

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

**Estudio Fenológico de Quince Especies Arbóreas Relacionadas con la Alimentación
de Fauna Silvestre en el Bosque Tropical Lluvioso de Yaxhá, Petén**



Miguel Estuardo Flores Robles

Biólogo

Guatemala, febrero 2012

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

**Estudio Fenológico de Quince Especies Arbóreas Relacionadas con la Alimentación
de Fauna Silvestre en el Bosque Tropical Lluvioso de Yaxhá, Petén**

INFORME DE TESIS

**Presentado por
Miguel Estuardo Flores Robles**

**Para optar al título de
Biólogo**

Guatemala, febrero 2012

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M. A.	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli	Vocal III
Br. Fausto Beber García	Vocal IV
Br. Carlos Francisco Porras López	Vocal V

DEDICATORIA

A Kiyoko, Soichiro (+) y Hana Mizuki por formar una familia.

A mis padres Edgar y María Enma por todo su apoyo.

A mis hermanos Alcira, Edgar Leonel (+) y Jorge Mario por compartir la vida conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Al Arq. Oscar Quintana del Proyecto Triángulo del Instituto de Antropología e Historia y a Licda. María José González M. A. del Fideicomiso para la Conservación de Guatemala por el financiamiento de la fase de campo.

A Don Jorge Arturo Zac y Don Francisco Cortéz por sus enseñanzas en para-taxonomía de árboles y ecología de los bosques de Petén.

A la Licda. Carla Ramírez M. A. y Lic. Mario Jolón M. A. por su colaboración en conseguir financiamiento y en el diseño de la metodología. Al Ing. Agr. Juan Alberto López y Lic. Julio Morales por sus sugerencias y recomendaciones en el diseño de las boletas para el registro de los datos fenológicos.

A Ariel Castillo por la elaboración de los esquemas de flor e inflorescencia. A Armando Higueros por la elaboración de los mapas de localización del área de estudio. A la Licda. Rebeca Orellana por su colaboración en el primer borrador del informe final.

Al Ing. Agr. Mario Véliz, por las múltiples correcciones y la paciencia hacia mi trabajo.

A la Licda. Roselvira Barillas, por lo valioso de sus sugerencias y la paciencia para mejorar el documento final. Al Dr. Juan Fernando Hernández y el Lic. Federico Nave en el diseño y la revisión en los análisis de datos. Al Dr. Sergio Melgar por sus sugerencias y por el valioso aporte que hizo a este informe.

Especialmente a Dra. Kiyoko Honjo por la elaboración de las gráficas y sugerencias al texto del documento.

A Sandra por su amabilidad y apoyo en los trámites de todo el proceso de elaboración de tesis y graduación.

INDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. ANTECEDENTES.....	4
3.1 Definiciones.....	4
3.1.1 Morfología vegetativa.....	4
3.1.2 Morfología reproductiva.....	4
3.1.3 Generalidades sobre frutos y semillas.....	5
3.1.4 Clasificación de frutos.....	6
3.1.5 Fenología.....	6
3.1.6 Antesis.....	7
3.2 Estudios similares en Guatemala.....	7
3.3 Estudios similares fuera de Guatemala.....	8
3.4 Antecedentes de estudios acerca de la relación entre árboles y la fauna silvestre.....	9
4. JUSTIFICACIONES.....	11
5. OBJETIVOS.....	12
5.1 Objetivo general.....	12
5.2 Objetivo específicos.....	12
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
6.1 Universo de trabajo.....	13
6.1.1 Ubicación.....	13
6.1.2 Fisiografía.....	13
6.1.3 Hidrología.....	13
6.1.4 Clima.....	14

6.1.5	Relieve.....	14
6.1.6	Suelos.....	14
6.1.7	Arqueología.....	14
6.1.8	Flora.....	14
6.1.9	Fauna.....	15
6.2	Metodología.....	15
6.2.1	Fase de gabinete I Revisión de literatura.....	15
6.2.2	Fase de campo I Reconocimiento del área de estudio.....	15
6.2.3	Fase de gabinete II Selección de especies arbóreas a estudiar.....	16
6.2.4	Fase de campo II Registro de datos fenológicos y meteorológicos.....	16
6.2.5	Análisis de datos.....	17
6.3	Recursos materiales.....	19
6.4	Recursos humanos	19
7.	RESULTADOS.....	20
7.1	Especies arbóreas estudiadas.....	20
7.2	Comportamiento climático.....	21
7.3	Fenología del conjunto de árboles estudiados.....	22
7.4	Foliación de las especies arbóreas.....	24
7.4.1	Foliación de las especies de la familia Meliaceae.....	25
7.4.2	Foliación de las especies de la familia Burseraceae.....	26
7.4.3	Foliación de las especies de la familia Sapotaceae.....	27
7.4.4	Foliación de las especies de la familia Sapindaceae.....	28
7.4.5	Foliación de <i>Spondias mombin</i> L., de la familia Anacardiaceae.....	30
7.4.6	Foliación de <i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm., de la familia Lauraceae.....	30

7.4.7	Foliación de <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill, de la familia Myrtaceae.....	31
7.4.8	Foliación de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz, de la familia Moraceae.	32
7.4.9	Foliación de <i>Vitex gaumeri</i> Greenm. de la familia Verbenaceae.....	32
7.5	Floración de las especies arbóreas.....	33
7.5.1	Floración de las especies de la familia Meliaceae.....	34
7.5.2	Floración de las especies de la familia Burseraceae.....	35
7.5.3	Floración de las especies de la familia Sapotaceae.....	36
7.5.4	Floración de las especies de la familia Sapindaceae.....	38
7.5.5	Floración de <i>Spondias mombin</i> L., de la familia Anacardiaceae.....	40
7.5.6	Floración de <i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm., de la familia Lauraceae.....	41
7.5.7	Floración de <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill, de la familia Myrtaceae.....	42
7.5.8	Floración de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz, de la familia Moraceae.....	42
7.5.9	Floración de <i>Vitex gaumeri</i> Greenm., de la familia Verbenaceae.....	43
7.6	Fructificación de las especies arbóreas.....	44
7.6.1	Fructificación de las especies de la familia Meliaceae.....	45
7.6.2	Fructificación de las especies de la familia Burseraceae.....	47
7.6.3	Fructificación de las especies de la familia Sapotaceae.....	49
7.6.4	Fructificación de las especies de la familia Sapindaceae.....	51
7.6.5	Fructificación de <i>Spondias mombin</i> L., de la familia Anacardiaceae.....	54
7.6.6	Fructificación de <i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm., de la familia Lauraceae.....	55
7.6.7	Fructificación de <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill, de la familia Myrtaceae.....	56
7.6.8	Fructificación de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz, de la familia Moraceae.....	57
7.6.9	Fructificación de <i>Vitex gaumeri</i> Greenm., de la familia Verbenaceae.....	58
7.7	Observaciones de fauna alimentándose de las especies arbóreas estudiadas.....	59

7.8	Análisis de datos.....	62
7.8.1	Análisis de correlación de Pearson entre la foliación y la floración de 14 especies arbóreas de Yaxha, Petén.....	62
7.8.2	Análisis de correlación múltiple de la foliación, floración, producción de fruto inmaduro y producción de fruto maduro con la precipitación y la temperatura.....	63
7.8.3	Prueba de U de Mann Whitney para las floraciones, producciones de fruto inmaduro y producciones de fruto maduro de 1996 y 1997 de 14 especies arbóreas estudiadas del Bosque Tropical Lluvioso de Yaxha, Petén.....	64
8.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	65
8.1	Foliación.....	65
8.2	Floración.....	67
8.3	Fructificación.....	69
9.	CONCLUSIONES.....	72
10.	RECOMENDACIONES.....	73
11.	REFERENCIAS.....	74
12.	ANEXOS.....	84
12.1	Mapa de ubicación del sitio de estudio.....	84
12.2	Mapa de localización de los transectos de estudios.....	85
12.3	Registros mensuales de la precipitación y la temperatura media desde 1995 a 1997.....	86
12.4	Boleta para la toma de datos.....	88
12.5	Descripción botánica de las especies arbóreas estudiadas.....	89

TABLA DE CUADROS Y GRÁFICAS.

Cuadro 1	Conversión de Escala de Fournier y Vanegas (1978) a porcentajes.....	17
Cuadro 2	Descripción de fisonomía, tamaño de muestra y taxonomía de las especies arbóreas.....	20
Gráfica 1	Registros de precipitación y temperatura media desde 1995 a 1997.....	21
Gráfica 2	Número de especies en floración.....	22
Gráfica 3	Comparación entre la precipitación y la floración.....	23
Gráfica 4	Número de especies en fructificación.....	23
Gráfica 5	Foliación de la familia Meliaceae.....	26
Gráfica 6	Foliación de la familia Burseraceae.....	27
Gráfica 7	Foliación de la familia Sapotaceae.....	28
Gráfica 8	Foliación de la familia Sapindaceae.....	29
Gráfica 9	Foliación de <i>Spondias mombin</i> L.....	30
Gráfica 10	Foliación de <i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.....	31
Gráfica 11	Foliación de <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill.....	31
Gráfica 12	Foliación de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.....	32
Gráfica 13	Foliación de <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.....	33
Gráfica 14	Floración de la familia Meliaceae.	35
Gráfica 15	Floración de la familia Burseraceae.....	36
Gráfica 16	Floración de la familia Sapotaceae.....	38
Gráfica 17	Floración de la familia Sapindaceae.....	40
Gráfica 18	Floración de <i>Spondias mombin</i> L.....	41
Gráfica 19	Floración de <i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.....	41
Gráfica 20	Floración de <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill.....	42

Gráfica 21	Floración de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.....	43
Gráfica 22	Floración de <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.....	43
Gráfica 23	Producción de fruto inmaduro de la familia Meliaceae.....	46
Gráfica 24	Producción de fruto maduro de la familia Meliaceae.....	46
Gráfica 25	Producción de fruto inmaduro de la familia Burseraceae.....	48
Gráfica 26	Producción de fruto maduro de la familia Burseraceae.....	48
Gráfica 27	Producción de fruto inmaduro de la familia Sapotaceae.....	50
Gráfica 28	Producción de fruto maduro de la familia Sapotaceae.....	51
Gráfica 29	Producción de fruto inmaduro de la familia Sapindaceae.....	53
Gráfica 30	Producción de fruto maduro de la familia Sapindaceae.....	54
Gráfica 31	Fructificación de <i>Spondias mombin</i> L.....	55
Gráfica 32	Fructificación de <i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.....	56
Gráfica 33	Fructificación de <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill.....	57
Gráfica 34	Fructificación de <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.....	58
Gráfica 35	Fructificación de <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.....	59
Cuadro 3	Coeficientes de correlación de Pearson (r) y valores de p 0.005 entre la foliación y la floración de 14 especies arbóreas estudiadas del bosque tropical lluvioso de Yaxha, Petén.....	62
Cuadro 4	Coeficientes de correlación múltiple R para la foliación, floración, producción de fruto inmaduro y producción de fruto maduro con la precipitación y temperatura de 15 especies de árboles de Yaxha, Petén.....	63
Cuadro 5	Valores de U Mann Whitney para la floración, producción de fruto inmaduro y producción de fruto maduro de 1996 y 1997 de 14 especies del bosque tropical lluvioso de Yaxha, Petén.....	64

Cuadro 6	Registros mensuales de la precipitación y la temperatura media desde 1995 hasta 1997.....	84
Cuadro 7	Descripción botánicas de las especies arbóreas estudiadas.....	89

1 RESUMEN

Se registró la fenología de 15 especies importantes en la dieta de varios animales de la selva tropical lluviosa en Yaxhá Petén, desde septiembre de 1996 a septiembre de 1998 (24 meses). Durante este tiempo se estudió un ciclo vegetativo y dos ciclos reproductivos. La foliación y la floración estuvieron altamente concentradas en marzo, abril y mayo. De las especies estudiadas, *Bursera simaruba* (L.) Sarg, *Manilkara zapota* (L.) van Royen, *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., *Spondias mombin* L. y *Vitex gaumeri* Greenm. son caducifolias; *Talisia floresii* Standl. es semi-caducifolia y *Trichilia montana* Kunth, *Trichilia minutiflora* Standl., *Protium copal* (Schlecht. et Cham.) Engl., *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma, *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk., *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., *Brosimum alicastrum* Swartz y *Pimenta dioica* (L.) Merr. son perennifolias. La mayoría de las especies presentan floración anual e intermedia, solamente *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., *Pimenta dioica* (L.) Merr. y *Brosimum alicastrum* Swartz muestran floración extensa. La única especie supranual fue *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. La respuesta de varias especies a la precipitación y la temperatura indicó que son factores importantes que influyen en la fenología. Esto se evidenció en 5 casos diferentes. El caso 1 fue la correlación entre la precipitación-temperatura con las cuatro fenofases: foliación, floración, producción de frutos inmaduros y maduros en *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk. (r_1^1 : 0.58, r_2^2 : 0.62, r_3^3 : 0.60 y r_4^4 : 0.45), *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. (r_1 : 0.57, r_2 : 0.61, r_3 : 0.83 y r_4 : 0.37), *Manilkara zapota* (L.) van Royen (r_1 : 0.57, r_2 : 0.68, r_3 : 0.39 y r_4 : 0.37) *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. (r_1 : 0.57, r_2 : 0.57, r_3 : 0.47 y r_4 : 0.48), *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma (r_1 :

¹ r_1 Coeficiente de correlación múltiple entre precipitación-temperatura con la foliación $p < 0.005$.

² r_2 Coeficiente de correlación múltiple entre precipitación-temperatura con la floración $p < 0.005$.

³ r_3 Coeficiente de correlación múltiple entre precipitación-temperatura con la producción de fruto inmaduro $p < 0.005$

⁴ r_4 Coeficiente de correlación múltiple entre precipitación-temperatura con la producción de fruto inmaduro $p < 0.005$

0.59, r_2 : 0.55, r_3 : 0.48 y r_4 : 0.54) y *Vitex gaumeri* Greenm. (r_1 : 0.56, r_2 : 0.57, r_3 : 0.64 y r_4 : 0.49). El caso 2 fue la correlación entre la precipitación-temperatura con tres fenofases: floración y producción de fruto inmaduro y maduro de *Bursera simaruba* (L.) Sarg (r_2 : 0.56, r_3 : 0.53 y r_4 : 0.53), *Protium copal* (Schlecht. et Cham.) Engl. (r_2 : 0.46, r_3 : 0.46 y r_4 : 0.46) y *Trichilia minutiflora* Standl. (r_2 : 0.62, r_3 : 0.73 y r_4 : 0.52). El caso 3 fue la correlación entre la precipitación-temperatura con tres fenofases: foliación, floración y producción de fruto inmaduro en *Spondias mombin* L. (r_1 : 0.53, r_2 : 0.40 y r_3 : 0.69) y *Talisia floresii* Standl. (r_1 : 0.66, r_2 : 0.55 y r_3 : 0.56). El caso 4 fue la correlación entre la precipitación-temperatura con dos fenofases: producción de fruto inmaduro y maduro de *Brosimum alicastrum* Swartz (r_3 : 0.65 y r_4 : 0.57) y *Trichilia montana* Kunth (r_3 : 0.83 y r_4 : 0.78). El caso 5 fue la correlación entre la precipitación-temperatura con dos fenofases: floración y producción de fruto inmaduro en *Pimenta dioica* (L.) Merr. (r_2 : 0.67 y r_3 : 0.53) y *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. (r_2 : 0.47 y r_3 : 0.64).

Brosimum alicastrum Swartz fue la única especie arbórea que presentó diferencias significativas en la producción de flores, frutos inmaduros y maduros durante los años de 1996 y 1997. Aunque *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma y *Spondias mombin* L. tuvieron diferencias significativas en la producción de fruto maduro en los años mencionados anteriormente.

Por último, los coeficientes de Pearson con un $n=25$ y $p<0.005$ nos indica que en *Pimenta dioica* (0.55), *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. (0.60), *Trichilia minutiflora* Standl. (0.64), *Talisia floresii* Standl. (0.72), *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk (0.77), *Vitex gaumeri* Greenm. (0.85), *Bursera simaruba* (L.) Sarg (0.85) y *Spondias mombin* L. (0.89) existe correlación entre la producción de hojas nuevas y la floración.

2 INTRODUCCION.

Los patrones reproductivos de las plantas tienen un gran impacto en la estructura del bosque tropical. (Smythe, 1970; Stiles, 1977; Bawa, 1983; Herrera, 1986). La actividad de los polinizadores y los depredadores de flores y frutos, al igual que la germinación, dispersión y los períodos de cría de muchos animales dependen directa o indirectamente de la producción estacional de flores y frutos en la comunidad. (Smith-Ramírez, 1994).

En la reserva de la Biósfera Maya (RBM) se trabaja actualmente sobre el manejo y conservación de los recursos naturales, y no se cuenta con calendarios de floración y fructificación de especies arbóreas de la región. Este estudio se realizó con el objetivo de generar información sobre la fenología de 15 especies arbóreas relacionadas con la alimentación de especies silvestres de la región. Se llevaron a cabo monitoreos quincenales en el bosque neotropical del área circundante de la laguna de Yaxhá, durante dos años.

Además se capacitó a personas que han llevado registros fenológicos por interés propio, con el propósito de darle seguimiento a este estudio, ya que como lo demuestran investigaciones realizadas en bosques tropicales en otros países, los patrones fenológicos son procesos complejos que necesitan observaciones de más de un año.

3 ANTECEDENTES

3.1 Definiciones

3.1.1 Morfología vegetativa

a) *Yemas*: son puntas cortas de tallos embrionarios que poseen las hojas, flores y ambas. Pueden ser bastante útiles en la determinación de las plantas leñosas durante condiciones hibernales (Jones, 1988).

3.1.2 Morfología reproductiva

a) *Flor*: es un brote altamente modificado con apéndices especializados. Las flores pueden surgir de la axila de la hoja o más frecuentemente en la axila de la hoja reducida que recibe el nombre de bráctea. Los ovarios maduros de la flor desarrollan formando un fruto. Los frutos pueden tener otras estructuras florales asociadas a ellos y normalmente contienen semillas las cuales consisten en óvulos maduros (Jones, 1988).

Los componentes principales de una flor no modificada son el perianto, el androceo y el gineceo. Estas estructuras se insertan en el eje floral o receptáculo. En ocasiones se puede presentar un hipanto que suele ser de naturaleza totalmente o parcialmente receptacular; en otras ocasiones se compone total o parcialmente de un perianto o tejido ándrico. El perianto o envoltura floral se subdivide en el cáliz (compuesto de sépalos) y corola (constituida de pétalos). El grupo de estambres donde se produce el polen, recibe el nombre de androceo. El gineceo consiste de uno o más carpelos; cuando son dos o más pueden estar separados (pistilos simples) o fusionados (pistilos compuestos) (Jones, 1988).

b) *Inflorescencia*: término que se refiere al arreglo de las flores en la planta. Algunas inflorescencias son simples y fáciles de distinguir, en cambio, otras, son agregados complicados difíciles de caracterizar. Existen varios términos asociados con las inflorescencias que son esenciales para su

comprensión. Las inflorescencias determinadas son aquellas en las que la secuencia de floración comienza con la flor terminal en la punta del tallo o en el centro del grupo de flores. En contraste, las inflorescencias indeterminadas presentan una secuencia de floración que comienza en o cerca de la base de la inflorescencia o en la parte exterior del grupo y que continúa hacia arriba o hacia el centro (Jones, 1988).

3.1.3 Generalidades sobre frutos y semillas

Benson en 1959, Kozłowski y Howe en 1972, Gunn y Dennis en 1976 y Howe y Smallwood en 1982 definieron fruto como un ovario maduro que contiene uno o más semillas y puede incluir partes florales accesorias. (Sánchez-Garfías, 1991). La pared del ovario al madurar el fruto se convierte en el pericarpo o pared del fruto, que puede ser succulenta o seca. Paralelamente, la pared puede ser dehiscente, permitiendo que el fruto se abra para exponer o expulsar semillas, o indehiscente, desprendiéndose entonces con éstas (Sánchez-Garfías, 1991).

Gunn y Dennis, 1976 y Kozłowski y Gunn en 1972 afirmaron que la semilla es un óvulo maduro fertilizado (o desarrollado por partenocarpia) que posee un embrión, un endospermo (no siempre presente) y cubiertas protectoras (testa y/o tegmen) (Sánchez-Garfías, 1991). Las semillas presentan formas y tamaños muy diversos. Benson, 1959 describió que la superficie de la cubierta puede ser lisa o esculpida (Sánchez-Garfías, 1991). Además, Niembro en 1983 mencionó que en unas semillas los tegumentos se alargan para formar un ala papirácea o traslúcida (Sánchez-Garfías, 1991); mientras que Benson en 1959 y Jamieson y Reynolds en 1967 hicieron referencia que otras semillas pueden tener un simple penacho de pelos en uno o ambos extremos, o bien una excrecencia carnosa (arilo) del funículo o la placenta (Sánchez-Garfías, 1991).

Gunn y Dennis en 1976 sugirieron que la diversidad morfológica de las semillas propicia que el término "semilla" se utilice en un sentido más funcional que morfológico (Sánchez-Garfías, 1991). Es

decir, frecuentemente se menciona como semilla de una especie a la estructura que desde el punto de vista de su origen y morfología no es sino su fruto. Con objeto de evitar este tipo de imprecisiones, se ha propuesto el término diáspora que es, independientemente de su morfología, la porción de la planta que se desprende y se dispersa (del griego *diaspora*, diseminación o dispersión) aunque según Gunn y Dennis y van der Pijl en 1972 también se han empleado en este mismo sentido los términos: propágulos, gémulo, mígrulo, cora o disermínulo. (Sánchez-Garfias, 1991). De esta manera, Polunin en 1970 y van der Pijl en 1972 afirmaron que las diásporas pueden ser: esporas, semillas, frutos, estructuras vegetativas especiales, partes de la planta sin modificación aparente o incluso, la planta entera (Sánchez-Garfias, 1991). Por otro lado Good, 1947 y Polunin reportaron que una misma especie puede producir más de un tipo de diáspora, lo cual incrementa las oportunidades de una reproducción y migración efectivas. (Sánchez-Garfias, 1991).

3.1.4 Clasificación de Frutos

A pesar de que se ha propuesto un gran número de clasificaciones de los frutos basándose en sus caracteres más importantes, como lo son el número de carpelos que los forman, la posibilidad de que se abran al madurar o su consistencia carnosa o seca, hasta el momento no existe alguna universalmente aceptada (Font Quer, 1982). Sin embargo, a continuación se presenta una clasificación simple:

- a) *Fruto simple*: el que procede de una sola flor que contiene un solo gineceo, de uno o varios carpelos, los cuales pueden ser dehiscentes o indehiscentes. Frutos dehiscentes son cápsula, folículo, legumbre, pixidio, silicua y silícula. Frutos indehiscentes son: aquenio, baya, cariopsis, cápsula, drupa, nuez, pomo, sámara y utrículo (Font Quer, 1982).
- b) *Fruto agregado*: el que se deriva de una sola flor que contiene un gineceo apocárpico. Se encuentran aquí la polidrupa, poliaquenio, polifolículo, etc. (Font Quer, 1982).

3.1.5 Fenología

Estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, florecencias, maduración de frutos, etc. (Font Quer, 1982).

3.1.6 Antesis:

Momento de abrirse el capullo floral. Sinónimo, en este caso de florecencia, si con este término queremos precisar que no se trata de todo el tiempo que permanece abierta la flor, sino únicamente del momento de abrirse. (Font Quer, 1982).

3.2 Estudios similares en Guatemala

Los primeros estudios fenológicos surgen de cultivos a partir de las correlaciones entre las etapas de crecimiento y reproducción con las condiciones climáticas y edáficas. Este tipo de enfoque genera conclusiones, generalmente muy sencillas y poco rigurosas, acerca de las causas que determinan los comportamientos fenológicos. (Carabias y Guevara, 1986).

Barillas (1986), publicó un calendario fenológico de 30 especies arbóreas, en donde incluyó localización de rodales y épocas para recolección de semillas, pero no presenta metodología ni discusión de resultados.

Utrera (1994) trabajó sobre la "Caracterización Morfológica y Fenológica *in situ* de Cultivares de Zapote *Pouteria zapota* (L) Cronquist en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa", encontrando variabilidad entre individuos en algunas características morfológicas.

En marzo de 1995, la unidad de patrimonio natural del proyecto Triángulo del Instituto de Antropología e Historia, inició un estudio fenológico de las siguientes especies arbóreas: *Brosimum alicastrum* Swartz, *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk., *Blomia prisca* (Standl.) Lundell, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl., *Spondias mombin* L., *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma, *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., *Licaria coriacea* (Lundell)

Kosterm., *Pimenta dioica* (L.) Merr., *Stemmadenia donnell-smithii* (Rose) Woodson, *Talisia floresii* Standl., *Vitex gaumeri* Greenm., *Dendropanax arboreum* (L.) Decne. y Planch., *Attalea cohune* Mart., *Sabal mexicana* Mart., *Chryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, *Desmoncus orthacanthus* Mart., Meliaceae (cedrillo blanco) y *Rehdera penninervia* Standl. ex Moldenke (sacuché) realizando registros mensuales, pero la muestra de individuos por especie no fue homogénea y no se estimó la cantidad de flores o frutos. (López, 1995)

3.3 Estudios similares fuera de Guatemala

Frankie *et al.* (1974), Opler *et al.* (1980), Shuckla y Ramakrishna (1982), Tanner (1982), Putz y Windsor (1987) y Peres (1994) afirman que los patrones de floración de árboles y lianas tropicales son frecuentemente estacionales, aun donde la lluvia es relativamente estacional (Peres, 1994). La periodicidad en la antesis es determinada principalmente por cambios estacionales en los niveles hídricos de los árboles y no parece ser el resultado de la selección para la optimización de la interacción planta-polinizador. (Borchert, 1983).

Ortiz y Fournier (1982) estudiaron el comportamiento fenológico en un bosque pluvial premontano en Cataritas de San Ramón, Costa Rica, haciendo observaciones de un año y medio. Todas las observaciones fenológicas mostraron periodicidad anual. El pico de caída de hojas ocurrió en los meses más secos del año, pero la floración mostró dos picos, uno en abril (estación seca) y el otro en agosto (estación húmeda). En el otro caso, la fructificación y la caída de hojas mostró su máxima actividad durante la estación húmeda.

En los bosques lluviosos templados de América Latina, Hilty (1980), realizó un estudio sobre la periodicidad de la floración y fructificación en un bosque lluvioso premontano de Colombia, y determinó que las especies de *Miconia*, que fructifican todo el año, son compensadas en épocas bajas con la fructificación de otras especies.

