más tiempo. Los polinizadores por su parte, se benefician más durante la época seca, ya que la caída de hojas de muchas especies (v.g. Bursera simaruba y Spondias mombin) favorecen la visibilidad de las flores. Además, la falta de lluvia evita que se aneguen los nidos de las abejas en el suelo (Janzen 1967). Estas diferencias entre patrones también contribuyen a evitar la competencia por los polinizadores (Foster 1990). Únicamente Trichilia sp. (cedrillo colorado) no encaja con estos patrones, ya que su floración es en época lluviosa y de período más o menos corto, por lo que su estrategia de polinización debe explicarse por otras razones. Tal vez depende de polinizadores específicos o que durante esa época, la escasez de alimentos obliga a los polinizadores a buscar plantas como ésta.

Los patrones de fructificación también mostraron estrategias interesantes. La mayoría de especies del grupo i de floración también pertenecen al grupo i de fructificación a excepción de Bursera simaruba y Manilkara zapota. Además todas las especies estudiadas presentaron fruto maduro en la época lluviosa a excepción de Brosimum alicastrum, que inició al final de la época seca y Bursera simaruba que tuvo fruto maduro completamente durante la época seca. Los períodos de mayor fructificación coinciden con los períodos de reclutamiento por nacimientos de muchas poblaciones animales estudiadas en PNT (Ramírez 1995, Negreros 1996, Jolon 1996).

Las especies del grupo i, presentan en general períodos más cortos de maduración que los del grupo ii. Esto puede deberse a la necesidad de una producción de frutos más alta y prolongada, por la actividad de los consumidores, los cuales ejercen más presión sobre las especies del grupo ii que

<sup>7</sup> Según entrevistas realizadas a conocedores del lugar, las abejas constituyen polinizadores importantes en los bosques de la Biósfera Maya, ya que durante

sobre las del grupo i (anexo 3, Cant 1990, Rivas 1995, Jolon 1996). Trichilia minutiflora fue la especie con período más corto de maduración y además presentó una cosecha de frutos muy baja con respecto a las otras especies estudiadas, pero a la vez posee pocos consumidores, ya que durante el estudio no se observó ninguno. Las especies del grupo i, de semillas más pequeñas (Protium copal, Pouteria reticulata, P. campechiana y Blomia prisca) presentan un período de fruto maduro diferente a las especies con semillas más grandes (Vitex gaumeri y Spondias mombin). Esto se debe a que las primeras especies probablemente tienen mayor facilidad de ser tragadas y diseminadas que las otras dos especies, las cuales necesitan menos competencia para ser diseminadas con más éxito. Para S. mombin, por ejemplo, presentar un período de fructificación en época distinta puede deberse a que poseen una estrategia de diseminación por escasez de alimentos, como sucede en Barro Colorado, donde las cotuzas (Dasyprocta punctata) comen la pulpa de estos frutos y luego transportan las semillas aunque no las coman (Smythe 1970).

Las especies del grupo ii, traslapan sus épocas de fruto maduro por lo menos durante un mes en el año (abril-mayo) al inicio de la época lluviosa, aunque los datos de abundancia individual indican que el pico máximo de cada especie no sucede al mismo tiempo (Fig. 13.i,j,k,l,m). Únicamente Bursera simaruba posee el período de fruto maduro en época seca y éste es más prolongado. Esta especie produce altas cantidades de frutos y no maduran al mismo tiempo. Probablemente, la razón de este comportamiento se debe a que si todos maduraran al mismo tiempo, quizás no habrían suficientes consumidores, y la energía que se utilizó en la producción de tantos frutos sería mal utilizada (Smythe 1970). De las cinco especies de este grupo, Brosimum alicastrum es la más presionada, ya que además de la alta diversidad de consumidores, los loros y monos araña consumen sus semillas cuando aún está verde (anexo 3, Cant 1990, Rivas 1995 y Jolon 1996). Pero, esta especie a la vez florece y produce fruto durante casi todo el año, además de que la cosecha es

---

la época seca (enero-Mayo) se activan los apiarios de la región, habiendo otro pico de actividad en agosto.

alta.

Por otro lado, los modelos de foliación (Fig. 7) muestran que 10 de los árboles estudiados son estacionales y que los restantes cuatro no son estacionales (Pouteria reticulata, P. campechiana, Brosimum alicastrum y Trichilia sp.) Estas especies además, tienen la característica de ser depredados por folívoros (anexo 3). Esta actividad puede provocar la activación de los meristemas foliares continuamente, ya que si los árboles no producen hojas rápidamente pueden quedar defoliados, como sucedió con todas las sapotáceas (especies simicaducifolias) durante el período de estudio<sup>8</sup>. Este tipo de acciones pueden variar el comportamiento fenológico temporalmente.

---

<sup>8</sup> Durante el estudio, se observó que consumidores invertebrados defoliaron completamente todos los árboles marcados de la familia Sapotaceae.

## 8. CONCLUSIONES:

8.1 La fenología de las especies vegetales, pertenece a un conjunto de interacciones abióticas y bióticas. Es así que el patrón fenológico del conjunto de especies estudiadas en PNT, presentó estacionalidad en la foliación, floración y fructificación.

8.2 El patrón presentó una tendencia de la mayoría de especies a florecer en la época seca con temperaturas altas y a fructificar en época lluviosa con precipitación y temperatura alta. No obstante, existen patrones específicos de cada especie de acuerdo a sus estrategias de polinización y disseminación.

8.3 La duración de los períodos de floración de las 14 especies de árboles estudiados están afectados por la disponibilidad de polinizadores, ya que las especies que florecen en épocas en que los polinizadores son más abundantes (época seca) poseen períodos más cortos que las especies que florecen fuera de esta época.

8.4 Los períodos de fructificación de las especies estudiadas se ven afectados por la depredación por frugívoros, es decir, las especies con mayor presión producen mayor cantidad de frutos por períodos más largos que las especies que están sujetas a menor presión.

8.5 Algunas especies como Bursera simaruba, tienen una producción alta de frutos y una madurez asincrónica por períodos prolongados asegurando así que todos los frutos sean dispersados.

8.6 El conjunto de especies de árboles estudiados, presentaron durante todo el año de estudio, frutos disponibles para la alimentación de las especies cinegéticas. Con ello se aumenta su importancia en el bosque, ya que estas especies, además son altamente preferidas y abundantes.

8.7 Las especies más importantes (Brosimum alicastrum, Manilkara zapota y Cryosophylla argentea) son aquellas que poseen períodos de fructificación largos y su fruto está disponible en épocas de estrés por alimento, que es consumido inmaduro y maduro.

8.8 Las especies menos importantes como alimento de especies cinegéticas son Trichilia minutiflora, cuyo período de fructificación es sumamente corto, y también Bursera simaruba, cuyos

frutos son consumidos en su mayoría por aves pequeñas, por lo que su importancia se ve restringida a estas especies.

## **9. RECOMENDACIONES:**

### **9.1 DE FUTUROS TRABAJOS DE INVESTIGACION:**

9.1.1 Es muy importante el estudio de otras especies como los arbustos y árboles del sotobosque, lianas y epífitas, ya que estas especies producen frutos en épocas diferentes, ampliando el rango de plantas alimenticias.

9.1.2 Se debe poner atención a la preferencia alimenticia especialmente de las especies más presionadas, ya que estos datos unidos a los fenológicos son útiles para futuros manejos y restauración de habitats. Otros estudios que pueden ampliar esta información son los contenidos nutricionales de los frutos preferidos.

9.1.3 Para Pimenta dioica debe realizarse un estudio más fino de los cambios fenológicos, con observaciones directas de las estructuras reproductivas y por períodos más cortos (semanales), ya que es una especie de importancia económica, extrayéndose directamente del bosque. Además es una especie de la que se subestiman los datos de producción de fruto, por ser preferencialmente dioica, no sabiéndose con certeza cuantos árboles de la población son capaces de producir fruto.

9.1.4 Para estudios fenológicos más profundos y que ayudaría a comprender mejor este estudio, es recomendable el estudio sobre la diocidad de Pouteria campechiana y Trichilia minutiflora.

### **9.2 DE LA METODOLOGIA:**

9.2.1 Estudios futuros deben tener una duración de por lo menos dos años, ya que especies posiblemente de comportamiento irregular como Sabal morrisiana no pudo observarse un período completo.



9.2.2 Algunas especies como Brosimum alicastrum y Pouteria campechiana, preferiblemente deben ser observadas a nivel del dosel (con ayuda de espolones o "jumar") para obtener mejores resultados.