En el trabajo realizado por De Steven *et al.* (1987) en la isla de Barro Colorado, Panamá, sobre especies de palmas, se encontró que la fenología vegetativa es más estacional y se ve más afectada por las variaciones climáticas que la reproductiva. Bullock y Solís-Magallanes registraron la fenología de 108 especies durante 42 meses en una selva tropical caducifolia en la planicie costera del Pacífico de México. Las respuestas de varias especies a la precipitación de diciembre o enero indicaron que su fenología se rigió por la disponibilidad de agua, pero algunas especies probablemente estuvieron limitadas por foto periodo. (Bullock y Solís-Magallanes, 1990).

Smith-Ramírez y Armesto (1994), trabajaron en Chiloé, Chile, evaluando la relación fenológica con diferentes variables ecológicas y climáticas encontrando resultados útiles para obtener modelos de floración y fructificación.

3.4 Antecedentes de estudios acerca de la relación entre árboles y la fauna silvestre

En un estudio sobre comparación y caracterización preliminar de tres etapas sucesionales de bosque secundario en la Reserva de la Biósfera Maya, Orantes (1995), menciona que *Cuniculus paca* (tepezcuintle) y *Allouata palliata* (saraguate) son dispersores importantes de *Attalea cohune* Mart. y *Chryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans respectivamente.

Con base en las frecuencias de aparición durante el periodo de observación comprendido de julio de 1994 a septiembre de 1995, Jolón sugiere que para *Heteromys desmarestianus* las siguientes especies o géneros tienen valores dietéticos altos, en el siguiente orden descendente: *Chryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans, *Brosimum alicastrum* Swartz, *Acacia centralis* (Britton y Rose) Lundell, *Sabal mauritiiformis* (H. Karst.) Griseb. y H. Wendl., *Blomia prisca* (Standl.) Lundell, *Hirtella americana* L. y *Chamaedorea* spp.. (Jolón, 1996)

Rivas menciona que de marzo a diciembre de 1994 en el área de influencia de la aldea Uaxactún la dieta de *Crax rubra* (pajuil) fue bastante diversa, pero básicamente fueron seis las especies principales

en su alimentación. *Brosimum alicastrum* Swartz., *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma fueron las especies más consumidas. Las otras cuatro especies fueron: *Pouteria amygdalina* (Standl.) Baehni, *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., *Nectandra* sp. y una Lauraceae indeterminada. (Rivas, 1995).

Russell (1982) investigó la influencia de las fluctuaciones alimentarias sobre la época de reproducción de *Nasua narica* (pizote), en la isla de Barro Colorado en Panamá, en donde se menciona que *Spondias mombin* junto con otras cuatro especies de árboles tuvieron efectos importantes sobre el comportamiento de las manadas observadas de pizotes. Entre otras cosas se menciona que los frutos de *Cecropia*, *Brosimum* y *Guapira*, atraían a los pizotes, pero los individuos productores de frutos de estas especies eran escasos en la zona de estudio. (Russell, 1982)

Milton (1991) afirma que las hojas nuevas y frutos de la familia Moraceae son componentes predominantes en las dietas de vertebrados consumidores primarios en bosque pantropical.

Peres (1994) estudió las respuestas de los primates en cuanto a los cambios fenológicos en el bosque amazónico, encontró que las 4 especies de monos más conspicuas de estos bosques están adaptadas a los cambios fenológicos de las plantas.

4 JUSTIFICACIONES

El estudio de la periodicidad de eventos relacionados con crecimiento y reproducción de especies perennes, tiene gran importancia para entender la adaptación de plantas a su ambiente. El comportamiento fenológico se ha estudiado con amplitud en zonas templadas y con menos intensidad en las tropicales. (Carabias-Lillo, 1983). El registro sistemático de las características fenológicas de los árboles en un bosque en la Reserva de la Biósfera Maya, es de suma importancia para la comprensión de la dinámica de sus comunidades forestales y también como indicador de la respuesta de estos organismos a las condiciones climáticas y edáficas de esta zona.

Desde el punto de vista silvicultural, las observaciones fenológicas permitirán prever las épocas de reproducción de los árboles y sus ciclos de crecimiento vegetativo para el desarrollo de un plan adecuado de ordenamiento del bosque.

Además, las variaciones estacionales en la producción de frutos pueden estar relacionados con los cambios en las densidades de poblaciones de animales silvestres, tales como el tepezcuintle (Smythe, 1983) y los monos (Peres, 1994).

También, este tipo de estudio es fundamental para la realización de estudios específicos sobre la dinámica del bosque tropical, en cuanto a polinizadores, depredadores de frutos y dispersores de semillas. Por último la fenología puede ser elemento importante en la planificación y manejo de parques, reservas y otras categorías de áreas protegidas.

5 OBJETIVOS.

5.1 Objetivo General

Estudiar la fenología de las especies leñosas relacionadas con la alimentación de algunas aves y mamíferos en Yaxhá, Petén.

5.2 Objetivos específicos:

- a) Establecer cuáles son las principales especies arbóreas relacionadas con la alimentación de fauna silvestre.
- b) Elaborar los calendarios fenológicos de las especies arbóreas a estudiar.
- c) Establecer la relación entre la foliación y la floración entre las poblaciones de árboles estudiados.
- d) Correlacionar la temperatura y la precipitación con la formación de brotes, flores y frutos en las poblaciones de árboles estudiados.

6 MATERIALES Y METODOS.

6.1 Universo de Trabajo.

6.1.1 Ubicación

La laguna de Yaxhá se encuentra comprendida entre los municipios de Flores y Melchor de Mencos en la porción este del departamento de Petén. La laguna de Yaxhá se encuentra a 158 metros sobre el nivel del mar con latitud 17°04' y longitud de 89°22' (Ruíz, 1990). (Ver anexo No. 13.1).

6.1.2 Fisiografía

El área de trabajo se encuentra en una zona transicional de dos provincias fisiográficas que son: plataforma de Yucatán y cinturón plegado del Lacandón (Ruíz, 1990).

La zona presenta características de ambas provincias como áreas pantanosas o zonas inundables y montañas kársticas (Ruíz, 1990).

Dentro del área de estudio pueden encontrarse tres tipos de paisaje: zonas onduladas, bajos o áreas inundables y montañas ligeramente escarpadas (Ruíz, 1990).

6.1.3 Hidrología

El drenaje en la región es superficial, con una red incompleta y desintegrada. Los principales cuerpos de agua de la región son las lagunas de Yaxhá, Sacnab, Lancaja y Campoxte (Ruíz, 1990). La laguna de Yaxhá es la más grande, con un área de 9,500 Km. ² (Castañeda, 1995) y tiene aproximadamente unos 27 m de profundidad máxima. No se le conoce ningún desagüe de salida de agua, ni superficial, ni subterránea. Tampoco es conocida ninguna entrada de agua subterránea. El río estacional Ixtinto desemboca en la laguna. (Santizo *et al*, 1989)

6.1.4 Clima

El clima, según la clasificación Thornwaite, es cálido sin estación fría bien definida (A'a'Br). La temperatura promedio es de 30° C y la mínima es de 25° C. La precipitación es de 2000 mm. La temporada lluviosa se prolonga hasta nueve meses (junio a febrero). (Ruíz, 1990)

6.1.5 Relieve

El área tiene una altitud promedio de 200 msnm. La región montañosa se encuentra principalmente en el extremo sur, bajo las lagunas de Yaxhá, Lancaja y Campoxte. Las montañas presentan una elevación máxima de 400 msnm. La zona de bajos o áreas inundables se extiende de sur a norte, a partir del centro arqueológico Yaxhá. (Ruíz, 1990)

6.1.6 Suelos

Los suelos de la región de Yaxhá pertenecen a los suelos de bosques, encontrándose en ellas tres series de suelos distintos: Macanché, Yaloch y Yaaxja. (Simmons. 1959)

6.1.7 Arqueología

Dentro del área se encuentran varios centros arqueológicos, de los cuales tres son de primera clase, estos son: Yaxhá, Nakun y Naranjo. (Ruíz, 1990)

6.1.8 Flora

La región se encuentra caracterizada dentro del sistema de zonas de vida de Holdrige como Bosque Húmedo Subtropical Cálido; la unidad vegetal predominante es el Bosque denso de latifoliadas que en función de las unidades fisiográficas de la región (área de bajos y colinas kársticas) define dos tipos de bosque:

- Bosque bajo (Bosque hidrofítico, temporal y permanente)
- Bosque denso de latifoliadas.

El inventario forestal de Petén reporta como especies más abundantes para la región, al ramón (*Brosimum alicastrum* Swatz), zapotillos (*Pouteria* spp) y chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) Van Royen). (Ruíz, 1990).

6.1.9 Fauna

Los listados de especies de animales existentes para la región muestran una alta diversidad de especies, algunas de las cuales se encuentran incluidas dentro de los apéndices I y II de CITES como por ejemplo el jaguar, el tapir y el mono aullador. Algunas otras especies típicas de la región son el cocodrilo de moreleti y el pavo ocelado. (Ruíz, 1990).

6.2 Metodología.

6.2.1 Fase de Gabinete I. Revisión de literatura.

Se revisó la bibliografía pertinente sobre trabajos similares a fin de obtener información sobre estudios fenológicos realizados en el área, análisis, presentación de datos fenológicos y hábitos alimenticios de animales.

6.2.2 Fase de Campo I. Reconocimiento del área de estudio.

Se realizó un viaje de reconocimiento, para ubicar los sitios de monitoreo, basados en la metodología presentada por Hilty (1980), De Steven *et al.* (1987), Bullock y Solís-Magallanes (1990), Murali y Skumar (1994) y Smith-Ramírez y Armesto (1994). Se seleccionaron 3 transectos de 2000 m de largo y 20 m de ancho y 1 transecto de 1000 m y 20 m de ancho.

Se realizó una encuesta con el 10% de la población de trabajadores del proyecto PRONAT en Yaxhá, se

seleccionó a cazadores, chicleros, pimenteros y xateros con el objetivo de recabar información tradicional sobre hábitos alimenticios de varios animales silvestres.

6.2.3 Fase de Gabinete II. Selección de especies arbóreas a estudiar.

Con base a la encuesta realizada a los trabajadores del PRONAT-YAXHÁ, se seleccionaron 15 especies arbóreas.

6.2.4 Fase de Campo II. Registro de datos fenológicos y meteorológicos

Se seleccionaron 10 individuos por cada especie, los árboles eran adultos, de constitución normal y sana. Los árboles seleccionados fueron identificados por un conocedor del lugar y numerados con pintura amarilla de aceite. Para confirmar las especies se colectaron muestras botánicas y se llevaron al herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala BIGU.

Se registraron los datos fenológicos quincenalmente durante dos años. Las fenofases que se monitorearon fueron: botón floral, flor abierta, fruto inmaduro y fruto maduro.

La información se registró y se analizó según los siguientes niveles (Newstrom L. E. *et al*, 1994):

Fenología individual: abundancia de flores y frutos por individuo de cada especie.

Fenología poblacional: número de individuos de cada especie en floración o fructificación.

Fenología del conjunto de especies: número de especies en flor o fruto.

La información de la fenología individual fue registrada en hojas de datos (anexo 11.3), y se utilizó la metodología propuesta por Fournier (1978) y Vanegas (1978). Cada una de las fases se cuantificó mediante una escala de valor relativo de cero a cuatro, teniendo cada cifra el siguiente significado:

0: ausencia de fenómeno.

1: Presencia del fenómeno entre 1 – 25 %.

2: Presencia del fenómeno entre 26 – 50%.

3: Presencia del fenómeno entre 51 – 75 %.

4: Presencia del fenómeno entre 76 – 100%.

Para las observaciones se utilizaron binoculares. Cuando la visibilidad en las copas era muy difícil, se subió al árbol y se cortaron muestras.

Además se hicieron observaciones sobre la presencia de fauna en los árboles estudiados. Se recopilaron los registros mensuales de precipitación y temperatura de la Estación Meteorológica de Melchor del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-.

6.2.5 Análisis de Datos.

Los resultados de cada muestreo quincenal fueron usados para calcular índices relativos de foliación, floración y fructificación. Los datos fenológicos (Escala Fournier y Vanegas, 1978) fueron convertidos a porcentajes usando el porcentaje del punto medio (Kinnaird, 1992).

Cuadro 1. Conversión de Escala Fournier y Vanegas (1978) a porcentajes.

<i>Escala Fournier y Vanegas (1978)</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Porcentaje del Punto medio</i>
0	Sin producción de hoja nueva, flor o fruto	0
1	1-25 % de máximo estimado	13.0 %
2	26-50 % de máximo estimado	38.0 %
3	51-75% de máximo estimado	63.0 %
4	76-100% de máximo estimado	88.0 %

Posteriormente, los índices fueron calculados con la siguiente fórmula (Kinnaird, 1992):

$$\frac{\sum_{s=1}^N \sum_{i=1}^{n_s} P_{is} / n_s}{N}$$

P_i = Porcentaje mensual de cada fenofase por individuo.

n_s = Número de individuos por especie s.

s = Especies 1 a N

Utilizando el índice calculado se realizó una correlación de Pearson para conocer si existe alguna correlación entre la abundancia de brote y la floración de cada especie.

Se utilizaron los índices relativos de brote, flor, fruto inmaduro y fruto maduro para hacer análisis de correlaciones múltiples para determinar si existe relación entre la foliación, la floración y la fructificación con las variables de temperatura y precipitación para cada una de las quince especies arbóreas estudiadas. Se calculó el coeficiente de la prueba de U de Mann Whitney para determinar si existía diferencia significativa entre los ciclos estudiados de floración y fructificación de los años de 1996 y 1997. Para el caso de *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. no se hizo prueba de U de Mann Whitney para los procesos de floración y fructificación, porque solamente ocurrieron una vez durante el desarrollo del estudio. De igual forma para *Manilkara zapota* (L.) van Royen no se hizo prueba de U de Mann Whitney para la producción de fruto inmaduro porque el proceso de maduración fue muy largo, por lo que solamente se registró un ciclo completo.

Para los análisis estadísticos anteriores se utilizó la herramienta de análisis de datos del Programa Excel de Microsoft Office XP.

6.3 Recursos Materiales

1 libreta de campo

10 lapiceros

Formularios

1 brújula

2 pares de binoculares Tasco Futura (10 x 25)

1 cámara fotográfica Canon AE-1

1 computadora personal

1 base de datos Excel 2000

4 rollos de película fotográfica

Pintura de aceite

1 garrocha podadora

Tijeras para podar

2 prensas de madera

Cinta diamétrica

6.4 Recursos Humanos

1 investigador:	Miguel Flores.
1 asesor:	Ing. Agr. Mario Véliz.
1 revisora:	Licda. Roselvira Barillas.
2 asistentes de campo:	Jorge Zac y Francisco Cortéz.

7 RESULTADOS

Los árboles en el bosque de Yaxhá presentan hojas, flores y frutos a lo largo de todo el año; los ciclos más constantes son los de foliación y floración, comparándose con los de fructificación. Así mismo, su relación con las variaciones climáticas consideradas (precipitación y temperatura) es más estrecha. Las fenofases observadas se manifiestan de manera más intensa durante la época seca y el inicio de las lluvias. A continuación se detalla la taxonomía, el número de individuos estudiados por especie y su fisonomía.

7.1 Especies arbóreas estudiadas

Cuadro 2. Descripción de fisonomía, tamaño de muestra y taxonomía de las especies arbóreas

No de Individuos	Especie	Familia	Nombre común	DAP Promedio (cm.)	Altura Promedio (m.)
10	<i>Trichilia montana</i> Kunth	Meliaceae	Cedrillo hoja ancha	18.55	12.65
10	<i>Trichilia minutiflora</i> Standl.	Meliaceae	Cedrillo hoja fina	17.00	10.00
10	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	Chacal	33.95	14.60
10	<i>Protium copal</i> (Schlecht. et Cham.) Engl.	Burseraceae	Copal	20.77	10.80
10	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen	Sapotaceae	Chicozapote	43.20	14.30
10	<i>Pouteria reticulata</i> (Engler) Eyma	Sapotaceae	Zapotillo hoja fina	23.90	11.30
10	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Radlk.	Sapotaceae	Zapotillo hoja ancha	29.05	13.65
10	<i>Talisia floresii</i> Standl.	Sapindaceae	Coloc	29.09	11.20
10	<i>Talisia olivaeformis</i> (Kunth) Radlk.	Sapindaceae	Guaya	29.05	13.65
10	<i>Exotha paniculata</i> (Juss.) Radlk.	Sapindaceae	Tzol	21.77	12.33
10	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Jocote Jobo	37.70	14.30
10	<i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.	Lauraceae	Laurel	22.00	11.00
10	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Moraceae	Ramón	46.50	15.40
10	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Myrtaceae	Pimienta	23.70	11.90
10	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Verbenaceae	Yaxnic	39.90	12.80

7.2 Comportamiento climático

Los datos climáticos fueron tomados de la estación meteorológica Mopán localizada en Melchor de Mencos, Petén (Gráfica 1). De acuerdo al análisis de la precipitación se obtuvieron las siguientes épocas:

Época húmeda 1 : junio a diciembre 1995

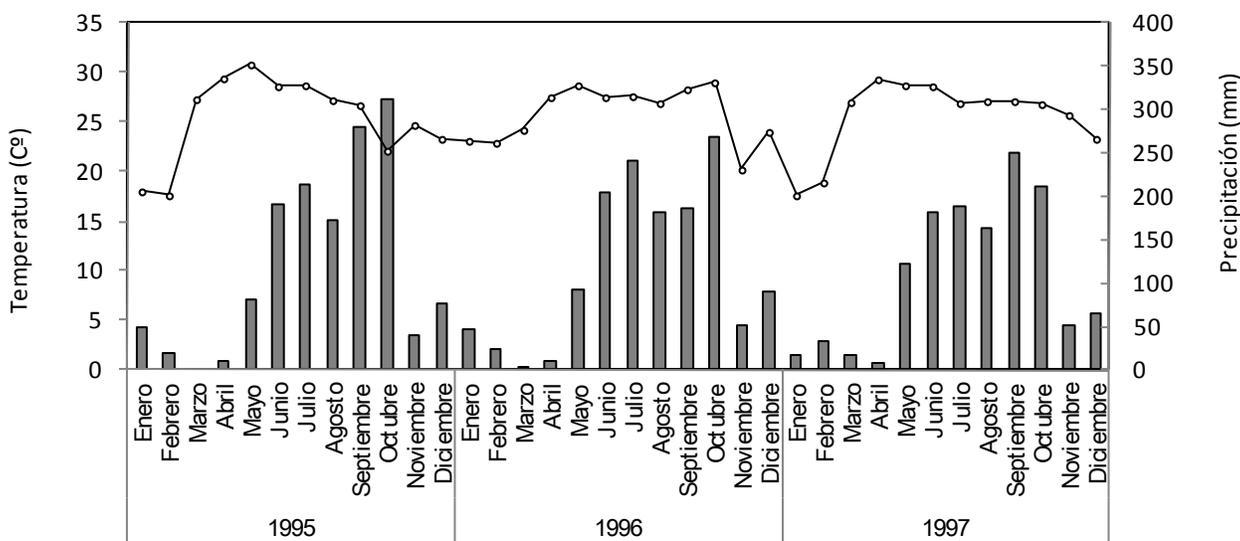
Época seca 2 : enero a abril 1996

Época húmeda 2 : mayo a diciembre 1996

Época seca 3 : enero a mayo 1997

Época húmeda 3 : junio a diciembre 1997

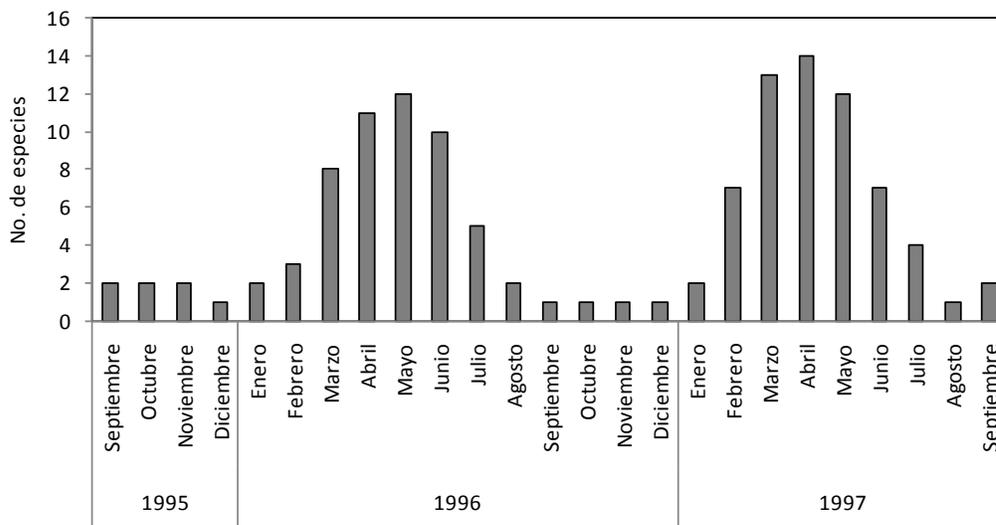
Es importante mencionar que en Petén se cuenta con muy pocas estaciones meteorológicas (aproximadamente 7) y casi todas se encuentran fuera de la Reserva de la Biósfera Maya. Esta situación es un gran problema para estudios a mediano y largo plazo relacionados con ecología donde los parámetros físicos de temperatura, humedad, precipitación, iluminación y otros juegan un papel preponderante para establecer patrones.



Gráfica 1. Registros de precipitación y temperatura media desde 1995 a 1997

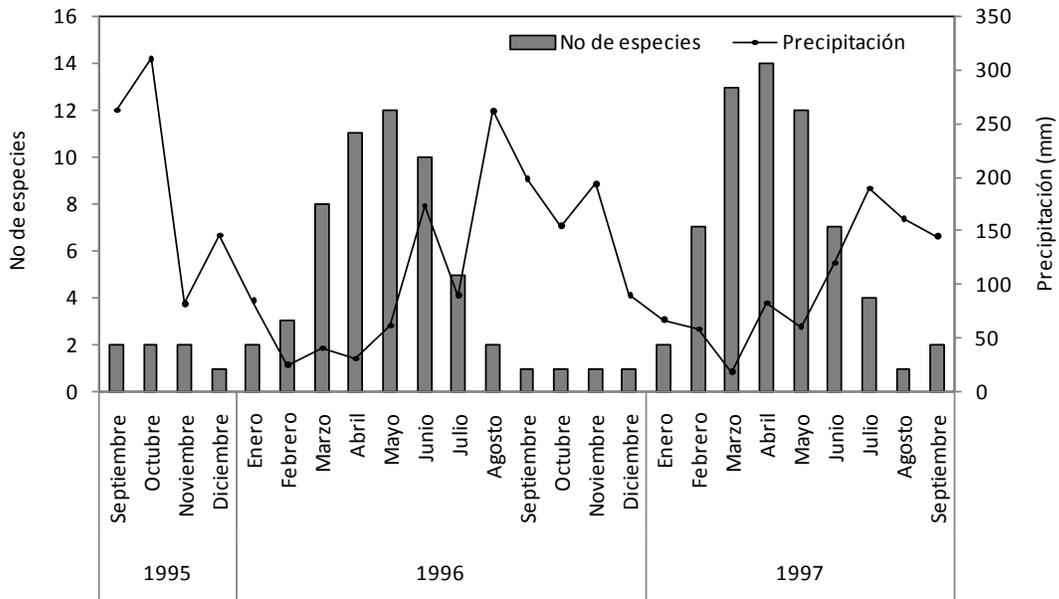
7.3 Fenología del conjunto de árboles estudiados

Se analizaron las quince especies arbóreas como conjunto y se determinó que en los años 1996 y 1997, la época con más individuos en floración similar fueron los meses de marzo, abril, mayo y junio, con la diferencia que en 1997, el mes de junio tuvo una incidencia menor (Gráfica 2).



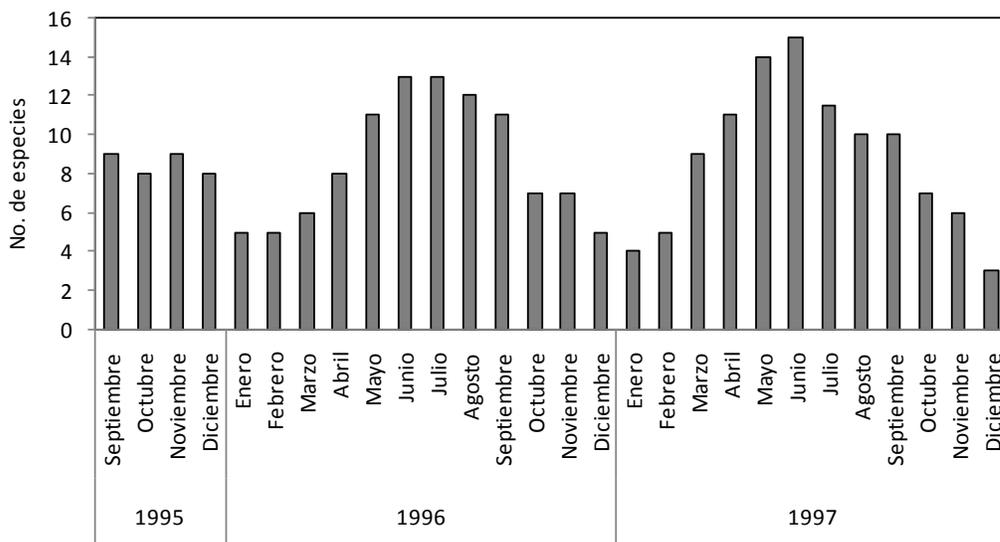
Gráfica 2. Número de especies en floración

En la gráfica 3 se muestra que dentro del grupo de especies arbóreas estudiadas, la floración se presenta durante la época seca e inicio de la época lluviosa (de marzo a junio) correspondiente al 80 por ciento del grupo de especies en estudio. Bullock y Solís Magallanes, 1990 mencionan que la precipitación tiene un papel importante en la fenología de los bosques tropicales en México, donde la función de los suelos no es tan importante en tanto que la retención de humedad no es significativa. Durante el comienzo de la estación lluviosa puede encontrarse aún el 66 por ciento de las especies en floración mientras que durante el periodo de máximas precipitaciones la floración disminuye considerablemente y sólo el 13 por ciento de las especies están en floración. Durante la transición del periodo lluvioso al periodo seco (de noviembre a febrero) se registró un aumento en la cantidad de especies en flor, el 20 por ciento de las especies presenta su floración.



Gráfica 3. Comparación entre la precipitación y la floración

En general los patrones de fructificación fueron bastante uniformes durante el desarrollo del estudio. En la gráfica 4 se muestra que los meses con mayor actividad en la producción de frutos inmaduros fueron durante el inicio de la época lluviosa.