**10. BIBLIOGRAFIA:**

- Aguilar, JM., MA Aguilar. 1993. Arboles de Tikal. Centro de Estudios Conservacionistas, USAC. Guatemala.
- Austin, GT., NM. Haddad, C. Méndez, TD. Sisk, DD Muihy, AE. Launer y PR Ehrlich. 1996. Annotated Checklist of the Butterflies of the Tikal National Park Area of Guatemala. *Tropical Lepidoptera*, 7(1): 21-37.
- Berg, CC. 1972. Flora Neotropica. Monograph No. 7. Olmediaeae. Brosimeae (Moraceae). The New York Botanical Garden. New York. 228p.
- Borchert, R. 1992. Computer Simulation of Tree Growth Periodicity and Climatic Hydroperiodicity. *Biotropica* 24(3):385-395
- Brook, MdL., PJ. Jones, JA. Vickery, S. Waldren. 1996. Seasonal Patterns of Leaf Growth and Loss, Flowering and Fruiting on a Subtropical Central Pacific Island. *Biotropica* 28(2): 164-179.
- Bullock, S., A. Solis-Magallanes. 1990. Phenology of Canopy Trees of Tropical Deciduous Forest in Mexico. *Biotropica* 22(1): 22-35.
- Cant, JGH. 1990. Feeding Ecology of Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*) at Tikal, Guatemala. *Human Evolution* 5(3):269-281.
- Congreso de la República. 1990. Decreto 4-90 . Guatemala.
- De Steven, D., DM. Wondson, FE. Putz, B. de León. 1987. Vegetative and Reproductive Phenologies of a Palm Assemblage in Panamá. *Biotropica* 19(4):342-356.
- Detlefsen, G. 1993. El Petén, tres visiones de la conservación y el aprovechamiento. *Revista Forestal Centroamericana*. 6:50-54
- Diccionario Geográfico Nacional, 1983. Instituto Geográfico Nacional. Tomo IV, Guatemala, 305p.
- Dinerstein, E. 1986. Reproductive Ecology of Fruit Bats and the Seasonality of Fruit Production in a Costa Rican Cloud Forest. *Biotropica* 18(4): 307-318.
- Flores, M. En prensa. Estudio Fenológico de 15 especies arbóreas preferidas para alimentación por fauna silvestre del Bosque Húmedo Trópica de Sitio Arqueológico Yaxhá, Petén, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala, Universidad de San Carlos.
- Foster, RB. 1990. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. En: *Ecología de un Bosque Tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Editores: Leigh EG., AS Rand, DM Wndsor. Traducción: Londoño de Hobrecker O. Panamá. Smithsonian Tropical Reseach Institute. p. 219-242.

Fournier, L. 1978. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Cespedesia* 2(VII): 21-23.

\_\_\_\_\_. & Charpentier C. 1978. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Cespedesia* 2(VII): 13-20.

Frankie, G.W. SB. Vinson, LE. Newstrom, JF. Barthell, WA. Haber, JK Frankie. 1990. Plant Phenology, Pollination Ecology, Pollinator Behaviour and Conservation of Pollinators in Neotropical Dry Forest. En: *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*. Editor: Bawa KS., M Hadley. UNESCO. *Man and the Biospher Series*. 7: 37-48.

Godoy, JC. 1995. Análisis de vacíos y propuesta de conectividad para el Sistema de Areas Protegidas de Petén. Guatemala. Consejo Nacional de Areas Protegidas. The Nature Conservancy. 22p.

Hilty, S. 1980. Flowering and Fruiting Periodicity in a Premontane Rain Forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12(4):292-306.

Holdridge, LR. 1983. Mapa de zonas de Vida. Guatemala. Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:500,000.

IDAHEH/National Park Service. sf. Plan maestro Parque Nacional Tikal. Trad. Joaquín M. Guzmán M. Guatemala, Unión Fotomultigráfica Delgado. 217p.

INSIVUMEH/PNUD. 1989. Memoria: I Congreso Guatemalteco de Agrometeorología. Guatemala: Sección de Agrometeorología. INSIVUMEH. 377 p.

INSIVUMEH. 1996. Datos climáticos de la estación Tikal, clave 110108: registro de 1988-1996. Sección de climatología.

Janzen, DH. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within th dry season in Central America. *Evolution* 21:620-637.

Jolon, M. 1996. Dinámica Poblacional del Ratón espinoso de bolsas Heteromis desmarestianus Desmarest (Rodentia:Heteromyidae) en Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Krebs, CJ. 1985. *Ecología, Estudio de la Distribución y la Abundancia*. 2a. Edición. México. Harla. 753p.

Kinnaird, M. 1992. Phenology of Flowering and Fruiting of an East African Riverine Forest Ecosystem. *Biotropica* 24(2a):197-194.

Milton, K. 1991. Leaf Change and Fruit Production in six Neotropical Moraceae species. *J. of Ecology* 79: 1-26.

Murali, KS. y Sukumar, R. 1994. Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, southern India. *J. of Ecology* 82: 759-767.