Gráfica 4. Número de especies en fructificación

7.4 Foliación de las especies arbóreas

Los árboles producen hojas nuevas según diversos ciclos cuyas causas en algunos casos no son suficientemente conocidas. Es necesario especificar que por cuestión metodológica y fisiológica fue imposible determinar la presencia de brotes foliares en las especies siempre verdes. Por lo tanto, la foliación fue determinada por la presencia de hojas jóvenes, que se diferencian claramente de las hojas maduras por su posición periférica en la copa, menor tamaño y color distintivo, generalmente verde-amarillento pálido, aunque no faltan especies con tonos más llamativos, como por ejemplo el rojizo en *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk. Para este estudio fue importante el registro de las hojas nuevas porque tanto los herbívoros vertebrados como los invertebrados en general prefieren las hojas jóvenes. Esto puede deberse a varias razones, primero, que existe un mayor contenido de agua y nitrógeno en las hojas, lo que hace aumentar las tasas de crecimiento de insectos (Kursar y Coley, 1991), segundo, son menos duras (Grime *et al.*, 1968; Feeney, 1970; Aide, 1993) y menos fibrosas (Milton, 1979). Y por último contienen concentraciones menores de compuestos como los taninos que se unen a las proteínas e inhiben la digestión (Robbins *et al.*, 1987; Dudt y Shure, 1994). De lo anteriormente expuesto pueden existir algunas excepciones.

Los patrones de foliación de los árboles perennifolios *Brosimum alicastrum* Swartz, *Trichilia minutiflora* Standl., *Trichilia montana* Kunth, *Protium copal* (Schlecht. et Cham.) Engl., *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma, *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. y *Pimenta dioica* (L.) Merr.) son bastante complejos, los períodos de producción mínima de hojas nuevas son breves e impredecibles, sin embargo se pudo detectar un incremento en la producción de hoja nueva en marzo y abril. Solamente *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk. y *Talisia floresii* Standl. mostraron estacionalidad bien marcada. En el caso de *Brosimum alicastrum* Swartz, los árboles mantienen sus hojas durante todo el año y solamente recambian en diferentes épocas del año, pero se ha reportado el hábito caducifolio para sitios con régimen de lluvia

fuertemente estacional (Peters, 1991).

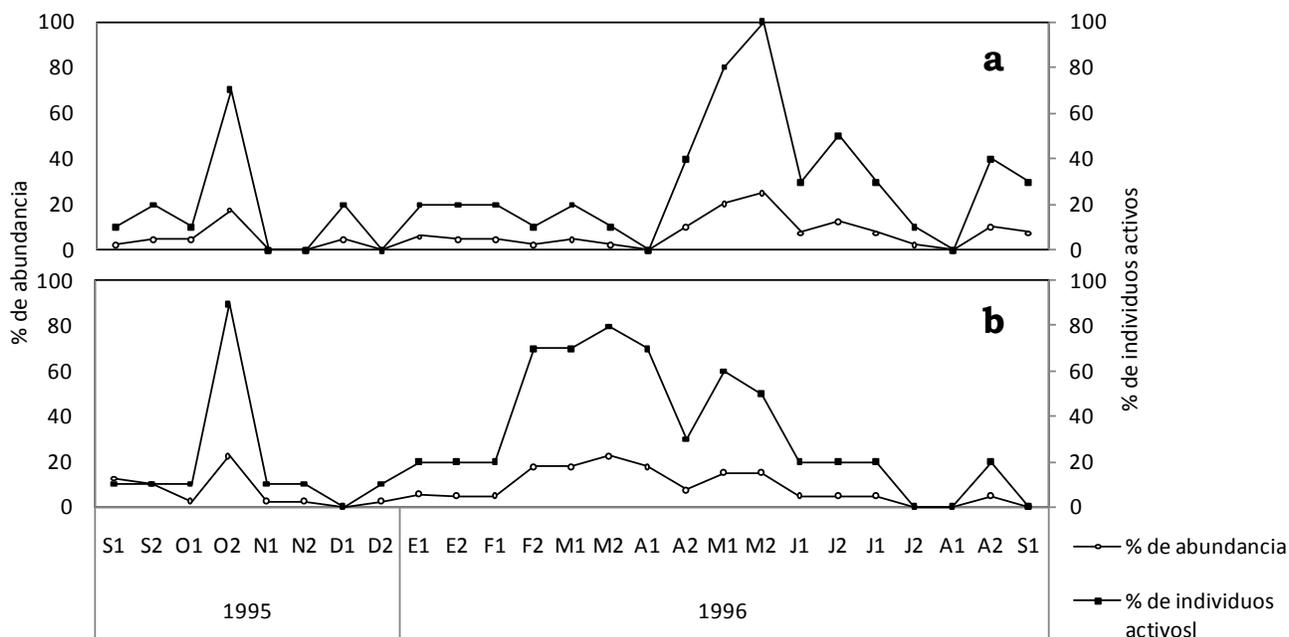
En las especies caducifolias se observaron brotes foliares. Los patrones de foliación para las especies caducifolias *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, *Spondias mombin* L., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Vitex gaumeri* Greenm., y *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. fueron estacionales. El ciclo estacional de producción de hojas sirve especialmente para defenderse de los herbívoros (van Schaik *et al*, 1993).

Es importante mencionar que *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. tiene la característica de ser depredada por folívoros. Esta actividad puede provocar la activación de los meristemas foliares. Como resultado, se observaron árboles completamente defoliados por esta actividad.

La interpretación del coeficiente de correlación de Pearson se hizo así: para *Protium copal* (Schlecht. et Cham.) Engl., *Trichilia montana* Kunth y *Pimenta dioica* (L.) Merr., *Brosimum alicastrum* Swartz, *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. y *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma no existe correlación alguna entre su foliación y floración.

7.4.1 Foliación de las especies de la familia Meliaceae

En las gráficas 5a y 5b, se muestran los patrones de foliación de *Trichilia montana* Kunth y *Trichilia minutiflora* Standl. y se observa claramente que son especies perennifolias, ya que la pérdida de hojas no sobrepasa el 20 % del total del follaje. *Trichilia montana* Kunth se caracterizó con una producción de hojas nuevas muy baja (menos o igual al 20 %), más o menos uniforme durante todo el año, excepto en la segunda quincena de mayo de 1996 (Gráfica 5a). La producción de hojas nuevas durante la foliación de *Trichilia minutiflora* Standl. fue muy baja (menos o igual al 20 %) y se registró un pequeño incremento de hojas nuevas en la segunda quincena de octubre 1995 y segunda quincena de marzo 1996 (Gráfica 5b).



Gráfica 5. Foliación de la Familia Meliaceae

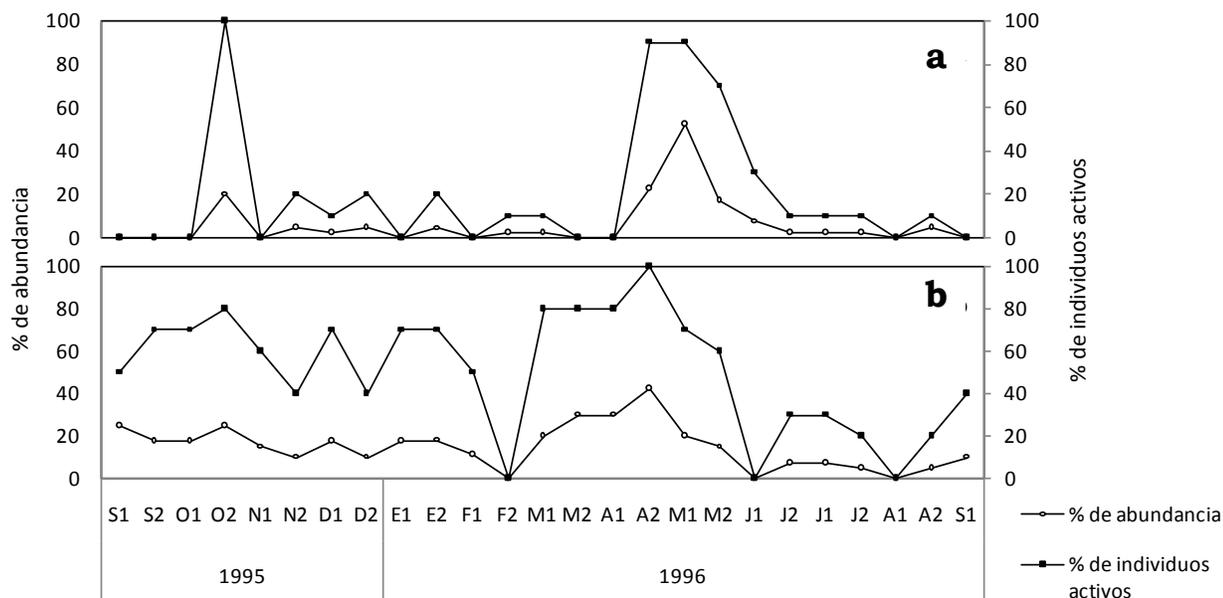
a: *Trichilia montana* Kunth, b: *Trichilia minutiflora* Standl.

7.4.2 Foliación de las especies de la familia Burseraceae.

En las gráficas 6a y 6b, se muestran los patrones de foliación de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl. respectivamente. *Bursera simaruba* (L.) Sarg. presentó un comportamiento caducifolio, la defoliación empezó en la primera quincena de enero de 1996, observándose una ausencia total de hojas desde la primera quincena de marzo hasta la segunda quincena de mayo, con una duración de 10 semanas.

La producción de brote foliar inició en la segunda quincena abril. La mayor actividad de producción de hojas nuevas fue en el inicio de la época lluviosa (mayo). Las hojas nuevas se caracterizan por ser de un color verde rojizo.

Protium copal (Schlecht. y Cham.) Engl., especie arbórea perennifolia, se caracteriza por tener una producción de hojas nuevas baja de 17.5 %, pero se observó un aumento desde la segunda quincena de marzo hasta la primera quincena de mayo (Gráfica 6b).



Gráfica 6. Foliación de la Familia Burseraceae

a: *Bursera simaruba* (L.) Sarg. b: *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl.

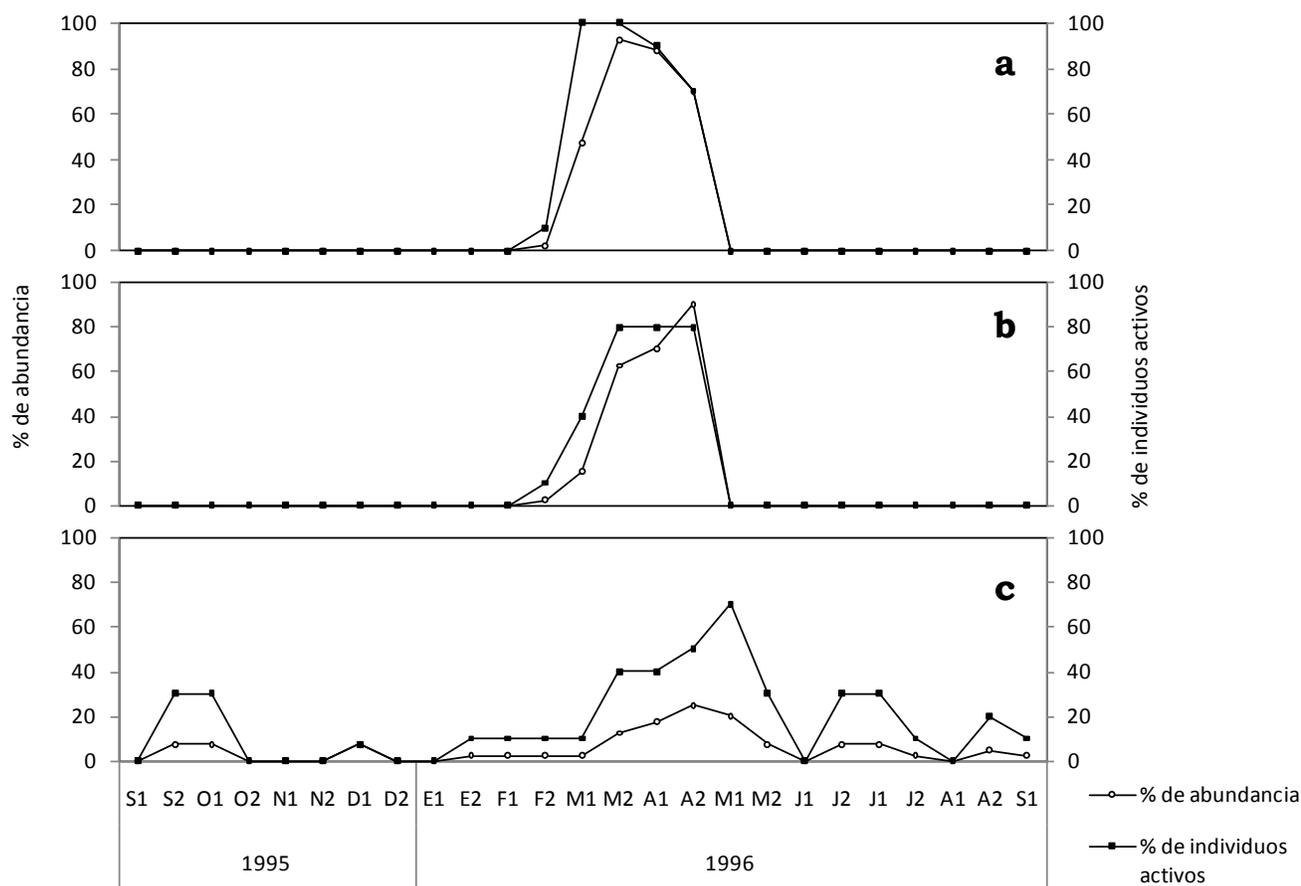
7.4.3 Foliación de las especies de la familia Sapotaceae

En la gráfica 7a se presenta la foliación de *Manilkara zapota* (L.) van Royen desde septiembre 1995 a septiembre de 1996. Esta especie mostró un comportamiento caducifolio, su foliación inicia en la segunda quincena de febrero. La mayoría de brotes foliares se observó en la época seca (marzo-abril). La foliación tuvo una duración de 12 semanas (Gráfica 6). La defoliación inició al final de la época lluviosa (noviembre), pero los árboles quedaron completamente sin hojas durante 10 semanas, desde la primera quincena de enero hasta la primera quincena de marzo.

Pouteria campechiana (Kunth) Radlk. es una especie caducifolia, la defoliación inició al final de la época lluviosa (noviembre). Se observaron árboles completamente defoliados desde la primera quincena de enero hasta la primera quincena de marzo. La producción de brotes foliares inició en la época seca (febrero) y la máxima actividad en la producción de hojas nuevas ocurrió al final de la época

seca (abril), finalizando la foliación durante el principio de la época lluviosa, primera quincena de mayo. (Gráfica 7b).

Pouteria reticulata (Engler) Eyma es una especie perennifolia. Para esta especie, la producción de hojas nuevas fue durante todo el año, pero sin un patrón definido, aunque se observó un ligero aumento en la producción desde la segunda quincena de marzo hasta la primera quincena de julio. (Gráfica 7b).



Gráfica 7. Foliación de la Familia Sapotaceae

a: *Manilkara zapota* (L.) van Royen, b: *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., c: *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma

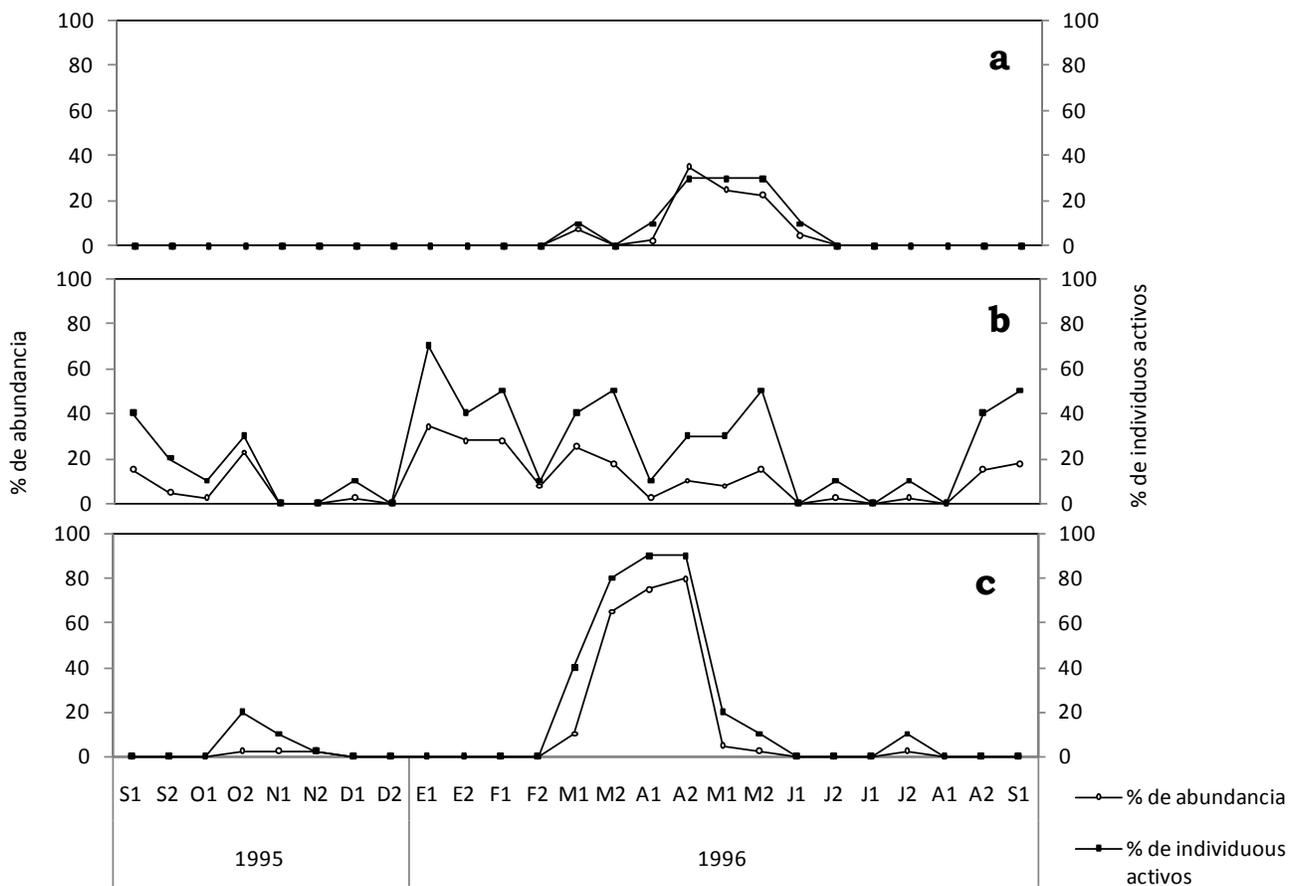
7.4.4 Foliación de las especies de la familia Sapindaceae

Talisia floresii Standl. es semi-caducifolia. Inicia su foliación durante la época seca (marzo),

con una pequeña interrupción, posteriormente se activa la producción de hojas jóvenes en la primera quincena de abril (Gráfica 8a). La mayor producción de hojas jóvenes ocurrió al final de la época seca (abril). El final de la foliación fue durante la época lluviosa (junio). La caída de sus hojas fue parcial, iniciándose al final de la época lluviosa (diciembre) hasta el final de la época seca (abril).

Talisia olivaeformis (Kunth) Radlk., especie perennifolia, tuvo una foliación muy irregular y sin ningún patrón definido (Gráfica 8b).

Por último, *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., especie perennifolia, tuvo un patrón de foliación bien definido, a diferencia de las otras especies siempreverdes. La producción de hojas fue en fechas bien establecidas. La época de mayor actividad fue durante la época seca (marzo) hasta la época lluviosa (junio), observándose la máxima actividad en la producción de hojas nuevas en abril. (Gráfica 8c).

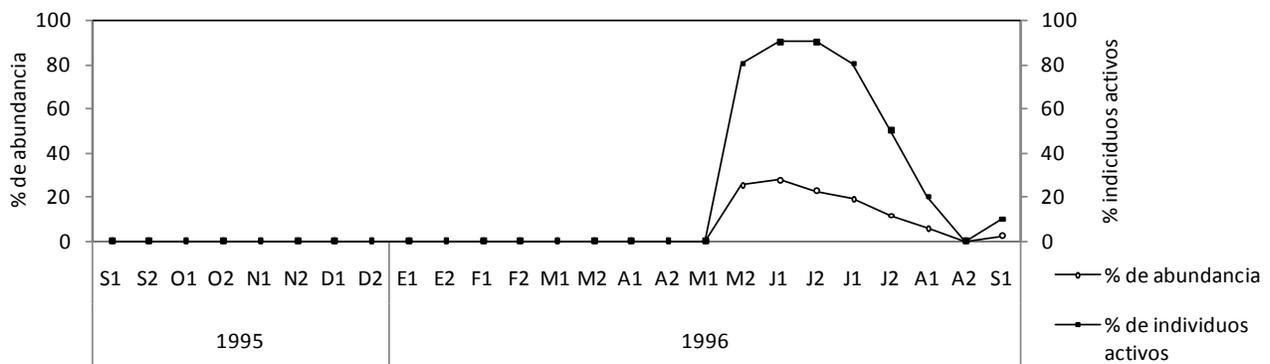


Gráfica 8. Foliación de la Familia Sapindaceae

a: *Talisia floresii* Standl., b: *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk., c: *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk.

7.4.5 Foliación de *Spondias mombin* L., de la familia Anacardiaceae

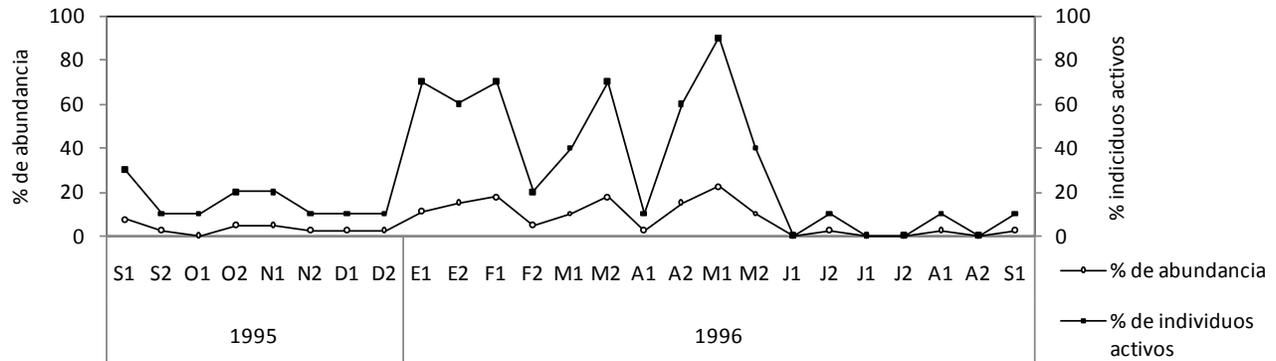
Para esta familia solamente se estudió la especie *Spondias mombin* L. (Gráfica 9). Esta especie es caducifolia, la producción de hojas nuevas inició al principio de la época lluviosa (mayo) y la mayor incidencia en la producción de hojas nuevas fue en junio. La caída de hojas fue desde la segunda quincena de febrero, pero esta especie perdió totalmente sus hojas en la primera quincena de abril hasta la segunda quincena de mayo.



Gráfica 9. Foliación de *Spondias mombin* L.

7.4.6 Foliación de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., de la familia Lauraceae

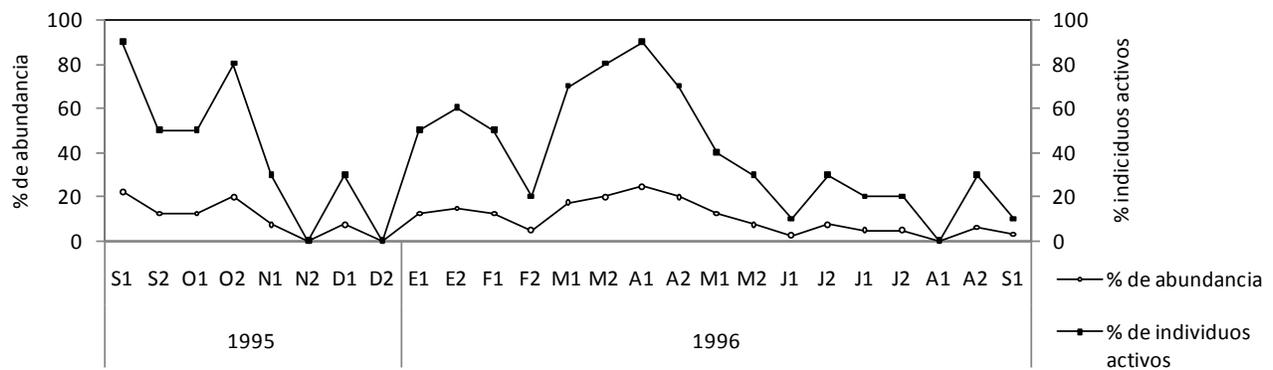
Licaria coriacea (Lundell) Kosterm. es perennifolia. En relación a la foliación se observaron tres fases bien marcadas. La primera consistió en tener una foliación muy baja, con un promedio de 2.5 % desde septiembre hasta la segunda quincena de diciembre (época lluviosa). La segunda fase se caracterizó por tener un incremento significativo en la producción de hojas nuevas, durante la primera quincena de enero a la segunda quincena de mayo (época seca e inicio de la época lluviosa) y la máxima actividad en la producción de hojas nuevas fue en la primera quincena de mayo. Durante la tercera fase se observó una foliación muy baja, inclusive en algunas fechas no se registró foliación (Gráfica 10).



Gráfica 10. Foliación de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm.

7.4.7 Foliación de *Pimenta dioica* (L.) Merril, de la familia Myrtaceae

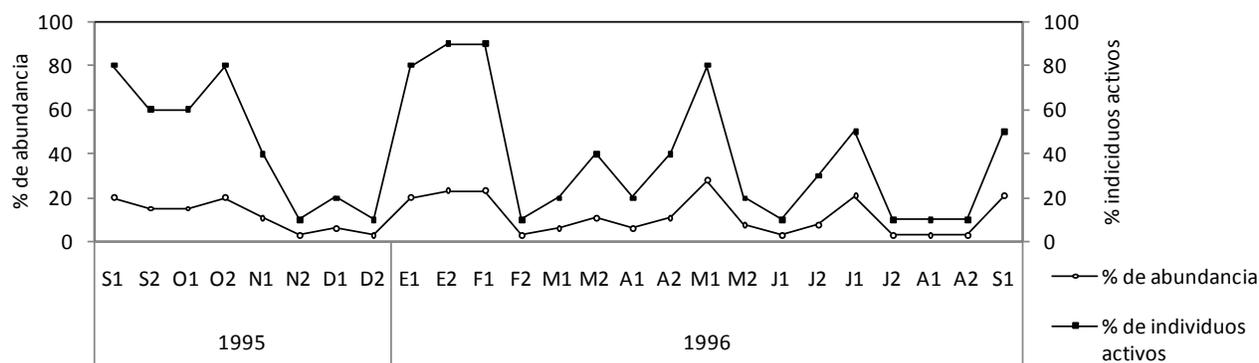
Pimenta dioica (L.) Merr. es una especie perennifolia, se caracterizó por producir hojas nuevas todo el año, excepto en tres registros (segunda quincena de noviembre, segunda quincena de diciembre y primera quincena de agosto) (Gráfica 11). No se pudo observar ningún patrón definido para esta especie, solamente un incremento en la producción de hojas nuevas desde la primera quincena de enero a la primera quincena de mayo.