- Negreros, MP. 1996. Reproducción y supervivencia del pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) Linnæus, en el Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala.
- Newstrom, LE, GW Frankie, HG Baker. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2):141-159.
- Paiz, M. 1996. Fenología de *Pinus oocarpa* Schiede en un bosque seco tropical en Guatemala. En: Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical. No. 13.
- Pennington, TD. B. Styles, DH Tylor. 1981. Flora Neotropica. Monograph No. 28. Meliaceae. New York. The New York Botanical Garden.
- \_\_\_\_\_. 1990. Flora Neotropica. Monograph No. 52. Sapotaceae. New York. The New York Botanical Garden.
- Peres, C. 1994. Primate Responses to phenological changes in Amazonian Terra Firma Forest. *Biotropica* 26(1):98-112
- Purseglove, JW. EG. Brown, CL. Green, CL. Robbins, SRJ. Robbins. 1981. Spices. Tropical Agriculture Series New York. Longman Scientific and Technical. No. 1.
- Ramírez-Zea, C. 1996. Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rivas J. 1995. Preferencias alimenticias del faisán o pajuil (*Crax rubra rubra* L.) en condiciones naturales. Tesis Lic. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rolin, G. 1992. Notas sobre los mamíferos pequeños en la Reserva de la Biósfera Maya. En: Proyecto Maya, reporte de avance V. 1992. Editor, DF. Whitacre y RK Thorstrom. The Peregrind Found. USA. pp 142-156.
- Smith-Ramírez, C. y J. Armesto. 1994 Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile - Ecologies and climatic constraints. *J. of Ecology* 82:353-365.
- Smythe N., 1970. Relaciones entre las épocas de abundancia de frutos y los métodos de dispersión de las semillas en un Bosque Neotropical. *The American Naturalist*. 104(935):25-35.
- Solórzano, S. 1996. Fenología de 22 especies arbóreas y su relación con la migración altitudinal del Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno* De la Llave 1832), en la Reserva de la Biósfera el Triunfo, Chiapas, México. Tesis Lic. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Stanley PC. 1958-1969. Flora de Guatemala. Estados Unidos. Chicago Natural History Museum Press.

Utrera, L. 1994. Caracterización morfológica y fenológica in situ de cultivares de zapote Pouteria<sup>74</sup>  
mamosa (L) Cronquist. en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa, Guatemala.  
Tesis Lic. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Vanegas, L. 1978. Metodología para observaciones fenológicas. *Cespedesia* 2(VII): 25-32.

Van Riper, C. 1980. The phenology of patterns the dryland forest of Mauna Kea, Hawaii, and the impact of recent environmental perturbations. *Biotropica* 12(4) 282-291.

**11. ANEXOS**

UNIVERSIDAD  
1960

**ANEXO 1**  
**HOJA DE DATOS**

SENDERO: Caoba FECHA: \_\_\_\_\_ OBSERVADORES: \_\_\_\_\_

#ARB	LOCALIZACION	BROTE	BOTON	FLOR ABIERTA	FRUTO	% FRUTO VERDE	%FRUTO MADURO	OBSERVACIONES
Ca 1	10 m. inicio izq.							
Pj 1	10 m. inicio derecha							
R 1	15 m. Pj 1 derecha							
P 1	5 m. R1 derecha							
Chz1	15 m. P1 izq.							
Tz 1	10 m. chz1 izq.							
L1	20 m. Tz 1 izq.							
As 1	5 m. L 1 izq.							
Zf 1	15 m. As 1 derecha							
Y 1	3 m. Zf 1 derecha							
E 1	5 m. Y 1 derecha							
Pj 2	3 m. E 1 derecha							
Cj 1	2 m. Pj 2 izq.							
R 2	8 m. Cj 1 derecha							
L 2	10 m. R 2 izq.							
Tz 2	2m. L2 izq. 5m.dentro							
P 2	igual que Tz2							
Tm 1	igual que Tz2							
E 2	igual que Tz2							
Zf 2	igual que Tz2							
As 2	12m.Zf2 izq.5m.dentro							
Cg 1	10m.dentro de As2							
Cg 2	75m. Cg1 derecha							
J 1	dentro 8 m. de Cg2							
Y 1	dentro 2m. de J 1							
Jj 1	cruce#1 derecha							

## ANEXO 2. MEDIA ARITMETICA / ± DESVIACION ESTANDAR

### 2.1. FOLIACION:

1995

ESPECIE	SEP1	SEP2	OCT1	OCT2	NOV1	DIC1	DIC2
<i>Spondias mombin</i>	22.5/17.9	10.0/12.4		6.2/12.0		2.5/7.5	
<i>Bursera simaruba</i>	7.5/20.7	10.0/17.1	22.5/20.9	25.0/12.2	5.0/11.4	2.5/7.8	5.0/15.0
<i>Protium copal</i>	22.5/17.5	12.5/12.5	12.5/16.7	12.5/16.7	10.0/16.7	5.0/10.0	5.0/10/0
<i>Trichilia minutiflora</i>	12.5/20.1	12.5/12.5	12.5/12.5	7.5/16.0	5.0/12.2	15.0/15.0	12.5/16.7
<i>Trichilia sp.</i>	30.0/16.7	15.0/20.4	20.0/18.4	5.0/10.4	12.5/12.4	5.0/10.4	
<i>Brosimum alicastrum</i>	30.0/22.3	20.0/20.9	45.0/32.6	30.0/20.9	35.0/22.4	25.0/20.9	15.0/22.4
<i>Brosimum alicastrum</i>	25.0/20.4	5.0/12.5	18.7/23.9	31.2/20.4	31.2/23.9	30.0/10.4	5.0/12.5
<i>Pimenta dioica</i>	10.0/11.4	5.0/10.0	7.5/11.4	2.5/7.8	2.5/7.8	2.5/7.8	
<i>Blomia prisca</i>	10.0/30.0	10.0/22.9	22.5/28.4	2.5/7.8	5.0/12.5	2.5/7.8	
<i>Manilkara zapota</i>	7.5/16.0		2.5/15.0		2.5/7.5	5.0/15.0	
<i>Pouteria campechiana</i>	10.0/12.2				7.0/12.2	28.5/34.9	25.0/21.7
<i>Pouteria reticulata</i>	7.5/11.4	2.5/7.5	5.0/15.0		12.5/20.1	40.0/25.5	30.0/26.9
<i>Vitex gaumeri</i>	12.5/12.2	2.5/10.0	22.5/28.4	27.5/26.1	17.5/16.0	20.0/18.7	

1996

ESPECIE	ENE1	ENE2	FEB1	FEB2	MAR1	MAR2	ABR1
<i>Spondias mombin</i>							
<i>Bursera simaruba</i>		5.0/15.7	2.5/15.0	2.5/17.8			5.0/10.4
<i>Protium copal</i>	2.5/10.0		2.5/7.5		30.0/15.0	25.0/19.4	17.5/11.4
<i>Trichilia minutiflora</i>	17.5/19.5	27.5/23.6	25.0/25.0	30.0/29.6	40.0/22.9	37.5/12.5	15.0/12.2
<i>Trichilia sp.</i>	7.5/16.7	2.5/7.8		7.5/16.7	5.0/10.4		2.5/7.8
<i>Brosimum alicastrum</i>	25.0/27.4	15.0/22.4	5.0/11.2		15.0/22.4	5.0/11.2	
<i>Brosimum alicastrum</i>	18.7/12.5	12.5/28.9	5.0/12.5	5.0/12.5	18.7/23.9	18.7/23.9	
<i>Pimenta dioica</i>	2.5/10.0		7.5/11.4	17.5/22.5	27.5/22.4	27.5/17.5	10.0/12.2
<i>Blomia prisca</i>	5.0/15.0	10.0/30.0	2.5/7.5		42.5/33.6	12.5/16.8	5.0/15.0
<i>Manilkara zapota</i>				25.0/30.5	37.5/27.9	32.5/16.0	7.5/11.4
<i>Pouteria campechiana</i>	14.3/23.7	3.5/9.4		7.0/9.4	25.0/24.3	10.7/18.9	3.5/9.5
<i>Pouteria reticulata</i>	30.0/24.5	25.0/22.3	20.0/15.0	22.5/20.8	30.0/21.8	45.0/21.8	35.0/10.0
<i>Vitex gaumeri</i>	12.5/12.5	2.5/10.0	2.5/7.5	7.5/16.0			





## CONTINUACION ANEXO 2.2

1996

ESPECIE	ABR2	MAY1	MAY2	JUN1	JUN2	JUL1	JUL2
Spondias mombin		2.5/7.5	27.5/26.1	75.0/26.9	25.0/28.7		
Chryosophyla argentea							
Sabal morrisiana		22.5/	5.0/	20.0/	22.5/15.0	25.0/12.4	20.0/32.5
Bursera simaruba	42.5/20.8	37.5/24.8	2.5/7.8				
Protium copal							
Trichilia minutiflora	12.5/10.0						
Trichilia sp.							
Brosimum alicastrum _		20.0/		5.0/11.2			
Brosimum alicastrum _		31.2/					
Pimenta dioica	72.5/18.7	35.0/20.0	25.0/20.0				
Blomia prisca	25.0/20.0						
Manilkara zapota	27.5/16.0	45.0/24.5			5.0/7.5		
Pouteria campechiana	28.5/23.8	32.1/39.3		17.8/39.3			3.6/9.4
Pouteria reticulata	17.5/15.0						
Vitex gaumeri	42.5/18.7	50.0/17.5	20.0/16.0	5.0/15.0			