Gráfica 11. Foliación de *Pimenta dioica* (L.) Merrill

7.4.8 Foliación de *Brosimum alicastrum* Swartz, de la familia Moraceae

Brosimum alicastrum Swartz, es una especie perennifolia, sin patrón definido de foliación, bastante irregular. La producción de hojas nuevas se registró durante todo el año. En la gráfica 12 se observa la mayor incidencia de individuos con hojas nuevas en dos oportunidades, segunda quincena de enero y primera quincena de febrero (época seca).

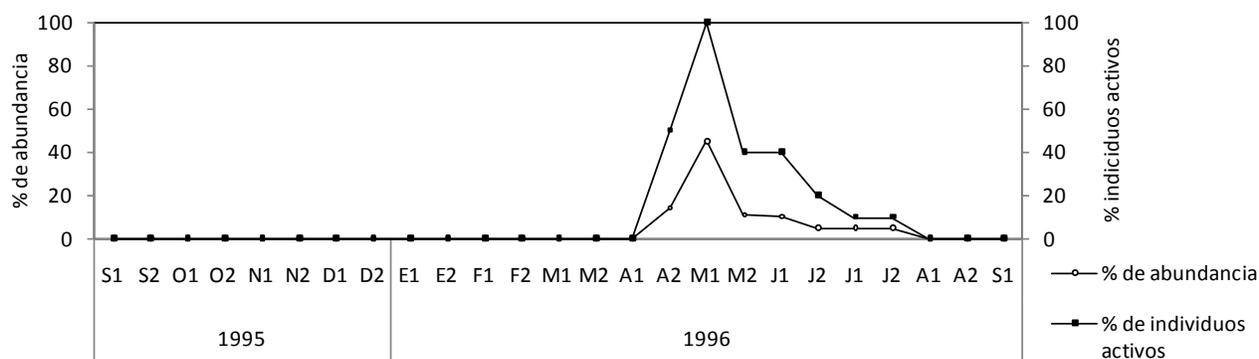


Gráfica 12. Foliación de *Brosimum alicastrum* Swartz

7.4.9 Foliación de *Vitex gaumeri* Greenm., de la familia Verbenaceae

Vitex gaumeri Greenm. es una especie caducifolia, la caída de sus hojas inició en la época seca (febrero), se observó la ausencia completa de hojas desde la primera quincena de marzo a la primera quincena de mayo (época seca e inicio de la época lluviosa).

La foliación inició en la segunda quincena de abril y finalizó en la segunda quincena de junio (final de la época seca y en la época lluviosa). La mayor actividad en la producción de hojas nuevas fue en la época lluviosa (mayo). (Gráfica 13)



Gráfica 13. Foliación de *Vitex gaumeri* Greenm

7.5 Floración de las Especies Arbóreas

A pesar de la gran diversidad de patrones de floración se pueden hacer algunas generalidades de los comportamientos de estas fenofase.

Algunas especies arbóreas se caracterizaron por presentar una correlación débil entre floración y foliación. En general se conoce que algunas especies inician su floración después de un incremento en la producción de hojas, o estas dos fases ocurren simultáneamente (Brook, 1996).

Respecto a la frecuencia con que se da la floración durante los ciclos de vida de las especies estudiadas, se encontró una generalidad o tendencia al ciclo anual, aunque *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. fue la excepción, ya que su floración no fue anual. Para esta especie en particular, se descubrió que su floración es supra anual al igual que su fructificación. No se pudo determinar si la floración ocurre cada dos años o si tiene un ciclo irregular, debido que para esto se necesita hacer estudios de diez años de duración, como mínimo.

Otra generalidad encontrada en la floración de las especies estudiadas es que se concentra claramente durante la época seca. Los análisis de varianza de los parámetros físicos de temperatura y precipitación indican que la floración de la mayoría de los árboles estudiados ocurrió durante la época seca.

Además, la floración de la mayoría de las especies estudiadas presentó un comportamiento estacional y sincrónico. La floración sincronizada ayuda a los árboles atraer polinizadores (Augsburger, 1981).

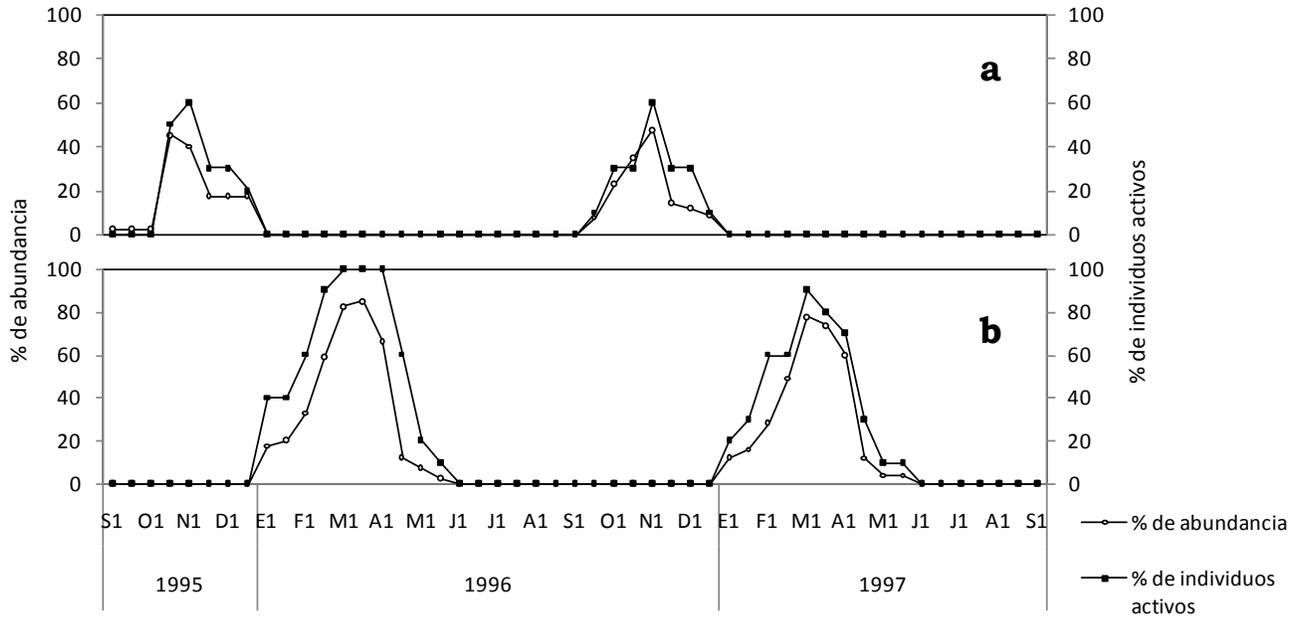
Los patrones de floración en general fueron regulares, porque tuvieron pequeñas variaciones que se manifestaron principalmente en el inicio o la finalización de la época de actividad o en la intensidad de la producción de flores. Estadísticamente no existió diferencia significativa en las especies en cuanto a la floración de un año con el siguiente año.

7.5.1 Floración de las especies de la familia Meliaceae

Las dos especies del género *Trichilia* estudiadas tuvieron floración anual y sincrónica. La gráfica 14b muestra el inicio de la floración de *Trichilia minutiflora* Standl. en la época seca (enero) y el final al inicio de la época lluviosa (mayo) con una duración de 20 semanas. La máxima producción de flores fue en la época seca (marzo y abril).

La floración de *Trichilia montana* Kunth fue en época lluviosa desde finales de septiembre a diciembre (Gráfica 14a). Morellato (2004) reporta para *Trichilia montana* Kunth en bosques semidecíduos en Brasil, más de una floración por año. Las especies de *Trichilia* son dioicas como se reporta en estudios de Bawa y Opler (1977), Pennington *et al* (1981) y Puentes *et al.* (1993).

Para las dos especies de *Trichilia* se detectó, por medio de observaciones durante los registros fenológicos, que los principales agentes polinizadores parecen ser himenópteros, específicamente del grupo de los ápidos.



Gráfica 14. Floración Familia Meliaceae

a: *Trichilia montana* Kunth b: *Trichilia minutiflora* Standl.

7.5.2 Floración de las especies de la familia Burseraceae

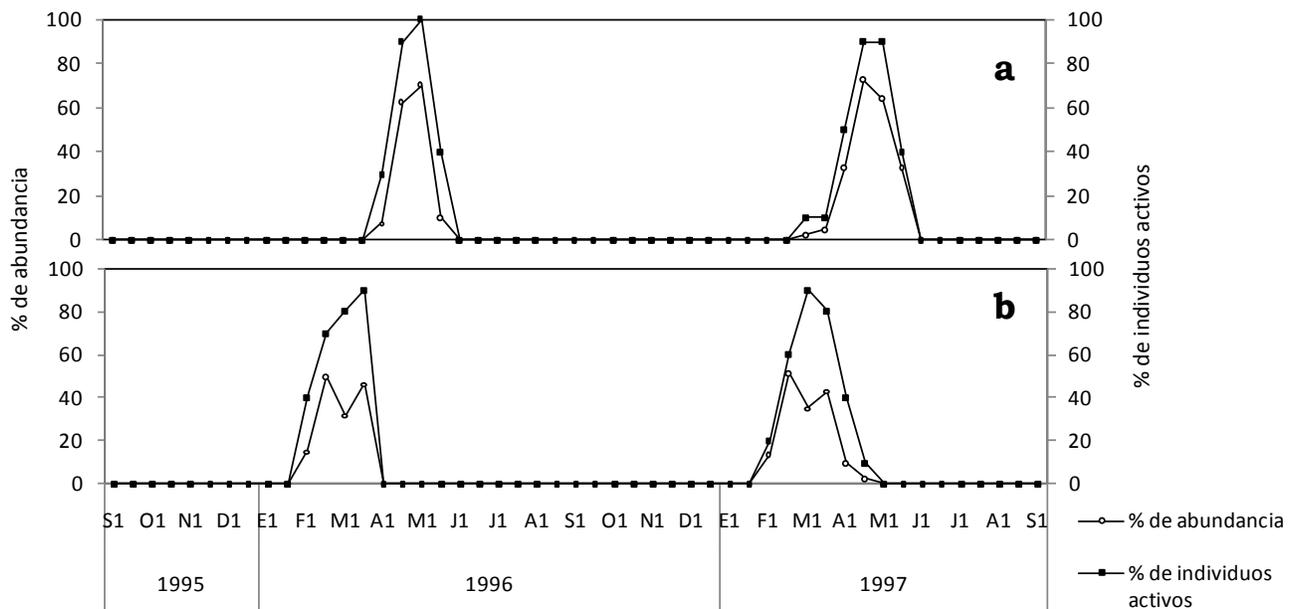
La floración de *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl. es anual. En la gráfica 15b se muestra cómo coinciden el inicio de la floración en la época seca (febrero) y los picos de producción de flores desde febrero hasta marzo para los años de 1996 y 1997. Las fechas de finalización de la floración fueron diferentes en los dos años de estudio, pero los dos coinciden con el final de la época seca e inicio de la época lluviosa (abril y mayo). A pesar de esta diferencia, se trata de una floración regular estadísticamente.

Protium copal (Schlecht. y Cham.) Engl. tuvo una correlación débil entre la floración y la foliación. Se detectó un pequeño pico de producción de hojas nuevas antes de la floración coincidiendo con los resultados de Ramírez-Zea en el Parque Nacional Tikal.

La floración de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. es regular. En la gráfica 15a se observa que el inicio de la floración es en la época seca e inicios de la época lluviosa (marzo-mayo). De igual forma,

la mayor actividad en la floración fue al final de la época seca e inicio de la época lluviosa, mientras que el final de la floración fue en la primera quincena de julio.

Bursera simaruba (L.) Sarg. tuvo una correlación positiva fuerte entre la floración y la producción de hojas nuevas, lo que indica que los eventos de foliación y floración ocurrieron simultáneamente.



Gráfica 15. Floración Familia Burseraceae

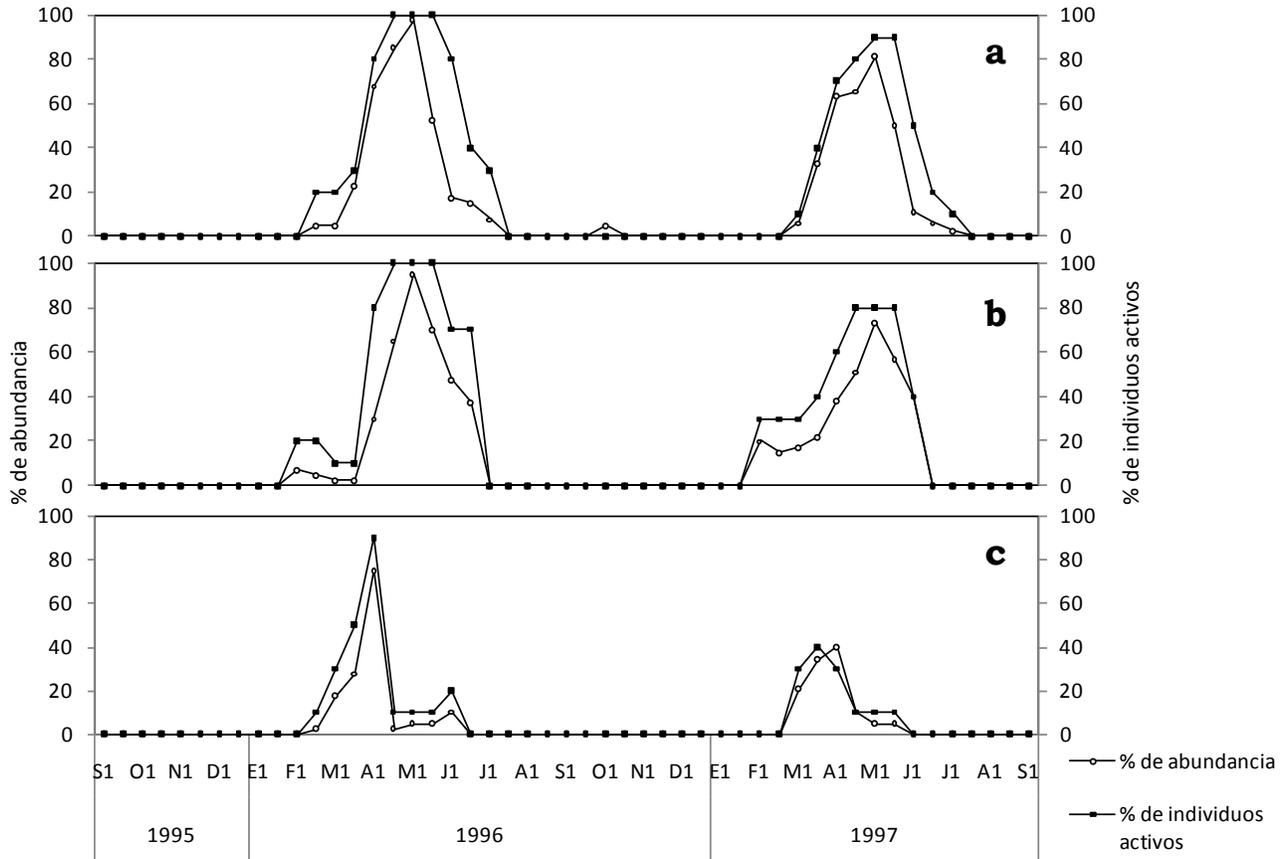
a: *Bursera simaruba* (L.) Sarg., b: *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl.

7.5.3 Floración de las especies de la familia Sapotaceae

En la gráfica 16a se observa que el inicio de la floración de *Manilkara zapota* (L.) van Royen es en la época seca (febrero) y la máxima actividad de la floración es cuando inicia la época lluviosa (mayo). La duración de la floración fue de 5.5 meses. Los últimos registros de flores fueron a finales de junio. Esta especie arbórea tuvo una correlación media positiva entre foliación y floración, observándose que la floración ocurrió después de la foliación

En la gráfica 16b se observa el patrón de floración de *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. y destaca que el inicio de la floración fue en la época seca (febrero) y el pico máximo de producción de flores fue en el periodo de transición del final de la época seca e inicio de la época lluviosa (abril-mayo). La floración finalizó en la época lluviosa (junio). *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. mostró una correlación media entre floración y foliación, y se caracterizó porque la floración ocurrió después de la foliación, coincidiendo con *Manilkara zapota* (L.) van Royen.

La floración de *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma, inició en la época seca (febrero) con una duración de 4.5 meses. El período con mayor actividad en la producción de flores fue al final de la época seca (abril). La finalización de la floración fue en la época lluviosa (junio). Esta especie arbórea tiene una correlación débil entre la floración y foliación, porque su foliación fue durante todo el año sin ningún patrón establecido.



Gráfica 16. Floración Familia Sapotaceae.

a: *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, b: *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., c: *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma

7.5.4 Floración de las especies de la familia Sapindaceae

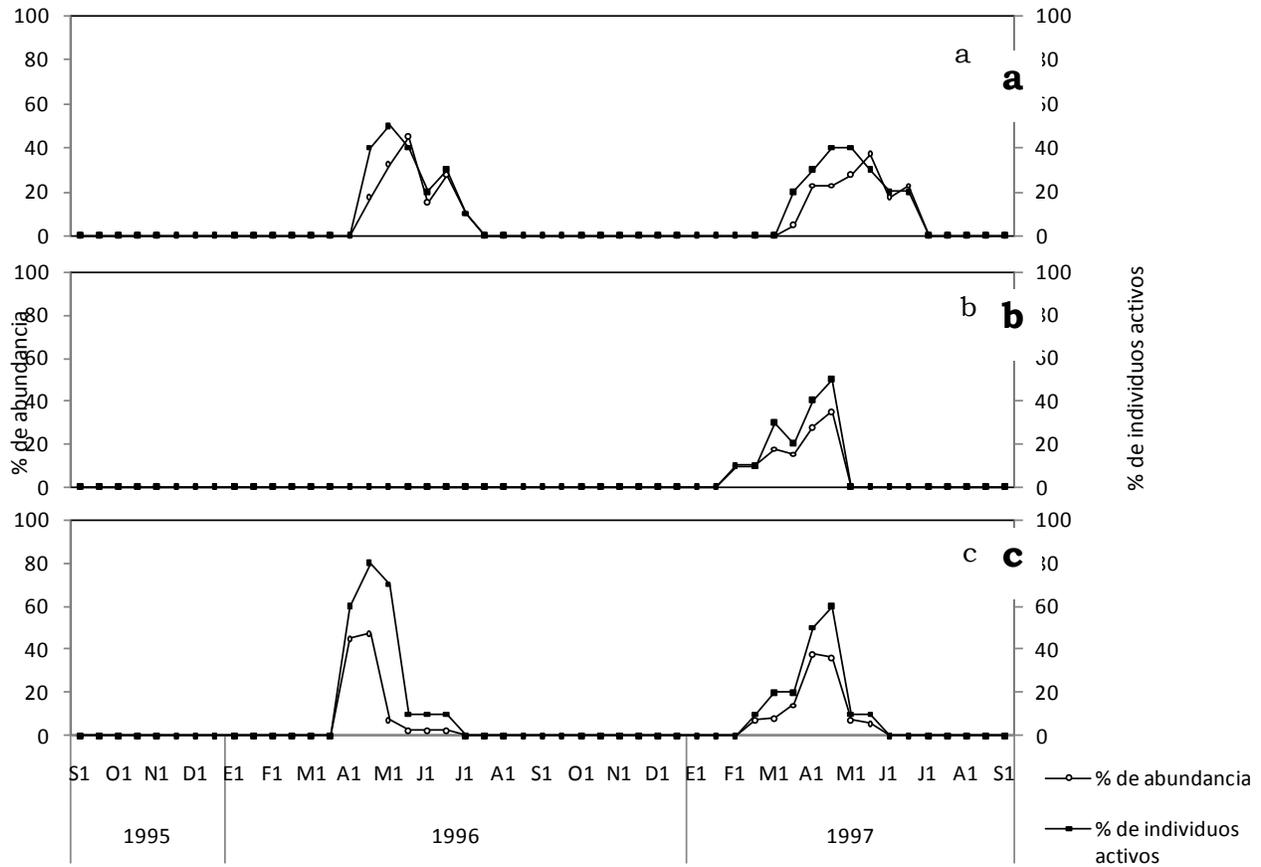
En la gráfica 17a se muestra la floración de *Talisia floresii* Standl. para los años de 1996 y 1997. El inicio de la floración fue en la época seca (marzo-abril) con una duración de 3.5 a 4 meses, la máxima producción de flores fue la época lluviosa (abril, mayo y junio) y se registraron las últimas flores en el mes de julio. *Talisia floresii* Standl. tuvo una correlación considerable entre la floración y la foliación, y se observó que la producción de flores ocurrió después de la foliación.

En la gráfica 17b se observa la floración de *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. La floración de esta especie es muy especial, para el año de 1996 no se registró ningún individuo en floración. Para el

año de 1997 el inicio de la floración fue en la época seca (febrero) con una duración de 3.5 meses, la mayor cantidad de flores se registró al final de la época seca (abril). La floración finalizó al inicio de la época lluviosa (mayo).

En la gráfica 17c se muestra la floración de *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk. A pesar de que existe un adelanto en las fechas de inicio y finalización de la floración de esta especie para el año de 1997, estadísticamente la floración se considera regular. Para 1996, la floración comenzó en la primera quincena de abril y terminó en la primera quincena de julio con la mayor cantidad de flores en la segunda quincena de abril. Para el año de 1997 el inicio de la floración fue en la segunda quincena de febrero y su máxima actividad fue registrada en abril. La floración terminó en la primera quincena de junio.

Exothea paniculata (Juss) Radlk. tuvo una correlación fuerte entre la producción de flores y la producción de hojas jóvenes, por lo que los procesos de floración y foliación se observaron simultáneamente.



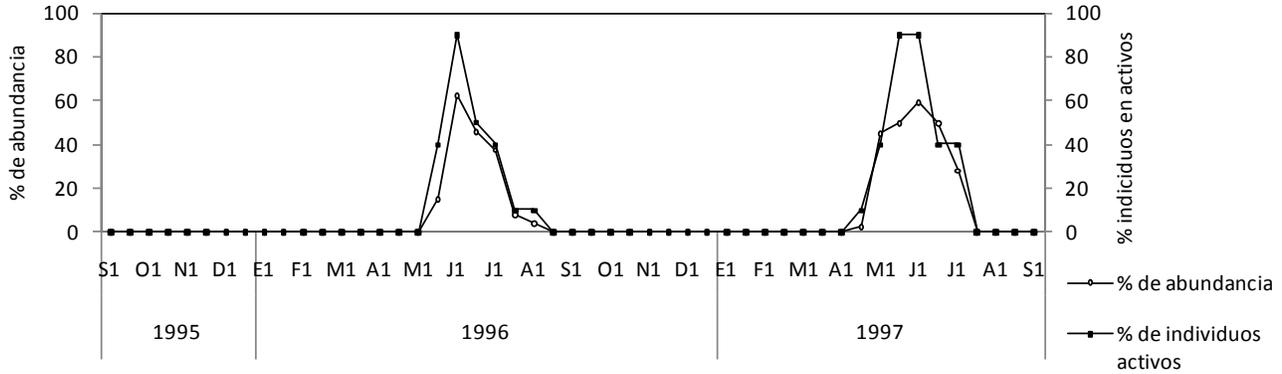
Gráfica 17. Floración Familia Sapindaceae.

a: *Talisia floresii* Standl., b: *Talisia olivaeformis* (Kunth)Radlk., c: *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk.

7.5.5 Floración de *Spondias mombin* L., de la familia Anacardiaceae

En la gráfica 18 se observa la floración de *Spondias mombin* L. La floración de esta especie fue desde el final de la época seca (abril), y se desarrolló casi todo el proceso durante la época lluviosa hasta julio y agosto, observándose la mayor actividad en la producción de flores en junio.

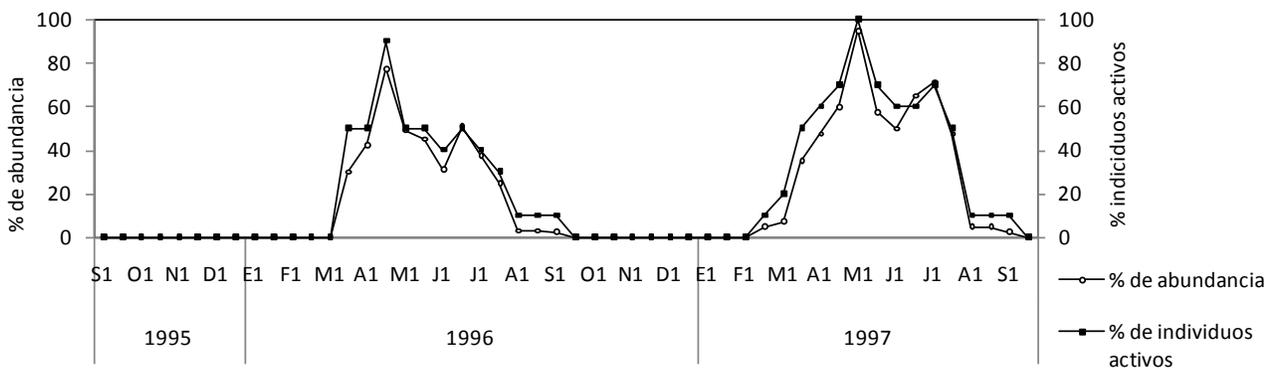
Spondias mombin L. presentó una correlación fuerte y positiva entre la floración y la foliación, ocurriendo los dos procesos en la misma época.



Gráfica 18. Floración de *Spondias mombin* L.