1996

ESPECIE	AGO1	AGO2	SEP1
Spondias mombin			
Chryosophyla argentea	5.0/7.5	10.0/7.5	7.5/11.4
Sabal morrisiana	35.0/32.5	52.5/26.1	15.0/20.1
Bursera simaruba			
Protium copal			
Trichilia minutiflora			
Trichilia sp.			
Brosimum alicastrum _			
Brosimum alicastrum _			
Pimenta dioica			
Blomia prisca			
Manilkara zapota			
Pouteria campechiana		10.7/18.8	7.1/20.1
Pouteria reticulata			
Vitex gaumeri			

## 2.3. FRUCTIFICACION:

1995

ESPECIE	SEP1	SEP2	OCT1	OCT2	NOV1	DIC1	DIC2
Spondias mombin	17.5/22.0	15.0/24.7	15.0/19.5	10.0/19.0			
Chrysophylla argentea	2.5/7.5		5.0/10.0	12.5/16.7	17.5/16.0	15.0/16.6	17.5/16.0
Sabal morrisiana							
Bursera simaruba	22.5/26.6	30.0/31.1	25.0/19.5	30.0/39.4	35.0/37.5	27.5/30.7	27.5/39.4
Protium copal							
Trichilia minutiflora							
Trichilia sp.						7.5/23.6	5.0/10.4
Brosimum alicastrum	5.0/13.7	5.0/11.2	10.0/13.7	15.0/22.4	10.0/12.2		31.2/14.4
Pimenta dioica							
Blomia prisca							
Manilkara zapota	5.0/10.0	7.5/16.0	25.0/25.0	25.0/25.0	30.0/21.8	30.0/24.5	30.0/26.9
Pouteria campechiana							
Pouteria reticulata							
Vitex gaumeri	30.0/27.4	37.5/33.2	27.5/37.8	30.0/29.1	12.5/10.1		

1996

ESPECIE	ENE1	ENE2	FEB1	FEB2	MAR1	MAR2	ABR1
Spondias mombin							
Chrysophylla argentea	17.5/16.0	12.5/12.2	12.5/12.5	10.0/12.2	12.5/16.7	10.0/12.2	10.0/12.2
Sabal morrisiana							
Bursera simaruba	40.0/35.3	27.5/32.9	25.0/34.2	25.0/34.2	20.0/31.2	30.0/35.3	27.5/32.9
Trichilia minutiflora							2.5/7.5
Trichilia sp.	20.0/29.9	27.5/29.1	30.0/21.9	30.0/35.3	30.0/35.3	27.5/32.9	33.2/35.3
Brosimum alicastrum	30.0/27.4	21.5/33.5	35.0/18.9	35.0/33.5	35.0/37.9	35.0/32.5	30.0/42.9
Pimenta dioica							
Blomia prisca							
Manilkara zapota	37.5/27.9	37.5/29.7	40.0/25.5	35.0/25.5	35.0/25.5	32.5/22.5	37.4/27.9
Pouteria campechiana							
Pouteria reticulata							
Vitex gaumeri							

## CONTINUACION ANEXO 2.3

1996

ESPECIE	ABR2	MAY1	MAY2	JUN1	JUN2	JUL1	JUL2
Spondias mombin						20.0/24.5	20.0/24.5
Chrysophylla argentea	7.5/11.4	5.0/10.0	2.5/7.5				
Sabal morrisiana							
Bursera simaruba	30.0/31.2	32.5/10.0	25.0/39.7	15.0/26.4	10.0/23.9	20.0/36.1	12.5/20.8
Protium copal	12.5/12.5	12.5/20.1	10.0/22.9	5.0/10.0	7.5/11.4	5.0/10.0	5.0/10.0
Trichilia minutiflora	15.0/22.9	30.0/24.5	20.0/17.5				
Trichilia sp.	36.6/37.5	42.5/41.2	12.5/23.9	12.5/17.2	2.5/7.9		
Brosimum alicastrum	30.0/27.4	50.0/	30.0/25.0	25.0/32.5	14.2/44.7	15.0/32.6	20.0/22.4
Pimenta dioica		5.0/	5.0/	17.5/35.4	17.5/35.4	15.0/32.0	10.0/30.0
Blomia prisca	10.0/20.0	10.0/20.0	12.5/25.6	5.0/10.0	2.5/10.0		
Manilkara zapota	47.5/11.4	42.5/20.0	42.4/16.6	25.0/17.5	5.95/11.4	12.3/12.5	15.0/12.2
Pouteria campechiana	25.0/32.3	3.5/9.4	42.5/13.8	7.0/18.9	7.0/18.9	14.2/19.7	7.0/12.1
Pouteria reticulata	27.5/23.6	25.0/31.6	27.5/26.1	30.0/23.2	27.5/36.1	32.5/41.1	5.0/10.0
Vitex gaumeri	2.5/7.5		15.0/20.0	27.5/20.8	35.0/32.0	5.0/22.9	