7.5.6 Floración de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., de la familia Lauraceae

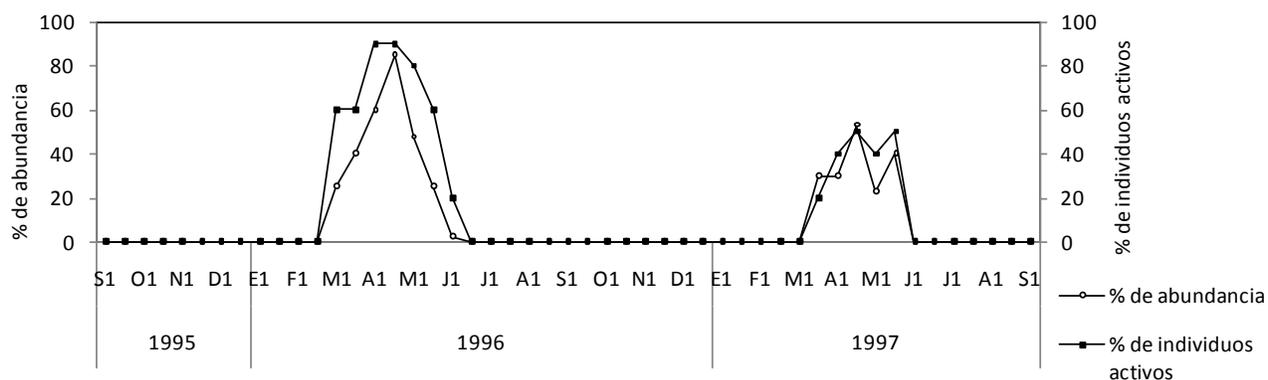
En la gráfica 19 se observa la floración de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. En la época seca (febrero y marzo) se hicieron los primeros registros para esta especie y los últimos registros se hicieron en la época lluviosa (septiembre). La mayor cantidad de flores fue en la transición de la época seca y la época lluviosa (abril-mayo). *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. tuvo una correlación débil entre floración y foliación. Aunque se observó una ligera tendencia en donde la floración ocurrió previo a un pequeño aumento en la producción de hojas nuevas.



Gráfica 19. Floración de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm.

7.5.7 Floración de *Pimenta dioica* (L.) Merr., de la familia Myrtaceae

En la gráfica 20 se muestra la floración de *Pimenta dioica* (L.) Merr. La floración inició en la época seca (marzo), con una duración de 3-4 meses. Su máxima actividad en la producción de flores fue al final de la época seca e inicios de la época lluviosa (abril y mayo). La floración finalizó en la época lluviosa (junio). *Pimenta dioica* (L.) Merr. tuvo una correlación media entre floración y foliación, con una tendencia de producir flores y hojas jóvenes simultáneamente.

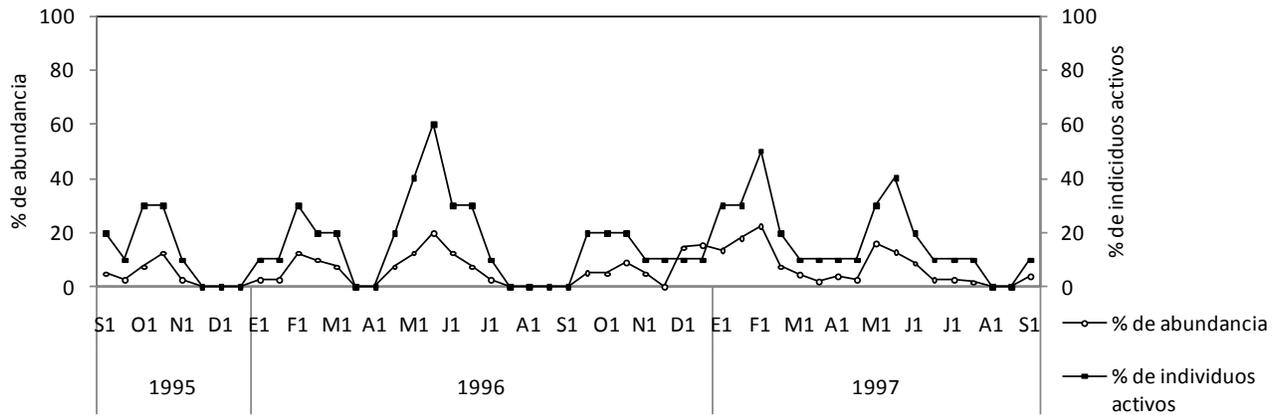


Gráfica 20. Floración de *Pimenta dioica* (L.) Merr.

7.5.8 Floración de *Brosimum alicastrum* Swartz de la familia Moraceae

En la gráfica 21 se observa la floración compleja de *Brosimum alicastrum* Swartz. Se caracterizó porque la mayor parte del año se observaron individuos en floración, aunque se identificaron cinco episodios en los que no se obtuvieron registros de flores de diferente duración.

Es posible que *Brosimum alicastrum* Swartz tenga dos floraciones por año, porque se observan tres picos de individuos en floración muy bien marcados (mayo 1996, febrero 1997 y mayo 1997). Además existen dos episodios de ausencia en la producción de flores extensos entre 4 y 6 semanas de duración. Se reporta a *Brosimum alicastrum* Swartz como una especie de múltiples floraciones y específicamente con un patrón bianual en Campeche México. (Porter B., 2000). Para esta especie, la foliación y la floración no tienen ninguna relación.

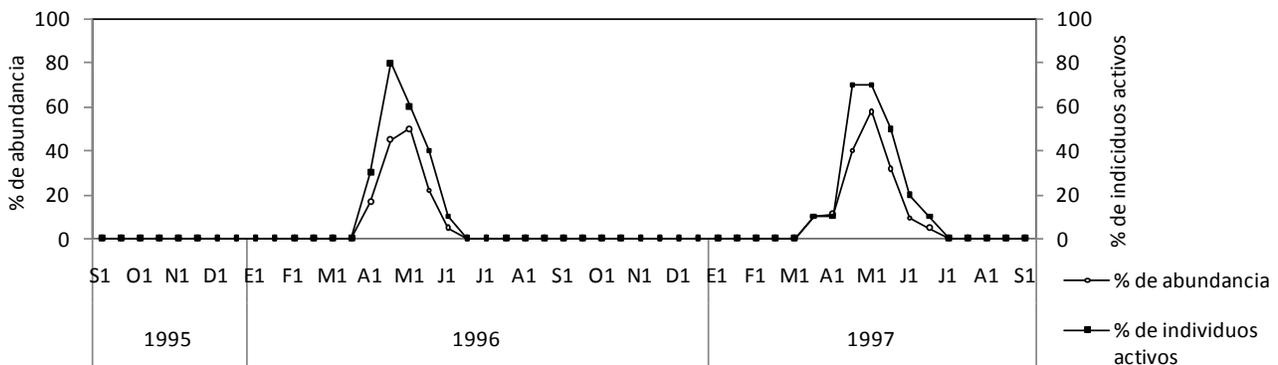


Gráfica 21. Floración de *Brosimum alicastrum* Swartz

7.5.9 Floración de *Vitex gaumeri* Greenm. de la familia Verbenaceae

En la gráfica 22 se muestra la floración de *Vitex gaumeri* Greenm. El inicio de la floración fue en marzo y abril (época seca), con una duración de 3-4 meses. La mayor actividad se registró en abril y mayo o sea en el período de transición entre la época seca y la época lluviosa. El final de la floración fue en junio y julio (época lluviosa).

Vitex gaumeri Greenm. fue una de las tres especies que tienen una correlación fuerte entre la floración y la foliación, lo que se interpreta como que los procesos de producción de flores y hojas jóvenes ocurren simultáneamente.



Gráfica 22. Floración de *Vitex gaumeri* Greenm.

7.6 Fructificación de las especies arbóreas

En general la fructificación de las especies arbóreas estudiadas en el bosque de Yaxhá se desarrollaron durante la época lluviosa, aunque se encuentran especies con frutos durante todo el año. *Bursera simaruba* (L.) Sarg. es la única especie con fruto maduro en el inicio de la época donde las precipitaciones son mínimas, por tal razón es muy importante en la disponibilidad de alimento para fauna silvestre, sobretodo en las épocas en que la escasez de frutos maduros es relevante.

Para casi todas las especies la producción de frutos se incrementa a medida que las lluvias se intensifican. La influencia de la precipitación sobre la fructificación puede ser directa (afectando la humedad del suelo, contribuyendo a la maduración de los frutos o a su dispersión) o indirecta (determinando los ciclos de vida de polinizadores y dispersores). En este caso su influencia es difícil de medir, pero el resultado de ésta se expresa en un patrón fenológico. (Carabias-Lillo y Guevara Sada, 1980).

Todas las especies estudiadas mostraron ciclos regulares en la maduración del fruto en los años de 1996 y 1997, excepto en los casos de *Manilkara zapota* (L.) van Royen y *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk., de los que solamente se registró un ciclo de producción de fruto inmaduro, durante el desarrollo del estudio, por razones de fisiología de cada especie.

Generalmente las especies presentan una sincronía en la maduración de frutos. A veces puede ser al inicio de la época lluviosa, pero algunas especies poseen una asincronía en la maduración de sus frutos debido a que de esta manera aseguran su depredación y dispersión por animales como aves (Smythe, 1970).

7.6.1 Fructificación de las especies de la familia Meliaceae

En la gráfica 23a se observa la fructificación de *Trichilia montana* Kunth durante el año de 1996 y 1997. Esta especie tiene un patrón anual, regular, extenso y asincrónico. La fase de fruto en proceso de maduración presenta una gran amplitud ya que comenzó en la primera quincena de octubre y se registraron frutos inmaduros hasta la primera quincena de agosto (9.5-10 meses). La producción de fruto fue muy baja para los dos años de estudio (1996 y 1997). La fructificación de esta especie es regular porque no hay diferencia significativa entre las fechas de inicio, y finalización de la fructificación.

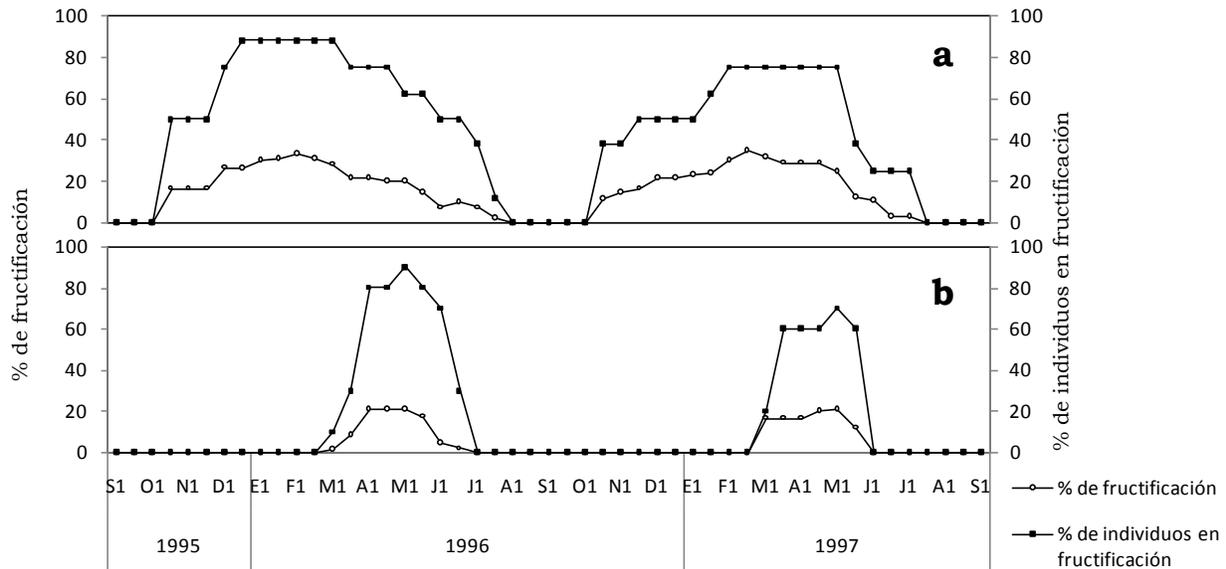
En la gráfica 24a se muestra la producción de fruto maduro para *Trichilia montana* Kunth. Cuando inició el estudio en 1995, los árboles ya tenían frutos maduros, por tal razón solamente se registró el final de la producción de frutos maduros en la segunda quincena de noviembre. La producción de fruto maduro fue muy baja y se dio en forma regular.

En la gráfica 23b se observa la producción de fruto inmaduro de *Trichilia minutiflora* Standl., para el año de 1996 y 1997. El proceso de maduración de los frutos inició en la época seca (marzo), con una duración de 3-4 meses. La época con mayor producción de frutos inmaduros fue entre la fase final de la época seca e inicio de la época lluviosa (abril y mayo). La fecha de finalización fue en la época lluviosa (junio y julio).

En la gráfica 24b se muestra la producción de fruto maduro de *Trichilia minutiflora* Standl. para los años de 1996 y 1997. El inicio de la producción de fruto maduro fue en la primera quincena al final de la época seca (abril). El período en el cual se observaron frutos maduros fue de 3.5 meses. El mes en el que se observó la mayor cantidad de fruto maduro fue mayo (inicio de la época lluviosa). Y los últimos registros de fruto maduro fueron en junio y julio.

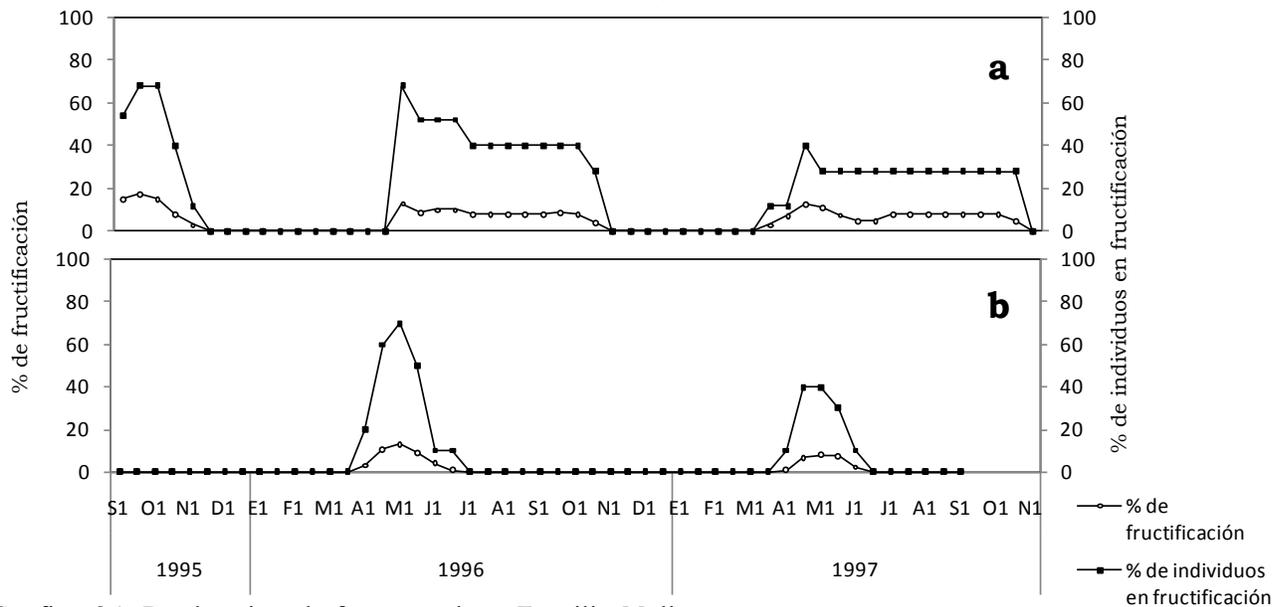
Entre las especies estudiadas para esta familia existió una diferencia significativa en la duración de la fructificación. *Trichilia minutiflora* Standl. tuvo una producción de frutos muy corta y una maduración sincrónica mientras que *Trichilia montana* Kunth tuvo un proceso de producción de frutos

mucho más largo y una maduración asincrónica.



Gráfica 23. Producción de fruto inmaduro Familia Meliaceae.

a) *Trichilia montana* Kunth b) *Trichilia minutiflora* Standl.



Gráfica 24. Producción de fruto maduro Familia Meliaceae.

a: *Trichilia montana* Kunth, b: *Trichilia minutiflora* Standl.

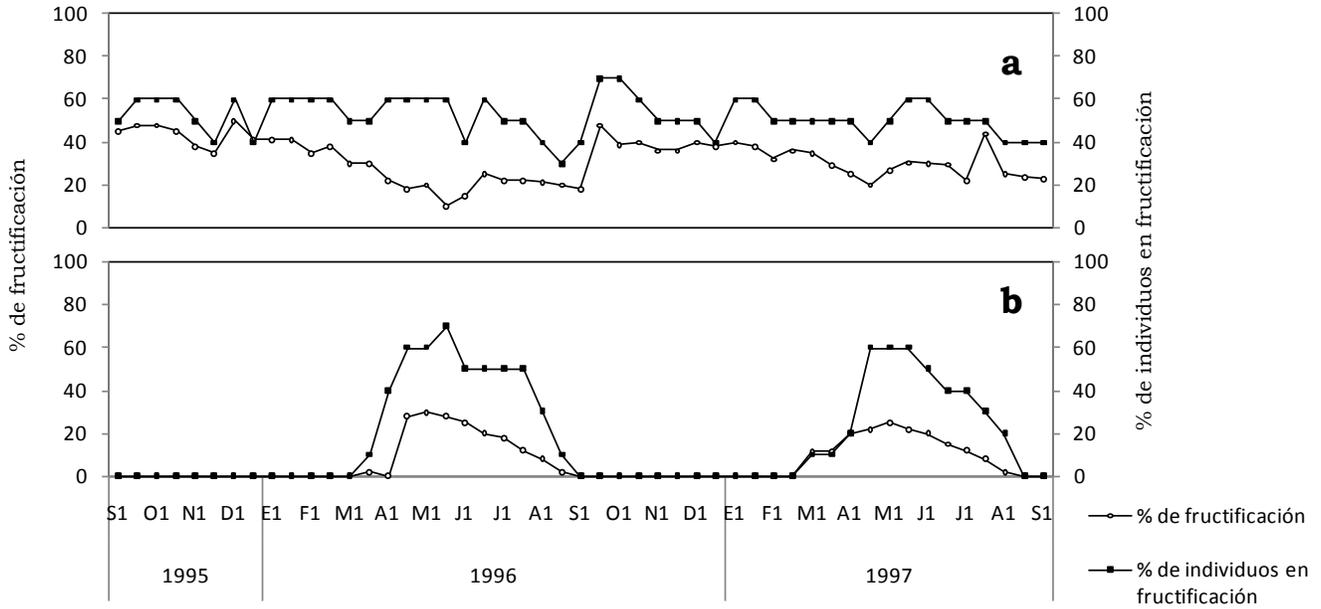
7.6.2 Fructificación de las especies de la familia Burseraceae

En la gráfica 25a se observa la producción de frutos inmaduros de *Bursera simaruba* (L.) Sarg., para 1996 y 1997. Esta especie presentó fruto inmaduro durante los dos años de estudio, pero el registro más bajo se hizo en la segunda quincena de mayo de 1996.

En la gráfica 26a se muestra la producción de fruto maduro de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. para 1996 y 1997. La aparición de fruto maduro fue en la época seca (enero), en el mes de febrero se observó la mayor cantidad de fruto y la producción de fruto maduro terminó en la época lluviosa (junio).

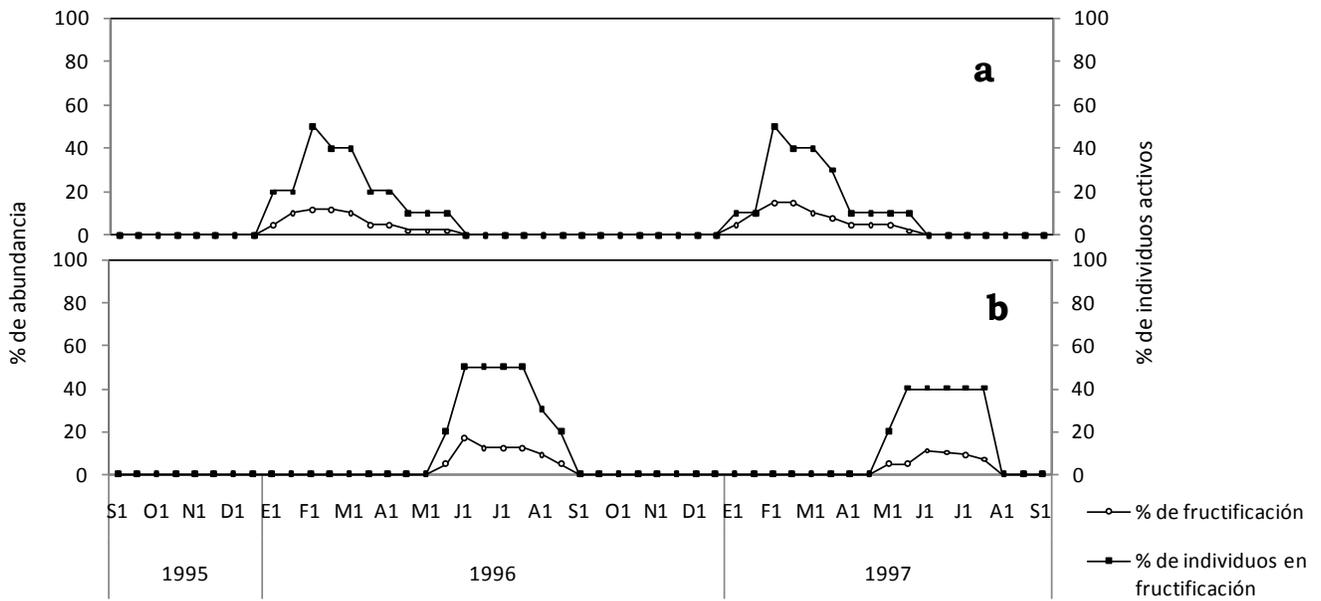
En la gráfica 25b se observa la producción de fruto inmaduro de *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl. para los años de 1996 y 1997. El proceso de maduración inició en la época seca (marzo) y terminó en la época lluviosa (agosto-septiembre), la duración fue de 4 a 5.5 meses. La temporada en que se observó la mayor cantidad de frutos inmaduros fue al inicio de la época lluviosa (mayo).

Los frutos de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. son cápsulas pardas poco llamativas pero abren en el árbol y se mantienen en el mismo por varios meses, exhibiendo generalmente una semilla, raramente dos por fruto, que tienen un arilo de color rojizo que le da cierta conspicuidad. Los frutos son consumidos por varias especies de aves incluyendo *Ramphastos sulfuratus* (tucán real), *Pteroglossus torquatus* (tucán café), *Pitangus sulfuratus* (mosquero), *Tityra semifasciata* (torrejo) y ardillas del género *Sciurus*. Es probable que estos visitantes actúen como dispersores de semillas pero no se ha publicado ningún estudio que verifique su efectividad. En el bosque de Yaxhá se observan árboles de *Bursera simaruba* (L.) Sarg. con fruto inmaduro durante todo el año y la maduración es más larga en comparación con la de *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl. Es interesante observar que existe una secuencia muy clara en la maduración de los frutos de estas dos especies, *Bursera simaruba* (L.) Sarg. empieza en enero y finaliza en mayo, *Protium copal* inicia en mayo y termina en septiembre (Gráfica 25 y 26).



Gráfica 25. Producción de fruto inmaduro Familia Burseraceae.

a: *Bursera simaruba* (L.) Sarg., b: *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl.



Gráfica 26. Producción de fruto maduro Familia Burseraceae.

a: *Bursera simaruba* (L.) Sarg., b: *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl.

7.6.3 Fructificación de las especies de la familia Sapotaceae

En la gráfica 27a se observa la producción de frutos inmaduros de *Manilkara zapota* (L.) van Royen. Esta es la especie con el tiempo de fructificación más largo del conjunto de especies estudiadas, a tal extremo que cada proceso de maduración de frutos se traslapa, como sucedió en 1995, 1996 y 1997. Entre la producción de fruto inmaduro de 1995 y 1996 hubo un traslape de 3 meses. La producción de fruto inmaduro de 1996 inició en la segunda quincena de marzo y terminó en la primera quincena de julio de 1997 (1 año y 4 meses). Entre la producción de fruto inmaduro de 1996 y 1997 hubo un traslape de 3 meses.

En la gráfica 27b se muestra la producción de fruto inmaduro de *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma para 1996 y 1997. La fructificación inició en la época seca (abril), con una duración de 6 meses, finalizando en la época lluviosa (octubre). La temporada con mayor producción de frutos inmaduros fue en la época lluviosa (mayo, junio y julio).

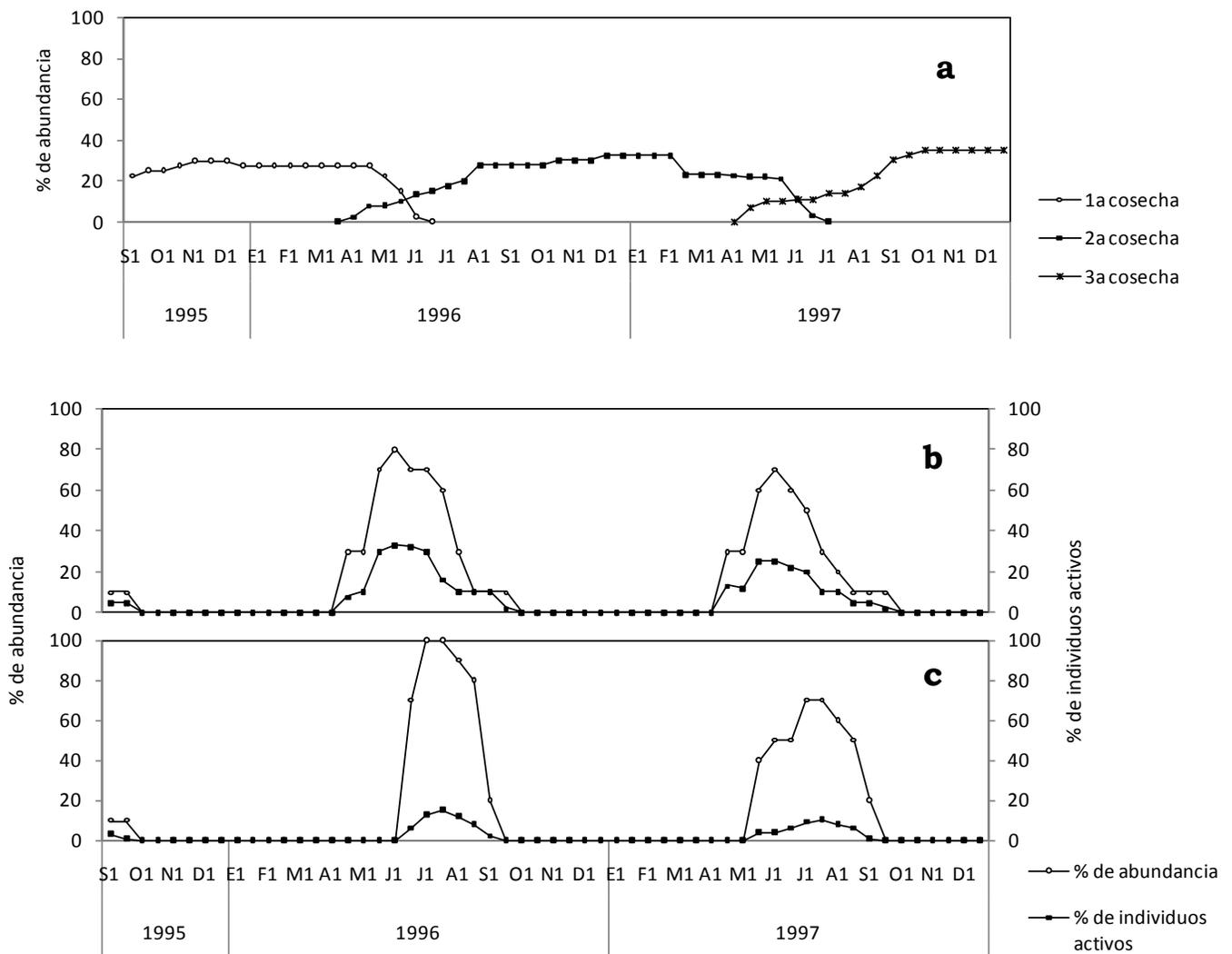
En la gráfica 27c se observa la producción de fruto inmaduro de *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. para 1996 y 1997. El proceso de maduración de los frutos inició en la época lluviosa (mayo-junio) y finalizó en la primera quincena de octubre, por lo que la duración fue de 3.5-4 meses. La actividad máxima de producción de fruto inmaduro fue en el mes de julio.

En la gráfica 28a se observa la producción de fruto maduro de *Manilkara zapota* (L.) van Royen para los años de 1996 y 1997. El inicio de la producción de fruto maduro fue al final de la época seca (abril), la duración de la producción de fruto maduro fue de 2.5 a 3 meses. Aunque la producción de fruto maduro fue muy baja se registró un incremento en la primera quincena de mayo para los dos años de estudio. Los últimos registros de fruto maduro se hicieron en el mes de julio.

En la gráfica 28b se muestra la producción de fruto maduro de *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma para los años de 1996 y 1997. El inicio de la producción de fruto maduro fue en la época lluviosa (mayo a julio) y finalizó en la época lluviosa (octubre y noviembre).

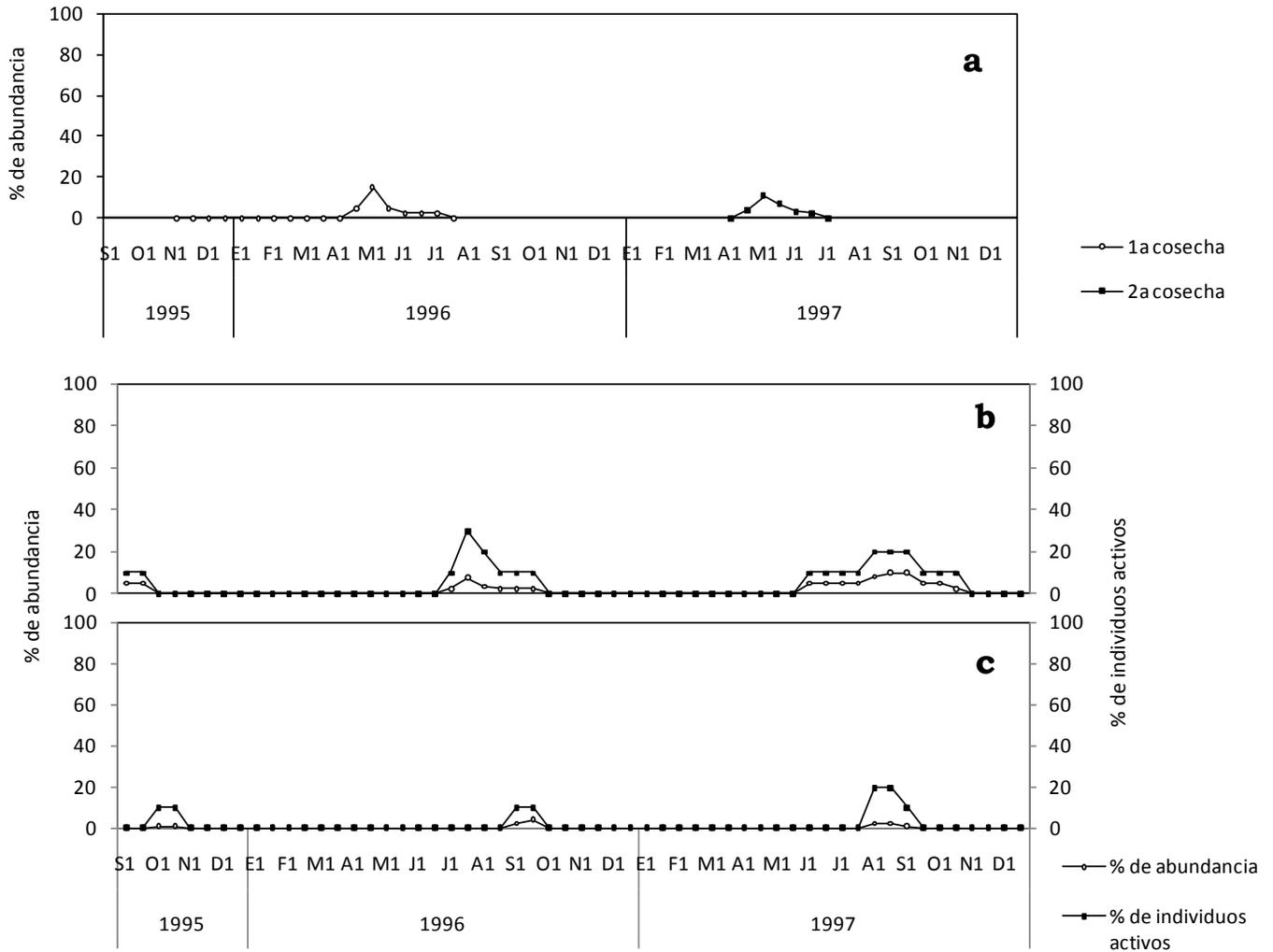
En la gráfica 28c se muestra la producción de fruto maduro en *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. para los años de 1996 y 1997. La producción de fruto maduro fue en la época lluviosa (agosto a octubre).

Pouteria reticulata (Engler) Eyma y *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. mostraron comportamientos distintos en cuanto a su fructificación, por ejemplo *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma mostró un porcentaje de fructificación más alto y el período de maduración más prolongado que *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk.



Gráfica 27. Producción de fruto inmaduro Familia Sapotaceae

a: *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, b: *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma, c: *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk.



7.6.3 Fructificación de las especies de la familia Sapindaceae

En la gráfica 29a se observa la producción de fruto inmaduro de *Talisia floresii* Standl. parcialmente para 1995, 1996 y 1997. Los primeros registros de maduración de frutos se hicieron en la época lluviosa (mayo) y los últimos registros se hicieron en la transición de la época lluviosa y la época seca (diciembre y enero). La producción de fruto inmaduro fue baja. Para el año de 1997 se observó un incremento en la producción de fruto inmaduro durante el mes de mayo.

En la gráfica 29b se muestra la producción de fruto inmaduro de *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. para 1997. De las especies estudiadas, ésta fue la única especie con una fructificación supra anual lo que quiere decir que sus ciclos fenológicos (floración y fructificación) necesitan más de un año para realizarse. Para esta especie la producción de flores y frutos es cada dos años, aunque se necesita un estudio más prolongado para comprobar la regularidad del período de tiempo entre las fenofases. El inicio de la fructificación fue en la época seca (febrero), con una duración de 4 meses y finalizó en la época lluviosa (junio). La mayor actividad de frutos inmaduros fue al final de la época seca (abril).

En la gráfica 29c se observa la maduración del fruto de *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk. para 1996 y 1997. El inicio de la producción de frutos inmaduros fue en la época seca (abril), con una duración de 3.5 meses y finalizó en la época lluviosa (julio). La máxima producción de frutos inmaduros fue en la transición de la época seca y la época lluviosa (abril y mayo).

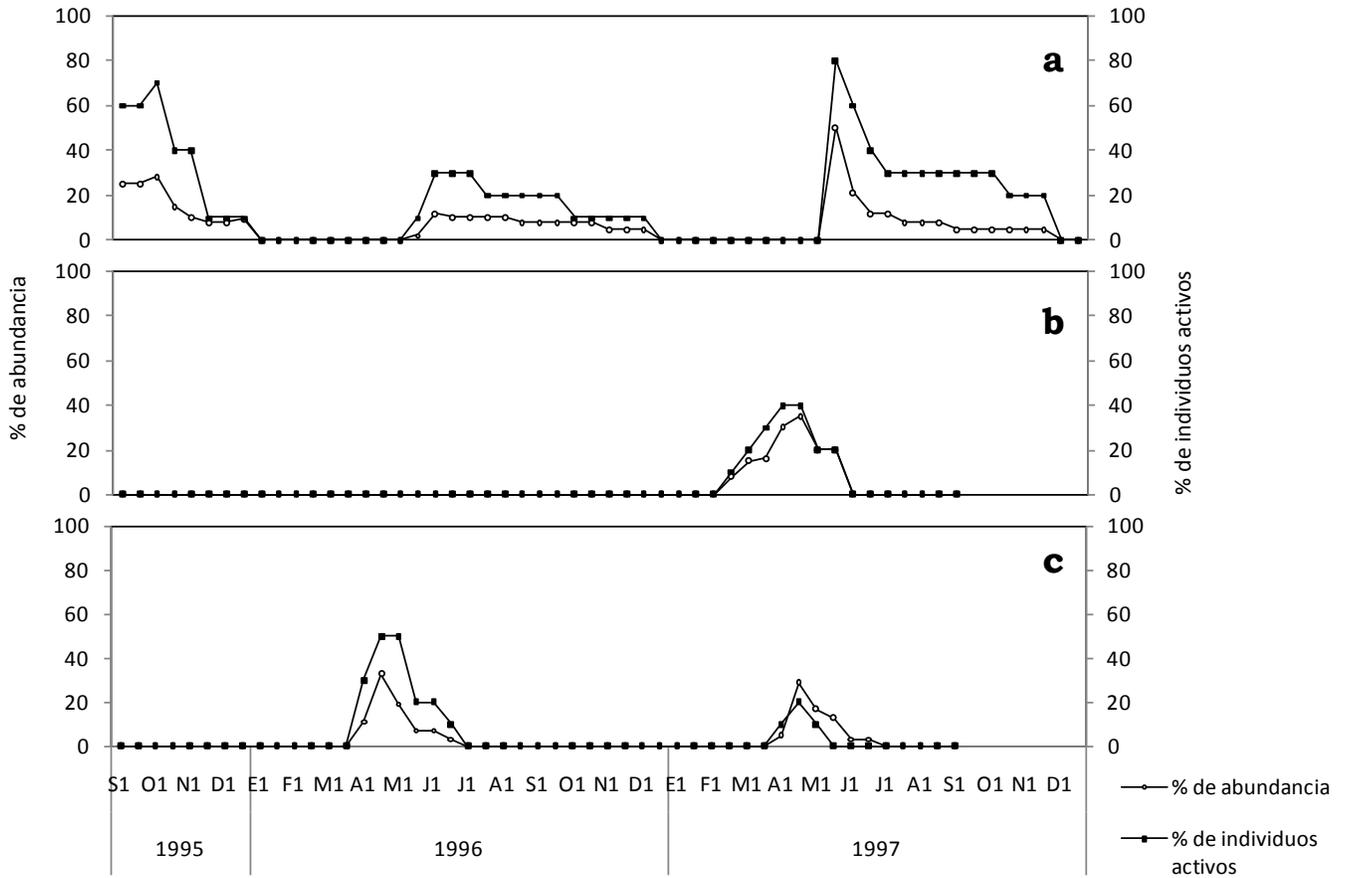
En la gráfica 30a se muestra la producción de fruto maduro de *Talisia floresii* Standl. para 1995, 1996 y 1997. En septiembre de 1995 cuando se inició el estudio es posible que la producción de fruto maduro ya hubiera iniciado, pero los primeros registros de fruto maduro se observaron al final de la época lluviosa (noviembre). Esta fase terminó al inicio de la época seca (enero). Para 1996 y 1997 la producción de frutos maduros inició en la época lluviosa (agosto) con una duración de 5 meses y finalizó en diciembre. En 1997, la producción de frutos maduros fue menor comparándola con los años anteriores.

En la gráfica 30b se observa la producción de fruto maduro de *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. para 1997. La fructificación se desarrolló durante la época lluviosa, inició en la primera quincena de mayo y finalizó en la segunda quincena de julio. La producción de fruto maduro fue baja, aunque en mayo y junio se observó un incremento en la actividad.

En la gráfica 30c se muestra la producción de fruto maduro de *Exothea paniculata* para los años de 1996 y 1997. La fructificación inició en la época seca (abril), con una duración de 1.5 a 2 meses con

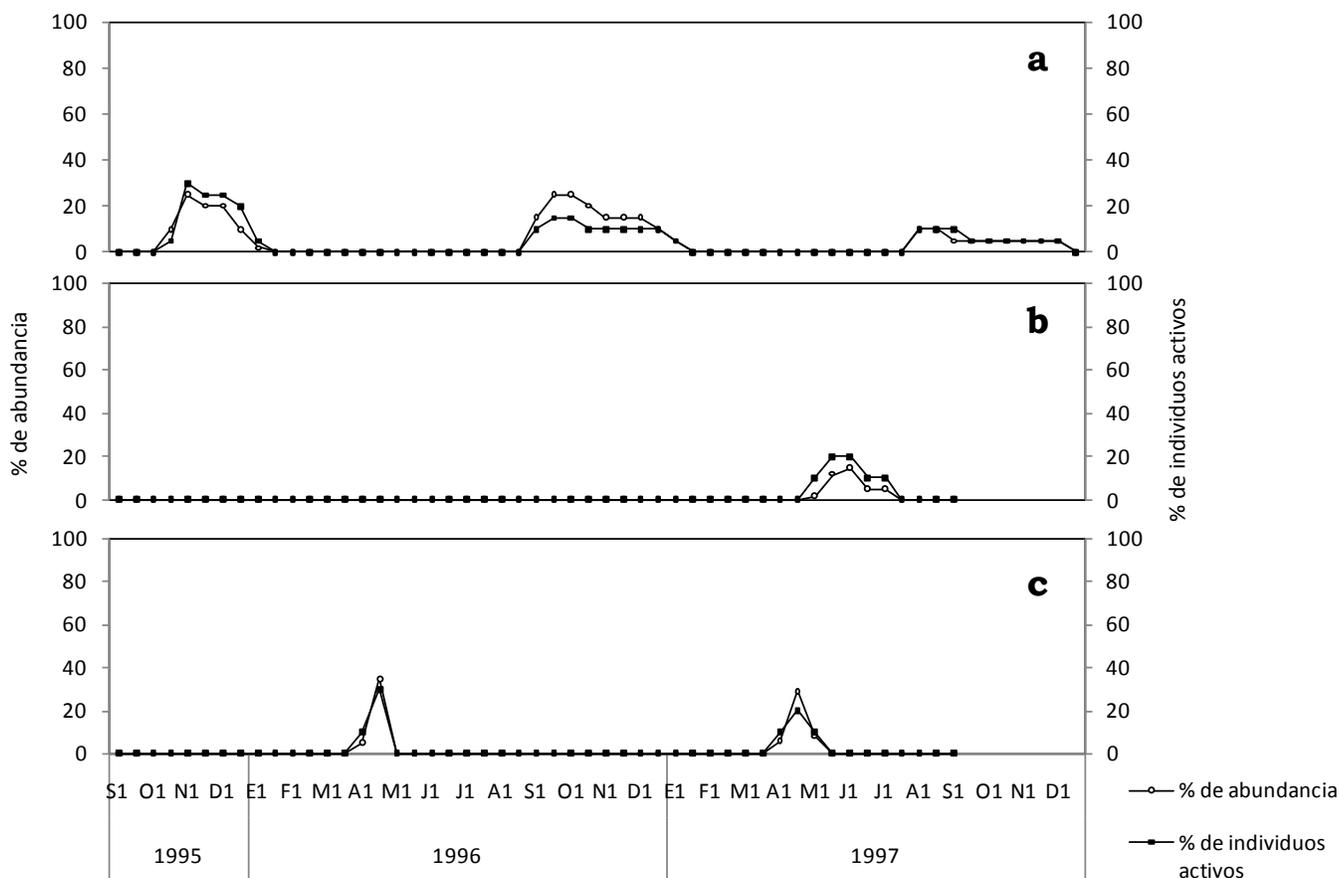
un pico máximo de producción en abril. La finalización de la fructificación fue en mayo.

Exothea paniculata (Juss.) Radlk., se caracterizó por tener una fructificación muy corta. Esto fue reportado por Paul Standley en el año de 1947, quien mencionó que no había podido describir los frutos de varias especies de la familia Sapindaceae, porque su fructificación es muy corta.



Gráfica 29. Producción de fruto inmaduro Familia Sapindaceae

a: *Talisia floresii* Standl., b: *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. , c: *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk.



Gráfica 30. Producción de fruto maduro Familia Sapindaceae

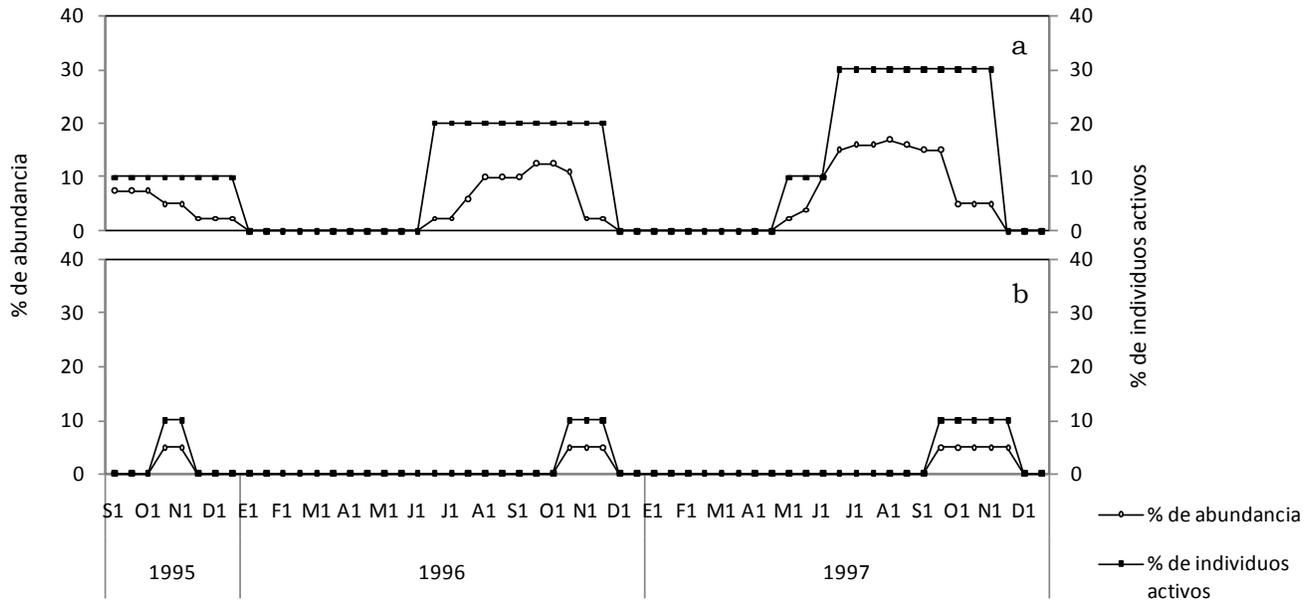
a: *Talisia floresii* Standl. b: *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. c: *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk.

7.6.5 Fructificación de *Spondias mombin* L. de la familia Anacardiaceae

En la gráfica 31a se muestra la producción de fruto inmaduro de *Spondias mombin* L. durante los años de 1995 (de forma parcial), 1996 y 1997. Cuando inició el estudio se encontraron individuos con fruto inmaduro. El inicio de la producción de frutos inmaduros es en la transición de la época seca y la época lluviosa (abril a junio), con una duración de 6-7 meses. La finalización de la maduración del fruto es en noviembre y diciembre, al final de la época lluviosa.

En la gráfica 31b se muestra la producción de frutos maduros para *Spondias mombin* L. en 1995, 1996 y 1997. Los primeros registros de fruto maduro ocurrieron en septiembre y octubre y los

últimos registros se observaron en noviembre y diciembre.



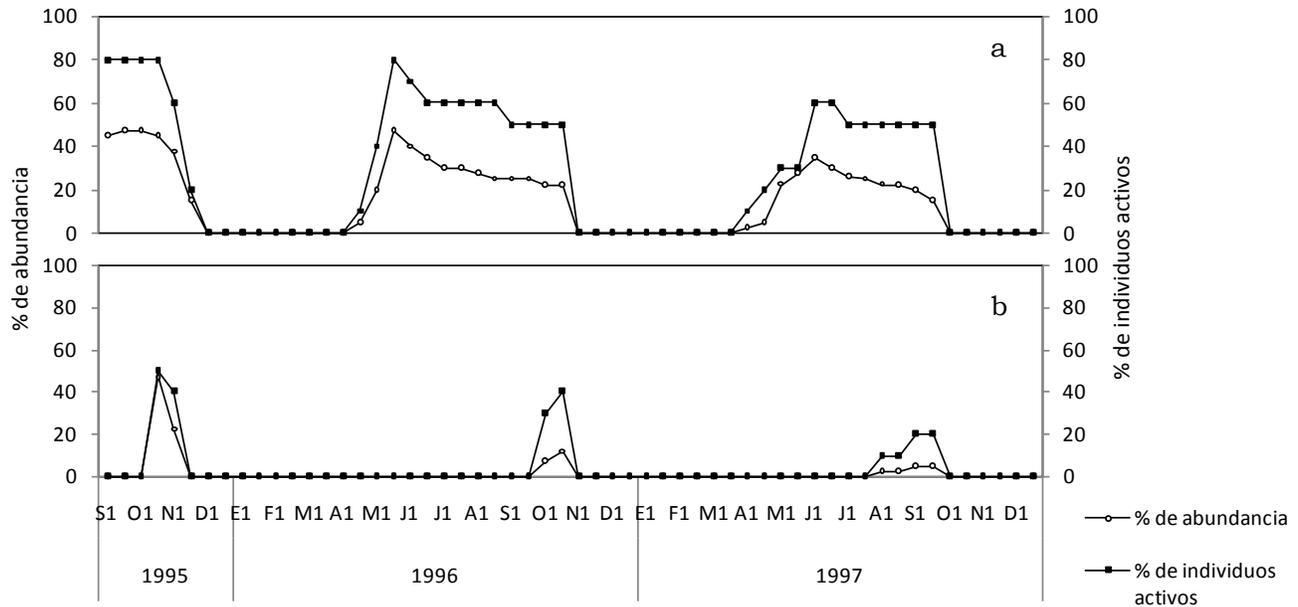
Gráfica 31. Fructificación de *Spondias mombin* L.

a: fruto inmaduro, b: fruto maduro

7.6.6 Fructificación de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. de la familia Lauraceae

En la gráfica 32a se observa la producción de frutos inmaduros de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. para los años de 1995 (parcialmente), 1996 y 1997. Al igual que ocurrió con *Spondias mombin* L., cuando empezó el estudio ya se encontraron individuos con fruto inmaduro. Para 1996, el inicio de la producción de frutos inmaduros fue al final de la época seca (abril) con una duración de 6.5 a 7 meses, finalizando en la época lluviosa (octubre y noviembre). La máxima actividad en el proceso de maduración de los frutos se observó en mayo y junio.

En la gráfica 32b se muestra la producción de frutos maduros de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. para 1995, 1996 y 1997. La duración de la producción de fruto maduro fue de uno a dos meses durante la época lluviosa en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre.



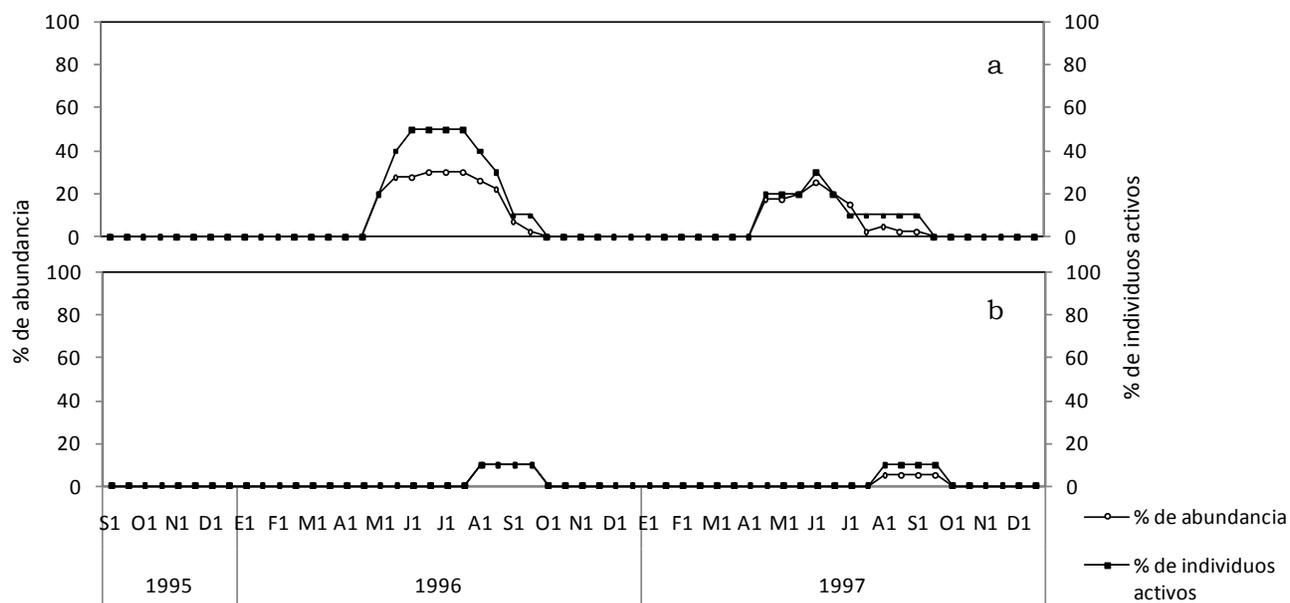
Gráfica 32. Fructificación de *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm.

a: fruto inmaduro, b: fruto maduro

7.6.7 Fructificación de *Pimenta dioica* (L.) Merr. de la familia Myrtaceae

En la gráfica 33a se observa la producción de frutos inmaduros de *Pimenta dioica* (L.) Merr. para los años de 1996 y 1997. La maduración de los frutos fue en la transición de la época seca y la época lluviosa, desde abril hasta octubre, observándose la mayor producción de fruto inmaduro en junio y julio.