1996

ESPECIE	AGO1	AGO2	SEP1
Spondias mombin	27.5/33.7	27.5/33.7	30.0/30.5
Chrysophylla argentea		2.5/15.0	5.0/30.0
Sabal morrisiana			
Bursera simaruba	12.5/20.1	12.5/23.9	12.5/23.9
Protium copal			
Trichilia minutiflora			
Trichilia sp.			
Brosimum alicastrum	15.0/		
Pimenta dioica			
Blomia prisca			
Manilkara zapota	15.0/11.5	32.5/15.0	30.0/16.0
Pouteria campechiana	10.7/12.2	2.5/9.4	2.5/9.4
Pouteria reticulata			
Vitex gaumeri	35.0/27.83	20.0/24.5	35.0/38.8

**Anexo 3. Registro de mamíferos y aves consumidoras de los árboles estudiados (sep95-sep96)**

ESPECIE ARBOL	ESPECIE PREDADORA DEPREDA	PARTE DE LA PLANTA
<u>Spondias mombin</u>	<u>Ateles geoffroyi</u>	fruto maduro
	<u>Dasyprocta punctata</u>	fruto maduro
<u>Cryosophila argentea</u>	<u>Tayassu tajacu</u>	cogollo (planta joven)
	<u>Ateles geoffroyi</u>	fruto
	<u>Penelope purpurascens</u>	fruto verde
	<u>Crax rubra</u>	"
	ave no identificada	"
	rastro de murciélago	fruto maduro
<u>Sabal morrisiana</u>	<u>Nasua narica</u>	fruto maduro
<u>Bursera simaruba</u>	<u>Piranga flava</u>	fruto maduro
	<u>Aratinga nana</u>	"
	<u>Icterus galbula</u>	"
	<u>Psilorhinus morio</u>	"
	<u>Myiarchus tyrannulus</u>	"
	<u>Megarynchus pitangua</u>	"
	<u>Psarocolus montezuma</u>	"
	<u>Amazona aurifrons</u>	"
	<u>Ramphastus sulfuratus</u>	"
	<u>Amazona autumnalis</u>	"
	<u>Melanerpes aurifrons</u>	"
	<u>Myzometetes similis</u>	"
	<u>Turdus grayi</u>	"
	<u>Vireo gilvus</u>	"
	<u>Vireo olivaceus</u>	"
	<u>Tytira semifasciata</u>	"
	<u>Icterus spurius</u>	"
mosquero no identificado	"	
<u>Protium copal</u>	<u>Amazona autumnalis</u>	fruto maduro
<u>Brosimum alicastrum</u>	<u>Odocoileus virginianus</u>	fruto maduro
	<u>Allouata pigra</u>	fruto y hojas
	<u>Ateles geoffroyi</u>	fruto verde, maduro y hojas
	<u>Tayassu tajacu</u>	fruto maduro
	<u>Amazona farinosa</u>	fruto verde
	<u>Crax rubra</u>	"
	<u>Penelope purpurascens</u>	"
	<u>Meleagris ocellata</u>	"

## CONTINUACION ANEXO 3...

ESPECIE ARBOL	ESPECIE PREDADORA	PARTE DE LA PLANTA DEPREDADA
<u>Trichilia sp.</u>	<u>Allouata pigra</u>	fruto maduro
	ave no identificada	fruto verde
	<u>Pionopsitta haematotis</u>	fruto verde
	<u>Amazona farinosa</u>	fruto verde
	<u>Ramphastus sulfuratus</u>	fruto maduro
<u>Blomia prisca</u>	<u>Odoicoelus virginianus</u>	brote
	<u>Nasua narica</u>	fruto maduro
	<u>Amazona autumnalis</u>	fruto verde y maduro
	<u>Amazona sp.</u>	"
<u>Manilkara zapota</u>	<u>Ateles geoffroyi</u>	fruto verde y maduro
	<u>Psilorhinus morio</u>	fruto verde
	<u>Amazona sp.</u>	fruto verde y maduro
<u>Pouteria campechiana</u>	<u>Ortalis vetula</u>	brotos y hojas jóvenes
	<u>Amazona farinosa</u>	fruto maduro
	<u>Amazona autumnalis</u>	"
<u>Pouteria reticulata</u>	<u>Ateles geoffroyi</u>	brotos y hojas jóvenes
	<u>Nasua narica</u>	fruto maduro
	<u>Penelope purpurascens</u>	fruto verde

**Anexo 4.** Resumen de correlaciones entre a) floración y b) fructificación de cada especie con la temperatura y precipitación. Para todas las correlaciones, N = 24.