En la gráfica 33b, se muestra la producción de fruto maduro de *Pimenta dioica* (L.) Merr. para los años de 1996 y 1997. La duración de la producción de frutos maduros fue de dos meses, iniciándose en agosto y terminando en septiembre.



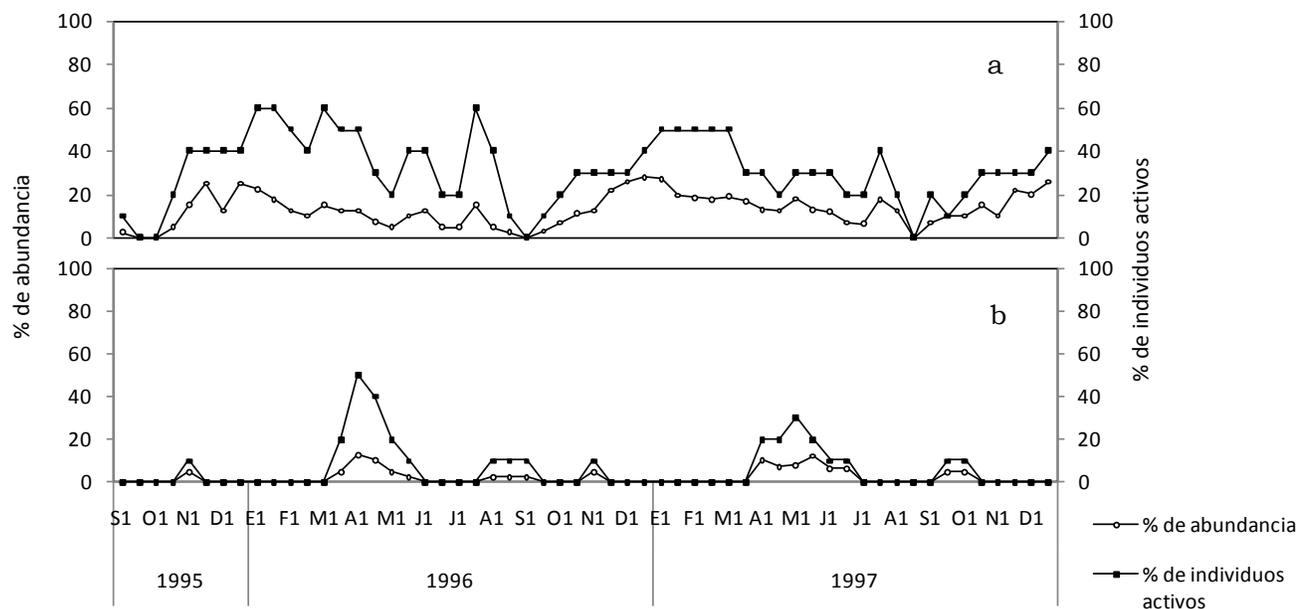
Gráfica 33. Fructificación de *Pimenta dioica* (L.) Merr.

a: fruto inmaduro, b: fruto maduro

7.6.8 Fructificación de *Brosimum alicastrum* Swartz de la familia Moraceae

En la gráfica 34a se observa la producción de fruto inmaduro de *Brosimum alicastrum* Swartz. A lo largo de todo el estudio se registraron bajos porcentajes de fruto inmaduro, excepto en 4 registros (primera y segunda quincena de octubre 1995, primera quincena de octubre 1996 y segunda quincena de agosto 1997).

En la gráfica 34b se observa la producción de fruto maduro de *Brosimum alicastrum* Swartz a finales de 1995 y durante 1996 y 1997. Se observaron dos épocas importantes en la producción de frutos maduros (primera quincena de abril 1996 y mayo 1997).



Gráfica 34. Fructificación de *Brosimum alicastrum* Swartz

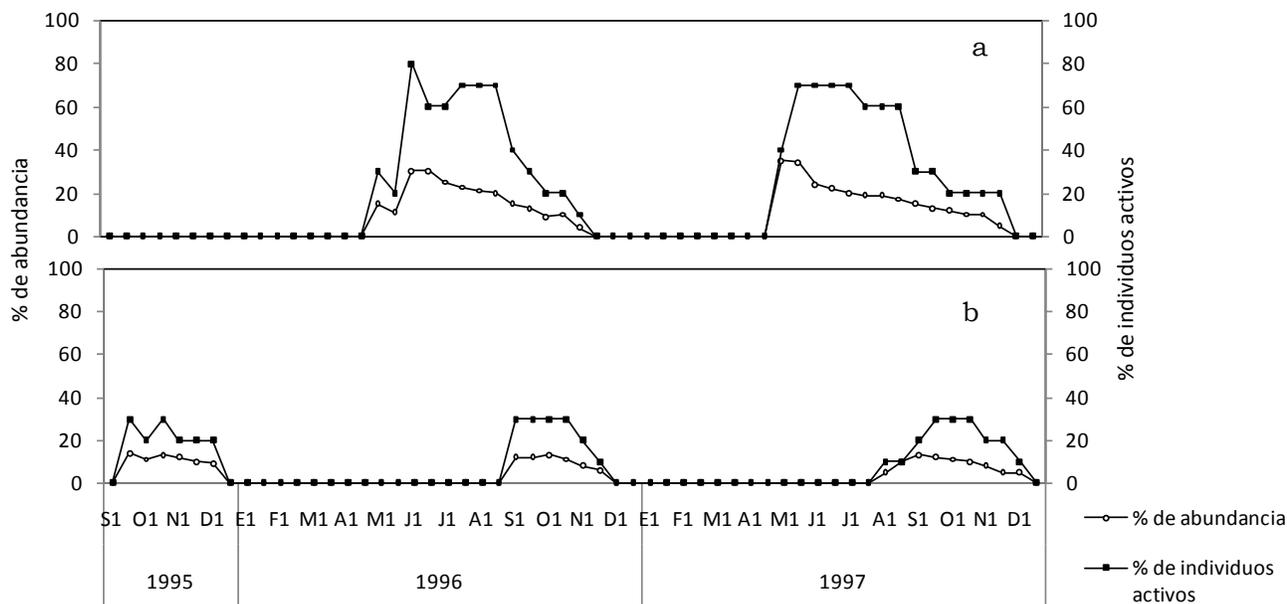
a: fruto inmaduro, b: fruto maduro

7.6.9 Fructificación de *Vitex gaumeri* Greenm. de la familia Verbenaceae

En la gráfica 35a se observa la producción de fruto inmaduro de *Vitex gaumeri* Greenm. de 1996 y 1997. La producción de fruto inmaduro inició a finales de la época seca (abril), con una duración de 7 a 7.5 meses, terminando en la parte final de la época lluviosa (noviembre y diciembre).

En la gráfica 35b se observa la producción de fruto maduro de *Vitex gaumeri* Greenm. para 1995 (finales), 1996 y 1997. Aunque el primer registro de fruto maduro para 1995 se hizo en la segunda quincena de septiembre, no se tiene la certeza de que no hubiera fruto maduro antes de esa fecha. El último registro de esa cosecha fue en la primera quincena de diciembre.

Para los otros dos años el inicio de la producción de frutos maduros fue en julio y agosto, con una duración de 3.5 a 5 meses, coincidiendo la finalización de la fructificación en la primera quincena de diciembre al igual que el año de 1995.



Gráfica 35. Fructificación de *Vitex gaumeri* Greenm.

a: fruto inmaduro, b: fruto maduro

7.7 Observaciones de fauna alimentándose de las especies arbóreas estudiadas

Al mismo tiempo que se tomaron los datos fenológicos, se llevó a cabo la documentación sobre las visitas de la fauna de Yaxhá especialmente mamíferos y aves a las especies arbóreas estudiadas. Los árboles más visitados durante el estudio fueron *Brosimum alicastrum* Swartz, *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. y *Bursera simaruba* (L.) Sarg.

Brosimum alicastrum Swartz, es una de las especies más importantes en la dieta alimenticia de la fauna silvestre. Los consumidores finales principales de fruto fueron *Dasyprocta punctata* (cotuza o sereque), *Ateles geoffroyi* (mono araña), *Alouatta pigra* (mono aullador o saraguato), *Amazona farinosa* (loro real), *Ramphastus sulfuratus* (tucán) y *Penelope purpuracens* (cojolita). Además del fruto, las hojas jóvenes sirvieron para la alimentación de *Ateles geoffroyi* (mono araña) y *Alouatta pigra* (mono aullador o saraguato). También se detectó venado cola blanca *Odocoileus virginianus* alimentándose de plántulas de esta especie arbórea. Simultáneamente con el estudio fenológico se realizaba una investigación

sobre la estimación de las poblaciones de *Heteromys desmarestianus* (ratón de abazones), y en la captura de un macho se encontró semillas de *Brosimum alicastrum* Swartz en sus abazones (Flores, 1998).

Licaria coriácea (Lundell) Kosterm., en la época de fructificación, fue visitada principalmente por: *Dasyprocta punctata* (cotuza o sereque), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Trogon olivaceus* (aurora), *Trogon masena* (aurora), *Aratinga astec* (loro), *Amazona farinosa* (loro real) y *Ramphastus sulfuratus* (tucán).

Talisia olivaeformis (Kunth) Radlk. a pesar de ser una especie de fructificación supraanual, fue visitada por los siguientes animales: *Dasyprocta punctata* (cotuza o sereque), *Nasua narica* (pizote), *Alouatta pigra* (mono aullador o zaraguate), *Sciurus yucatanensis* (ardilla coluda) y *Pionus senilis* (cotorra).

Manilkara zapota (L.) van Royen es otra especie importante en la dieta de los animales. Se observó que *Alouatta pigra* (mono aullador o saraguate) además de alimentarse de frutos también lo hizo de hojas jóvenes. *Dasyprocta punctata* (cotuza o sereque), *Sciurus yucatanensis* (ardilla coluda), *Trogon masena* (aurora) y *Ortalis* sp (chachalaca) fueron vistos comiendo fruto. Al igual que en el caso de *Brosimum alicastrum* Swartz se encontraron semillas de *Manilkara zapota* (L.) van Royen en los abazones de *Heteromys desmarestianus* (ratón de abazones).

Como reportó Ramirez-Zea para el parque Nacional Tikal, los consumidores principales del fruto de *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) fueron psitácidos, especialmente *Pionus senilis* (cotorra), *Aratinga astec* (loro) y *Amazona farinosa* (loro real).

Exothea paniculata (Juss.) Radlk., a pesar de tener una fructificación corta y de porcentaje bajo, fue visitada por *Amazona* spp. (loros) y *Nasua narica* (pizote).

Se recomienda estudiar *Spondias mombin* L. con más detalle porque en la literatura se reporta y los parataxónomos del lugar tienen el concepto de que es una especie muy importante en la

alimentación de varias especies animales, pero durante el estudio, solamente se observó a *Ateles geoffroyi* (mono araña) y *Dasyprocta punctata* (cotuza o sereque) alimentarse de sus frutos.

La fructificación de *Talisia floresii* Standl. se caracterizó porque se encontraron grandes cantidades de frutos en el suelo comidos por *Agouti paca* (tepezcuintle), evidenciando que es una de las especies preferidas de este animal. Además se observó principalmente visitas de *Ateles geoffroyi* (mono araña) y *Dasyprocta punctata* (cotuza o sereque).

Pimenta dioica (L.) Merr. tuvo como consumidores principales a *Amazona farinosa*, *Pionus senilis*, *Aratinga astec*, *Ramphastus sulfuratus* (tucán) y *Ortalis* sp. (chachalacas).

Pouteria reticulata (Engler) Eyma y *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. fueron visitados por *Penelope purpurascens* (cojolita), *Dasyprocta punctata* (cotuza o sereque) y *Ortalis* sp. (chachalacas). En el caso de *Vitex gaumeri* Greenm. se observaron individuos de *Sciurus* sp. (ardilla) y *Amazona* spp. (loros).

La única especie en la que no se observó ninguna visita de animales para alimentarse de sus hojas o frutos fue *Trichilia minutiflora* Standl.

7.8 ANALISIS DE DATOS

7.8.1 Análisis de correlación de Pearson entre la foliación y la floración de 14 especies arbóreas de Yaxhá, Petén.

Según la evaluación hecha para los coeficientes de correlación de Pearson, con un $n=25$ y $p<0.005$ indica que existe correlación entre la producción de hojas nuevas y la floración en las siguientes especies: *Pimenta dioica* (L.) Merril, *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., *Trichilia minutiflora* Standl., *Talisia floresii* Standl., *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Vitex gaumeri* Greenm., *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Spondias mombin* L.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de Pearson (r) y valores de p <0.005 entre foliación y floración de 14 especies arbóreas estudiadas del bosque tropical lluvioso de Yaxhá, Petén.

Espece	Coficiente de Pearson
<i>Trichilia montana</i> Kunth	- 0.02
<i>Protium copal</i> (Schelcht. y Cham.) Engler	0.01
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0.22
<i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.	0.26
<i>Pouteria reticulata</i> (Engler) Eyma	0.28
<i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Royen	0.49
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	0.55
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Radlk.	0.60
<i>Trichilia minutiflora</i> Standl.	0.64
<i>Talisia floresii</i> Standl.	0.72
<i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk.	0.77
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	0.85
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	0.85
<i>Spondias mombin</i> L.	0.89

* *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. no tuvo flor en el año 1996.

7.8.2 Análisis de correlación múltiple de la foliación, floración, producción de fruto inmaduro y producción de fruto maduro con la precipitación y la temperatura

De acuerdo a los análisis de correlación múltiple con un $p < 0.005$ se llegaron a las siguientes conclusiones:

La producción de hojas nuevas de *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma, *Spondias mombin* L., *Talisia floresii* Standl. y *Vitex gaumeri* Greenm tiene correlación con la temperatura y la precipitación en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá.

Solamente en los casos de *Brosimum alicastrum* Swartz y *Trichilia montana* Kunth no existe correlación entre la floración, la precipitación y la temperatura; las otras 13 especies arbóreas sí tienen correlación.

La producción de fruto inmaduro de todas las especies arbóreas estudiadas correlación con la temperatura y la precipitación en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá.

La producción de fruto maduro de 11 especies arbóreas estudiadas tienen correlación con la temperatura y precipitación en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación múltiple r para la foliación, la precipitación y la temperatura de 15 especies arbóreas de Yaxhá Peten.

Especie	r	r	r	r
	Foliación	Floración	Fruto inmaduro	Fruto maduro
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	0.21	0.27	0.65*	0.57*
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	0.32	0.56*	0.53*	0.53*
<i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk.	0.58*	0.62*	0.60*	0.45*
<i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.	0.57*	0.61*	0.83*	0.37*
<i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Royen	0.57*	0.68*	0.39*	0.37*
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Radlk.	0.57*	0.57*	0.47*	0.48*
<i>Protium copal</i> (Schlecht. et Cham.) Engl.	0.17	0.46*	0.46*	0.46*
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	0.14	0.67*	0.53*	0.32
<i>Pouteria reticulata</i> (Engler) Eyma	0.59*	0.55*	0.48*	0.54*
<i>Spondias mombin</i> L.	0.53*	0.40*	0.69*	0.22
<i>Talisia floresii</i> Standl.	0.66*	0.55*	0.56*	0.14
<i>Trichilia minutiflora</i> Standl.	0.17	0.62*	0.73*	0.52*
<i>Trichilia montana</i> Kunth	0.34	0.31	0.83*	0.78*
<i>Talisia olivaeformis</i> (Kunth) Radlk.	0.36	0.47*	0.53*	0.26
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	0.56*	0.57*	0.64*	0.49*

7.8.3 Prueba de U de Mann Whitney para las floraciones, producciones de fruto inmaduro y producciones de fruto maduro de 1996 y 1997 de 14 especies arbóreas estudiadas del Bosque Tropical Lluvioso de Yaxhá, Petén.

Con un $p < 0.001$ se concluye que la única especie arbórea que presentó diferencias significativas en la producción de flores, frutos inmaduros y maduros fue *Brosimum alicastrum* Swartz en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá durante los años de 1996 y 1997. Aunque *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma y *Spondias mombin* L. tuvieron diferencias significativas en la producción de fruto maduro en los años mencionados anteriormente.

Cuadro 4. Valores de U Mann Whitney para la floración, producción de fruto inmaduro y producción de fruto maduro de 1996 y 1997 de 14 especies arbóreas del bosque tropical lluvioso de Yaxhá Peten

Especie	U Mann-Whitney Floración	U Mann-Whitney Fruto inmaduro	U Mann-Whitney Fruto maduro
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	110*	124*	6*
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	13	222	222
<i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk.	10	20	3
<i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.	65	95	8
<i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Royen	47	120	7
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Radlk.	35	38	4
<i>Protium copal</i> (Schlecht. et Cham.) Engl.	15	58	58
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	19	78	12
<i>Pouteria reticulata</i> (Engler) Eyma	15	52	0*
<i>Spondias mombin</i> L.	14	25.5	0*
<i>Talisia floresii</i> Standl.	18	56	65
<i>Trichilia minutiflora</i> Standl.	52	17	17
<i>Trichilia montana</i> Kunth	15	155	90
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	20	85	38

Talisia olivaeformis (Kunth) Radlk. fue la única especie que registró solamente una floración en el desarrollo del estudio, por lo que no se incluyó en el análisis estadístico.

8 DISCUSION DE RESULTADOS

8.1 FOLIACION.

Se observó la pérdida de hojas de las especies caducifolias y semicaducifolias durante la época seca, lo que puede indicar que en estos bosques existe una estacionalidad determinada por las precipitaciones, por esta razón se espera que los patrones fenológicos estén asociados a la estacionalidad. Este comportamiento puede explicarse posiblemente porque con la disminución en los porcentajes de hojas durante la época deficitaria de humedad, donde la evapotranspiración promedio es mayor a las precipitaciones, es una respuesta de los individuos para contrarrestar la continua evapotranspiración. (Villasana, R y Suárez, A., 1997). Otra causa puede ser generalmente que las especies pierden algo de su follaje, tal y como señala Alvim en 1964, en el caso de los árboles caducifolios, debido a que probablemente se establezca una competencia por alimentos y sustancias hormonales entre el follaje y las yemas florales, por lo tanto la caída del follaje favorece a la floración. Es posible que con la fructificación suceda lo mismo. Los períodos de caída del follaje no se traslaparon con los finales de los períodos de fructificación de los árboles en estudio, a diferencia de lo observado por Ortiz & Fournier (1983) en 61 especies arbóreas, en el bosque de Cataratitas y probablemente favorece a una mejor dispersión de los frutos y semillas, durante la época de lluvia de semillas (con la apertura de sus frutos dehiscentes y la acción del viento). Con lo anteriormente expuesto es posible que los árboles de este estudio tienen una estrategia de dispersión no dependiente del viento, sino más bien relacionada con la fauna del lugar (zoocoria).

Los estudios de Frankie *et al.* 1974, Reich y Bochert 1984 en Costa Rica, Mori y Kallunki en 1976 en Panamá y Bullock en 1990 en México coincidieron con los resultados de esta investigación en que los patrones de desarrollo de los árboles tuvieron una alta correlación con la variación estacional de la precipitación y la temperatura.

Por otro lado, de acuerdo con los análisis de correlación múltiple se determinó la relación entre

la producción de hojas nuevas de *Manilkara zapota* (L.) Van Royen, *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk., *Spondias mombin* L., *Talisia floresii* Standl., *Vitex gaumeri* Greenm. con la temperatura y la precipitación. Una excepción importante fue *Bursera simaruba* (L.) Sarg. porque las pruebas estadísticas sugirieron que la producción de hojas nuevas no tiene ninguna relación con la temperatura y la precipitación.

Las especies perennifolias mantuvieron su follaje durante la mayor parte de la época seca. Algunos autores como Borchert en 1994 lo atribuyen a que estas especies crecen en lugares donde el suelo mantiene cierto grado de humedad, pero la mayoría de los árboles en la selva de Yaxhá crecen en suelos calcáreos de poca profundidad y fertilidad. Esto sugiere que tienen que tener mecanismos de resistencia al déficit hídrico y Van Schaik en 1993 sugirió que la baja resistencia del flujo de agua en el xilema y el desarrollo de potenciales osmóticos altos pueden asociarse con la resistencia al estrés hídrico. Los potenciales osmóticos pueden tener gran importancia, tanto en la raíz como en las hojas. Si son altos en la raíz, ésta tendría más fuerza para absorber agua mientras que si ello ocurre en los tejidos foliares, habría mayor capacidad para retener agua y por lo tanto reducir la transpiración.

La presencia de follaje en la época seca otorga ventajas ecológicas y fisiológicas a las especies perennifolias. En primer lugar como lo sugirieron Reich en 1995 y Villalobos en 2001 podría ser una buena estrategia para reducir el riesgo del ataque de herbívoros. En los meses secos las poblaciones de herbívoros se reducen drásticamente. El disponer de hojas sanas, mejora la eficiencia fotosintética, con lo cual se provee más sustancias carbonadas que proporcionan energía para la floración, proceso que ocurre mayoritariamente en época seca, aunque la falta de agua en el suelo puede limitar la fotosíntesis. Esto beneficia la acumulación de sustancias osmóticamente activas e importantes para la resistencia al estrés hídrico, como lo han sugerido otros autores (Medina y Francisco 1994, Eamus 1999). Por otro lado la presencia del follaje reduce la lixiviación de minerales hacia el suelo (Hernández y López 2002), algo que es común en especies deciduas. De esta manera, podría suponerse que cuando se inicia la época lluviosa y aumenta el ataque de herbívoros, las plantas van a estar en mejores

condiciones energéticas o nutricionales para enfrentar los problemas que ello ocasiona.

Las especies perennes o siempreverdes presentaron un comportamiento asincrónico excepto *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk. y los análisis estadísticos sugieren la relación entre producción de hojas nuevas con la temperatura y la precipitación. Franco (1978) encontró en Venezuela este mismo caso en la reserva forestal Capparo, en donde se describen especies cuyas hojas nuevas brotan antes de que caigan las viejas y no presentan sus copas desprovistas de hojas generalmente esto sucede en la época de lluvias.

8.2 FLORACION

Los análisis de correlación indican una relación entre la producción de flores y la precipitación y la temperatura, para 13 especies, excepto para *Brosimum alicastrum* Swartz y *Trichilia montana* Kunth. autores como Frankie *et al* (1974), Mori y Kallunki (1976), Bullock y Magallanes (1990), Ibarra *et al* (1991) y Duarte *et al* (1993) encontraron que la floración se correlacionó fuertemente con la época de menor precipitación, esto podría deberse a que la floración es estimulada por el estrés hídrico (Reich y Bochert 1984, Mabberly 1992), lo cual explicaría que la floración ocurra principalmente durante la época con menores precipitaciones. Otro momento importante para la floración fue durante la transición entre la época seca y la época lluviosa. Esto coincide con lo encontrado en la mayoría de los bosques estacionales, donde la floración ocurre al final de la época seca (Reich y Bochert 1984, Mabberly 1992, Wright y van Shaik 1994), momento durante el cual se ve favorecido el forrajeo de insectos en las flores (Howe y Westley, 1997).

Además, el hecho de que la floración se produce en la época de menor humedad disponible (situación de estrés), indica que los árboles deben aprovechar al máximo los escasos recursos energéticos posibles, para desarrollar sus procesos reproductivos.

Por otro lado, los individuos de las especies estudiadas, en general evidenciaron sincronía en la

floración. La sincronía de la floración es posible que se deba al comportamiento animal, especialmente el de los polinizadores generalistas, como las abejas melíferas, porque es más probable que busquen otras especies que estén en floración (masiva), a que busquen los individuos de una sola especie que se hayan retrasado dentro de su ciclo fenológico, (Bronstein 1995, Noguera, 2002). Los periodos de floración sincrónicos pueden ser ventajosos o desventajosos dependiendo de las interacciones denso-dependientes con los polinizadores. En algunas especies, las floraciones sincrónicas pueden atraer mayor número de polinizadores y así lograr una mayor producción de frutos. (Wowe y Westley, 1997). El comportamiento sincrónico en algunas especies tienen una mayor probabilidad de producir semillas que las plantas que presentan actividad después de los picos de floración. (Noguera, 2002).

En otras especies una floración asincrónica puede ser más ventajosa, puesto que una masiva producción de flores agotaría a la comunidad de polinizadores (Howe y Westley 1997). Se observó este tipo de estrategia en el caso de las dos especies de *Trichilia*, *T. montana* Kunth y *T. minutiflora* Standl. La floración de ambas especies se da en épocas totalmente diferentes y así no existe ningún traslape y por lo tanto tampoco competencia por polinizadores.

Los periodos de floración para las especies de este estudio mostraron poco traslape, lo cual podría ser resultado de la competencia interespecífica de plantas por sus polinizadores (Heinrich 1976, Cole 1981, Gross y Werner 1983, Anker, 1990).

La duración y la sincronía de los diferentes procesos fueron diferentes para cada especie. El caso más interesante fue el de *Talisia olivaeformis*, porque la floración y la fructificación fueron supranuales (no produce flores ni frutos todos los años), en este caso no se registró floración durante el año de 1996.

Según los análisis de la prueba U de Mann Whitney ($P < 0.001$) para las floraciones de los años de 1996 y 1997 no se encontró ninguna diferencia significativa en 13 especies, solamente *Brosimum alicastrum* Swartz si tuvo diferencias significativas entre los años mencionados. Esto indica que

Brosimum alicastrum Swartz tiene un comportamiento más complejo, en donde la floración puede ocurrir en varios episodios distintos durante el año y no tiene un patrón definido para cada año. Esto no permite interpolar los datos de esta especie ni para lugar ni para tiempo.

8.3 FRUCTIFICACION

En este estudio los análisis de correlación múltiple muestran que la producción de fruto inmaduro de todas las especies estudiadas tienen relación con la temperatura y la precipitación, sin embargo en la producción de frutos maduros hay especies que no tienen relación, como lo son *Pimenta dioica* Merrill, *Spondias mombin* L., *Talisia floresii* Standl. y *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. Esta manifestación asincrónica sugiere que estas especies pueden tener comportamientos diferentes o desfasados. Esto lo señalan Newstrom *et al* (1994), donde las variaciones de comportamiento pueden deberse a las condiciones de luz que caracterizan los diferentes ecosistemas. Otra razón puede ser que su comportamiento responde a factores endógenos o a relaciones de tipo ecológico-evolutivo. (Cifuentes L. *et al*, 2010).