4.1. FLORACION:

ESPECIE	TEMP.	P.	PPT.	P.
<i>Spondias mombin</i>	.3887	.030	.2287	.141
<i>Chrysophyla argentea</i>	.1589	.229	.5461	.003
<i>Sabal morrisiana</i>	.4738	.010	.0196	.464
<i>Bursera simaruba</i>	.2805	.092	.1017	.318
<i>Protium copal</i>	.4862	.008	.5203	.005
<i>Trichilia minutiflora</i>	.3682	.038	.6098	.001
<i>Trichilia sp.</i>	.5436	.003	.1831	.196
<i>Brosimum alicastrum</i> ♀	.6946	.004	.3610	.042
<i>Brosimum alicastrum</i> ♂	.5284	.000	.3129	.068
<i>Pimenta dioica</i>	.1847	.194	.3480	.048
<i>Blomia prisca</i>	.0920	.334	.3212	.063
<i>Manilkara zapota</i>	----	----	----	----
<i>Pouteria campechiana</i>	.1569	.232	.5431	.003
<i>Pouteria reticulata</i>	.0274	.449	.3733	.036
<i>Vitex gaumeri</i>	.3608	.042	.0085	.484

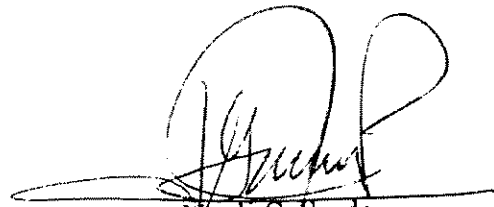
4.2 FRUCTIFICACION:

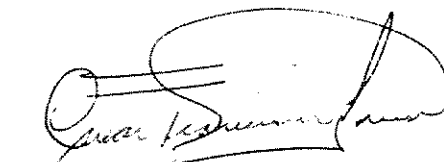
ESPECIE	TEMP.	P.	PPT.	P.
<i>Spondias mombin</i>	.3133	.068	.4888	.008
<i>Chrysophyla argentea</i>	.7567	.000	.5990	.001
<i>Bursera simaruba</i>	.4152	.022	.1812	.198
<i>Protium copal</i>	.6021	.001	.0419	.423
<i>Trichilia minutiflora</i>	.3801	.033	.0550	.399
<i>Trichilia sp.</i>	.2865	.087	.5735	.002
<i>Brosimum alicastrum</i> ♀	.3944	.028	.4054	.025
<i>Pimenta dioica</i>	.5427	.003	.0017	.497
<i>Blomia prisca</i>	.4864	.007	.1346	.265
<i>Manilkara zapota</i>	----	----	----	----
<i>Pouteria campechiana</i>	.4985	.007	.5470	.003
<i>Pouteria reticulata</i>	.6082	.001	.1047	.313
<i>Vitex gaumeri</i>	.4566	.012	.4536	.013

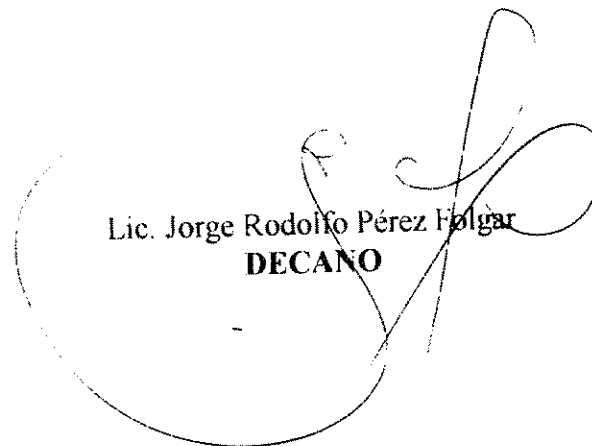




*4/11/17*  
Carla Beatriz Ramirez Zea  
**AUTORA**

  
Ing. Agr. Negli Gallardo  
**ASESOR**

  
Lic. Oscar Francisco Lara L.  
**DIRECTOR**

  
Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar  
**DECANO**