Como se menciona anteriormente, todas las especies mostraron patrones de producción de frutos inmaduros claramente determinados por la estacionalidad de la época lluviosa. Autores de estudios similares encontraron resultados muy parecidos. Por ejemplo, Hilty (1980) estudió los niveles de floración y fructificación en un bosque pluvial subtropical de Colombia, encontrando dos picos de fructificación concentrados durante el período más húmedo del año.

Caso contrario reporta Ibarra *et al* (1991) en una selva cálida – húmeda del sureste de México, determinó un pico de fructificación durante el periodo de sequía y temperaturas altas. Duarte *et al* (1993) en la Habana Cuba determinaron que ocurre la maduración de los frutos en dos períodos, uno durante la estación de lluvias y otro en la seca.

La extensión del proceso de fructificación en las especies estudiadas va de 3.5 hasta 15.5 meses.

Las especies que presentan frutos durante aproximadamente 6 meses son: *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Trichilia minutiflora* Standl., *Pouteria campechiana* (Kunth.) Radlk., *Talisia olivaeformis* (Kunth.) Radlk., *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma y *Protium copal* (Schlecht. y Cham.) Engl. Un poco más extensas en un nivel intermedio son: *Vitex gaumeri* Greenm., *Spondias mombin* L., *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., *Pimenta dioica* (L.) Merr. y *Talisia floresii* Standl. Dura más de 10 meses fructificando las especies *Trichilia montana* Kunth, *Bursera simaruba* (L.) Sarg. y *Manilkara zapota* (L.) van Royen. Esto se debe probablemente en parte a que los frutos de estas especies poseen largos periodos de maduración y una vez maduros permanecen en la copa por largos lapsos, además requieren de bastante energía porque la duración en el proceso de maduración de frutos es mayor a 10 meses, resultando en la formación de frutos en dispersión en la época lluviosa, típico de especies con dispersión zoócora (Sobral-Griz y Machado, 2001). *Brosimum alicastrum* Swartz es un caso excepcional, ya que es muy difícil definir exactamente cuando empieza y finaliza una temporada.

En general las especies tuvieron una baja producción de frutos y Zagat en 1997 sugiere que la sobreproducción de flores beneficia porque permite una alta variación en el tiempo de la disponibilidad del recurso, lo que podría aumentar la probabilidad de éxito en la polinización. Períodos extensos entre el inicio de la floración y la maduración del fruto aumentan la oportunidad a la incierta acción de los polinizadores. También Rocha y Stephenson en 1995 proponen que cuando ocurre una alta fertilización, los frutos de menor calidad son abortados (Rocha y Stephenson 1995).

Por otro lado la fructificación de *Trichilia montana* Kunth es extensa y asincrónica y la de *Trichilia minutiflora* Standl. es corta y sincrónica, y además la floración de *Trichilia montana* Standl. ocurre casi al finalizar la fructificación de *Trichilia minutiflora* Standl., de esta manera *Trichilia montana* Kunth estaría evitando la sobreposición completa. Estas dos situaciones probablemente evitaría la competencia por dispersores entre estas dos especies.

De acuerdo a los análisis de U de Mann Whitney para la producción de fruto inmaduro, trece

especies no tienen diferencias significativas entre los años de 1996 y 1997, solamente *Brosimum alicastrum* Swartz sí tienen diferencias significativas entre las producciones de los años mencionados. En el caso de la producción de fruto maduro 11 especies no tienen diferencias significativas entre los años de 1996 y 1997, pero *Brosimum alicastrum* Swartz, *Pouteria reticulata* (Engler) Eyma y *Spondias mombin* L. sí presentan diferencias significativas entre las cosechas de 1996 y 1997.

9 CONCLUSIONES

9.1 Los períodos de fructificación más extensos fueron los de *Brosimum alicastrum* Swartz con una duración entre 10.5 y 11 meses y *Manilkara zapota* (L.) van Royen con una duración de 15 meses, por lo que son muy importantes en la disponibilidad de alimento para la fauna silvestre en el bosque lluvioso tropical de Yaxhá.

9.2 En general, la precipitación y la temperatura son variables muy importantes en el desarrollo vegetativo y reproductivo de las especies arbóreas estudiadas en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá, según lo sugieren los análisis de correlación múltiple para la foliación, floración y producción de frutos inmaduros y maduros, aunque no son las únicas variables determinantes en el desarrollo de las plantas.

9.3 La mayoría de especies arbóreas estudiadas tienen floraciones anuales excepto *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. que es la única especie bienal. También las floraciones de la mayor parte de las especies estudiadas son intermedias, exceptuando *Brosimum alicastrum* Sw., *Pimenta dioica* (L.) Merr. y *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm. con floraciones extensas.

9.4 Las especies arbóreas *Spondias mombin* L., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Vitex gaumeri*, *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk., *Talisia floresii* Standl., *Trichilia minutiflora* Standl., *Pouteria campechiana* (Kunth) Radlk. y *Pimenta dioica* (L.) Merril tienen correlación entre la foliación y la floración.

9.5 *Brosimum alicastrum* Swartz es la especie con patrones fenológicos más heterogéneos porque fue la única especie que presentó diferencias significativas en la floración y fructificación (fruto inmaduro y maduro) entre los años de 1996 y 1997.

10 RECOMENDACIONES

10.1 Para realizar estudios de este tipo es necesario tomar datos por periodos de tiempo muy largos y con registros periódicos cortos entre sí. Para resolver este problema se propone entrenar y capacitar guarda-recursos o para-taxónomos de la región para que ellos puedan llevar a cabo los registros quincenales.

10.2 Es importante realizar estudios para conocer la competencia por polinizadores como fuerza selectiva fuerte que influye en los patrones de floración dentro de las especies de los bosques tropicales de Yaxhá. Además hay que investigar sobre el papel de los dispersores y las respuestas de las plantas a las condiciones abióticas en especial la iluminación y la humedad del suelo.

10.3 Generalmente la polinización por pequeños insectos generalistas y la dispersión de frutos por frugívoros especializados están asociados fuertemente con especies dioicas. (Ibarra-Manriquez y Oyama, 1992). Por esta razón se considera importante realizar estudios sobre la sexualidad floral (hermafroditismo, dioecia o monoecia) para determinar la proporción de sistemas sexuales en las tierras bajas de Petén, específicamente en Yaxhá. Tal es el caso de las especies de *Trichilia*, porque estudios relacionados a la dioecia, pueden servir para entender si los episodios en floración son sincrónicos o asincrónicos entre individuos masculinos y femeninos o si están relacionados a los mismos factores ambientales, también conocer la proporción de individuos masculinos y femeninos por área (radio de sexos) y así poder correlacionarla con la biología reproductiva que tienen relaciones específicas con especies polinizadoras o dispersoras, que se concentran en solo algunas especies en diferentes periodos.

10.4 En futuro se deben hacer investigaciones más específicas sobre la fenología reproductiva de *Brosimum alicastrum* Swartz porque es posible que esta especie tenga más de una floración y fructificación por año, y también se sugiere que el tamaño de la muestra debe ser más de 10 individuos, por la complejidad y la densidad tan alta en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá.

11 REFERENCIAS

- Aide, T. M. (1993). Patterns of leaf development and herbivory in a tropical understory community. *Ecology*, 74(2) 455-466.
- Aguilar, J. M., y Aguilar, M. A. (1993). *Árboles de la Biosfera Maya, Petén*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Alvim, P. T. (1964). *Tree growth periodicity in tropical climates*. En M.H. Zimmremann. Formation of wood in forest trees (pp. 479-495). Nueva York: Academic Press.
- Anker, R. (1990). The ecology and evolution of reproductive synchrony. *Tree*, 5, 135-140.
- Augspurger, C. K. (1981). Reproductive synchrony of a tropical shrub: Experimental studies on effects of pollinators and seed predators in *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology*, 62(3), 175-788.
- Barillas, J. F. (1985). Calendario fenológico, localización de rodales y recolección de semillas de especies forestales utilizadas por el proyecto Leña de Guatemala. *Chijinkhjá*, 5, 1-2.
- Bawa, K. y Opler, P. A. (1977). Spatial relationships, between staminate and pistillate plants of dioecious tropical forest trees. *Evolution*, 31(1), 64-68.
- Borchert, R. (1992). Computer simulation of tree growth periodicity and climatic hydroperiodicity. *Biotropica*, 24(3), 385-395.
- Borchert, R. (1994). Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology*, 75(5), 1437-1449.
- Brook, M. L., et al. (1996). Seasonal patterns of leaf growth and loss, flowering and fruiting on a subtropical central pacific island. *Biotropica*, 28(2), 164-179.
- Bronstein, J.L. (1995). *The plant-pollinator landscape*. En Hansson, L., Fahrig, L. y Merriam, G. Mosaic landscapes and ecological processes. London: Chapman y Hall.
- Bullock, S. y Solis-Magallanes, A. (1990). Phenology of canopy trees of tropical deciduous forest in México. *Biotropica*, 22(1), 22-35.

- Carabias-Lillo, J. y Guevara Sada, S. (1994). *Fenología en una selva tropical húmeda y en una comunidad derivada*. México: Editorial Alhambra Mexicana S.A.
- Castañeda, C. (1995). *Sistemas Lacustres de Guatemala*. Guatemala: Editorial Universitaria.
- Cifuentes, L. (2010). Fenología reproductiva y productividad de *Oenocarpus bataua* (Mart.) en bosques inundables del Chocó Biogeográfico, Colombia. *Biota Neotropica*, 10(4), 101-109.
- Coates-Estrada, R. y Estrada, A. (1986). *Manual de Identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología Los Tuxtlas Veracruz*. México: Universidad Autónoma de México.
- Cole, B. J. (1981). Overlap, regularity, and flowering phenologies. *American Naturalist*, 117, 993-997.
- Coley, P. D. (1990). Dioecy and herbivory: the effect of growth rate on plant defense in *Acer negundo*. *Oikos*, 58(3), 369-377.
- Daniel, W. (1998). *Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud*. México: Noriega Editores.
- De la Cruz, J. R. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- De Steven, D., et al. (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.
- Dinerstein, E. (1986). Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. *Biotropica*, 8(4), 307-318.
- Duarte, M. et al. (1993). Análisis fenológico de *Hibiscus elatus* en el Parque Metropolitano de la Habana. *Fontqueria*, 36, 391-398.

- Dudt, J. F. y Shure, D. J. (1994). The Influence of light and nutrients and insects herbivory. *Ecology*, 75 (1), 86-98.
- Eamus, D. (1999). Ecophysiological traits of deciduous and evergreen woody species in the seasonally dry tropics. *Trees*, 14,11-16.
- Feeny, P. (1970). Seasonal changes in Oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by Winter Moth Caterpillars. *Ecology*, 51(4), 565-581.
- Flores-García, R. y Lozano de los Santos, H. (1998). *Estadística aplicada para administración*. México: Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V.
- Flores Robles, M. (1998). *Informe final sobre la estimación de las poblaciones de Heteromys desmarestianus en el Parque Nacional Yaxhá*. Guatemala: Instituto de Antropología e Historia.
- Font Quer, P. (1993). *Diccionario de Botánica*. Barcelona: Editorial Labor S.A.
- Foster, P.B. (1990). *Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado*. En: Leight, Rand & Windsor. *Ecología de un bosque tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Panamá: Smithsonian Tropical Research Institute.
- Fournier, L. (1978). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Cespedesia*, 2(VII), 21-23.
- Fournier, L. y 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.
- Franco, W. (1978). *Fenología de especies forestales en Caparo*. Su relación con el clima y el suelo. Su importancia para el manejo del bosque. Venezuela: Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Frankie, G. W., et al. (1974). Comparative phenological studies in trees in tropical wet and dry forests in lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.*, 62(3), 881-919.
- Frankie, G.W., et al. (1990). *Plant phenology, pollination ecology, pollinator behavior and conservation of pollinators in neotropical dry forest*. En: Bawa K. S. y Haffley, M. *Reproductive ecology of tropical forest Plants*. Paris: Organización de las Naciones Unidas para la Educación.

- Gibson, D. (1970). *Verbenaceae*. En Standley, P. C. y Williams, L. O. Flora of Guatemala. Chicago: Field Museum of Natural History.
- Grime, J.P. *et al.* (1962). An investigation of leaf palatability using the snail *Cepea nemoralis* L. *Journal of Ecology*, 56 (2), 405-420.
- Gross, R. S. y Werner, P. A. (1983). Relationship among flowering phenology insect visitors, and seed-set of individuals: experimental studies on four occurring species of goldenrod (*Solidago*, Compositae). *Ecological Monographs*, 53, 95-117.
- Heinrich, B. (1976). Flowering phonologies: bog, woodland, and disturbed habitats. *Ecology*, 57, 890-899.
- Hernández Sampieri, R. *et al.* (1999). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill. Editores. México.
- Hernández-Valencia, I. y López-Hernández, D. (2002). Pérdida de nutrimentos por la quema de la vegetación en una sabana de *Trachypogon*. *Rev. Biol. Trop.*, 50, 1013-1019.
- Herrera, J. (1986). Flowering and fruiting phenology in the coastal shrublands of Doñana, South Spain. *Vegetatio*, 68, 91-98.
- Hilty, S. (1980). Flowering and fruiting periodicity in a premontane plain forest in Pacific Colombia. *Biotropica*, 12(4), 292-306.
- Holdridge, L. R. (1983). Mapa de Zonas de Vida Escala 1:500,000. Guatemala: Instituto Geográfico Militar.
- Howe, H. F. y Westley, L. C. (1997). *Ecology of pollination and wind dispersal* pp. 292-283. En: Crawley, M. J. *Plant Ecology* (pp. 283-292). Oxford: Blackwell Science.
- Ibarra-Manríquez, G. (1985). Estudios preliminares sobre la flora leñosa de la estación de biología Los Tuxtlas Veracruz: (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias, UNAM, México. En: Soriano, E. *et al.* Historia Natural de los Tuxtlas. Universidad Autónoma de México. México. 181 pp.

- Ibarra-Manríquez, G. et al. (1991). Fenología de lianas y árboles anemócoros en una selva cálida húmeda de México. *Biotropica*, 23(3), 242-254.
- Ibarra-Manríquez, G. y Oyama, K. (1992). Ecological correlates of reproductive traits of mexican rain forest tree. *American Journal of Botany*, 79(4), 383-394.
- Instituto Geográfico Nacional. (1983). *Diccionario Geográfico Nacional*. Guatemala: Tipografía Nacional.
- Janzen, D.H. (1967). Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, 21, 620-637.
- Jones, S. (1987). *Sistemática Vegetal*. México: McGraw-Hill de México, S.A. de C. V.
- Jorgenson, J.P. (1993). Gardens, Wildlife densities and subsistence hunting by maya indians in Quintana Roo, México. (Tesis de doctorado). Universidad de Florida.
- Jolón, M. (1996). Dinámica poblacional del ratón espinoso de bolsas *Heteromys desmarestianus* Desmarest (Rodentia: Heteromyidae) en parque nacional Tikal, Petén, Guatemala. (Tesis de Licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Kinnaird, M. (1992). Phenology of flowering and fruiting of an east african riverine forest ecosystem. *Biotropica*, 24(2a), 197-194.
- Krees, W. y Beach, J. (1994). *Flowering plant reproductive systems*. En: McDade, L. et al. *La Selva ecology and natural history of a neotropical rain forest* (pp. 161-182). Chicago: The University of Chicago Press.
- Kursar, T. A. y Coley, P. D. (1991). Nitrogen content and expansion rate of young leaves of rain forest species: implications for herbivory. *Biotropica*, 23(2), 141-150.
- Leigh, E. et al. (1990). *Ecología de un bosque tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Panamá: Smithsonian Tropical Research Institute.
- Leith, H. (1970). *Ecological studies temperate forest ecosystems*. En David E. Reichler *Analysis of temperate forest ecosystems*. Nueva York: Springer-Verlag.

- Lobo, J. *et al.* (2003). Factors affecting phenological patterns of bombacaceous trees in seasonal forests in Costa Rica and México. *American Journal of Botany*, 90(7), 1054-1063.
- López, J. (1995). *Informe Anual de Actividades 1995 de la Unidad de Patrimonio Natural*. Proyecto Guatemala: Instituto de Antropología e Historia.
- Mabberly, D. J. (1992). *Tropical rain forest ecology*. Nueva York: Chapman and Hall.
- Martínez Gallardo, R. 1988. Estudio experimental de la remoción de frutos y semillas por los roedores *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus mexicanus* de algunas especies arbóreas de la selva alta perennifolia de la estación de biología Los Tuxtlas. (Tesis de Licenciatura) Universidad Autónoma de México.
- McVaugh, R. (1963). *Myrtaceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. Flora of Guatemala. Chicago: Field Museum of Natural History.
- Medina, E. y Francisco, M. (1994). Photosynthesis and water relations of savanna tree species differing leaf phenology. *Tree Physiol*, 14(12), 1367-1382.
- Milton, K. (1979). Factors influencing leaf choice by Howler Monkeys: a test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. *The American Naturalist*, 114(3), 362-378.
- Milton, K. (1991). Leaf change and fruit production in six Neotropical Moraceae species. *Journal of Ecology*, 79(1), 1-26.
- Morellato, L.P.C. (2004). Phenology, sex ratio, and spatial distribution among dioecious species of *Trichilia* (Meliaceae). *Plant Biology*, 6(4), 491-497.
- Mori, S. y Kallunki, J. (1976). Phenology and floral biology of *Gustavia superba* (Lecythidaceae) in Central Panama. *Biotropica*, 8(3), 184-192.
- Murali, K. S. y Sukumar, R. (1994). Reproductive phenology of a tropical dry forest in Mudumalai, southern India. *J. of Ecology*, 82(3), 759-767.

- Newstrom, L. E., Frankie, G. W., Baker, H. G. (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.
- Newstrom, L.E. et al. (1994). *Diversity of Long-term Flowering Patterns*. En: McDade, L. et al. La Selva Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. Chicago: The University of Chicago Press.
- Noguera, F. et al. (2002). *Historia Natural de Chamela*. México: Universidad Autónoma de México.
- Opler, P. et al. (1980). Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 68(1), 167-188.
- Orantes Thomas, A. P. (1995). Comparación y caracterización preliminar de 3 etapas sucesionales de bosque secundario, en campos abandonados después de cultivar maíz, en la Reserva de la Biósfera Maya. (Tesis de Licenciatura, inédita). Universidad de San Carlos.
- Ortiz, R. y Fournier, L. (1983). Comportamiento fenológico de un bosque pluvial de pre-montano en Cataritas San Ramón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 31, 69-74.
- Pennington, T. D. et al. (1981). Meliaceae with accounts of Swietenioideae and chemotaxonomy. *Flora Neotropica*, 28, 1-470.
- Peres, C. (1994). Primate responses to phenological changes in amazonian terra firma forest. *Biotropica*, 26(1), 98-112.
- Peters, C. M. (1990). *Plant demography and the management of tropical forest resources: a case study of Brosimum alicastrum in Mexico*. En Gómez Pompa et al. Rain Forest regeneration and management. (pp. 265-272). París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación.
- Puentes, D. A. et al. (1993). Fenología y estructura floral de *Trichilia havanensis* Jacq. (Meliaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80(4), 862-869.
- Putz, F. y Windsor, D. (1987). Liana phenology on Barro Colorado Island, Panamá. *Biotropica*, 19(4), 334-341.

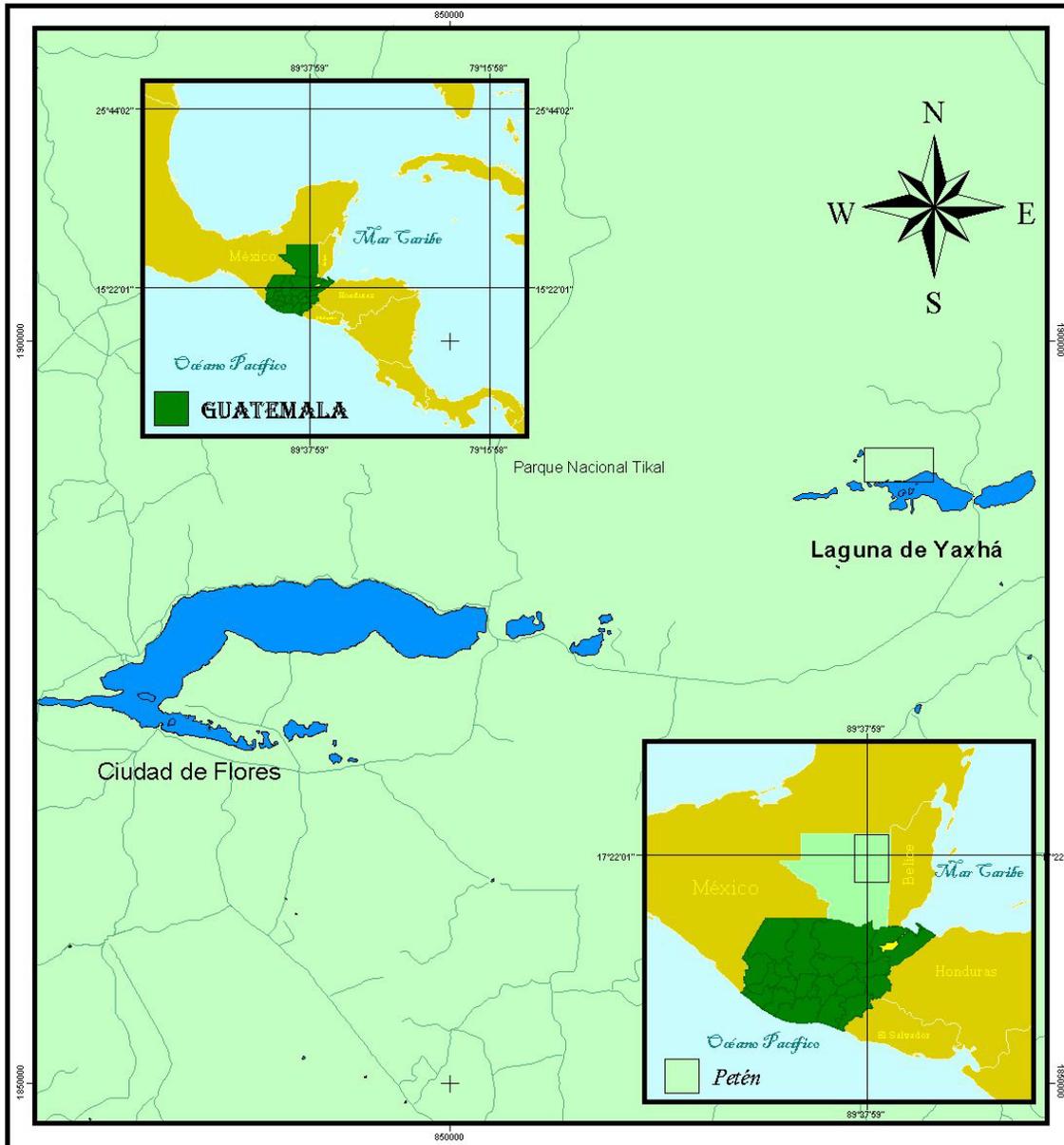
- Ramírez-Zea, C. (1997). Fenología de 14 especies arbóreas en el Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. (Tesis. Licenciatura, inédita). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Reich, P. y Bochart, R. (1984). Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 72, 61-74.
- Reich, P. (1995). Phenology of tropical forest: patterns, causes and consequences. *Can. J. Bot.*, 73, 164-174.
- Rivas, J. (1995). Preferencias alimenticias del faisán o pajuil (*Crax rubra rubra* L.) en condiciones naturales. (Tesis de Licenciatura, inédita). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Robbins, C. T. *et al.* (1987). Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology*, 68 (1), 98-107.
- Rocha, O. y Stephenson, D. (1995). Regulation of flower, fruit and seed production: *Phaseolus coccineus*, a study case. En Hoch, P. C. y Stepehnson A. G. experimental and molecular approaches to plant biosystematics. *Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden*, 53, 245-262.
- Ruíz, R. (1990). *Informe Final de Ejercicio Profesional Supervisado*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Russell, J. K. (1982). *Timing of Reproduction by Coatis (Nasua narica) in Relation to Fluctuations in Food Resources*. En: Leigh, E. G. Jr., Rand, A. S. and Windsor, D. M. *Ecology of a Tropical Forest* (413-431). Washington: Smithsonian Inst. Press.
- Sánchez-Garfias, B. *et al.* (1991). *Manual de identificación de frutos y semillas anemócoros de árboles y lianas de la estación Los Tuxtlas, Veracruz México*. México: Universidad Autónoma de México.
- Santizo, C. *et al.* (1989). *Estudio Preliminar Laguna Yaxhá y áreas circundantes*. Guatemala: Universidad del Valle.
- Sermeño Martínez, A. 1986. Alimentación y reproducción del pajuil (*Crax rubra*) en El Salvador. (Tesis de Licenciatura, inédita). Universidad de El Salvador.

- Simmons, Ch. *et al.* (1959). *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Guatemala: Editorial José Pineda Ibarra.
- Shukla, R. y Ramakrishna, P. (1982). Phenology of Trees in a sub-tropical humid forest in North-eastern India. *Plant Ecology*, 49(2), 103-109.
- Smith-Ramírez, C. y Armesto, J. (1994). Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile – ecologies and climatic constraints. *Journal of Ecology*, 82(2), 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.
- Sobral-Griz, L. M. y Machado, I. C. S. (2001). Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17(3), 303-321.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. (1946). *Burseraceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. *Flora of Guatemala* (pp. 435-444). Chicago: Field Museum of Natural History.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. (1946). *Meliaceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. *Flora of Guatemala* (pp. 444-468). Chicago: Field Museum Natural History.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. (1946). *Lauraceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. *Flora of Guatemala* (pp. 302-344). Chicago: Field Museum Natural History.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. (1946). *Meliaceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. *Flora of Guatemala*. (pp. 444-468). Chicago: Field Museum Natural History.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. 1946. *Moraceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J.A. *Flora of Guatemala*. (pp. 10-58). Chicago: Field Museum Natural History.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. 1949. *Anacardiaceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. *Flora of Guatemala* (pp. 177-195). Chicago: Field Museum Natural History.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. 1949. *Sapindaceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. *Flora of Guatemala*. (pp. 234-273). Chicago: Field Museum Natural History.

- Standley, P. C. y Williams, L. O. 1967. *Sapotaceae*. En Standley, P. C. y Steyermark, J. A. Flora of Guatemala. (pp. 211-244). Chicago: Field Museum Natural History.
- Stiles, F. G. (1977). Coadapted competitors the flowering seasons of hummingbird-pollinated plants in a tropical forest. *Science*, 198, 1177-1178.
- Tanner, E. V. (1982). Species diversity and reproductive mechanisms in Jamaica trees. *Journal of the Linnean Society*, 18(3), 263-278.
- Utrera, L. (1994). Caracterización morfológica y fenológica *in situ* de cultivares de zapote *Pouteria mamosa* (L.) Cronquist en los municipios de Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa, Guatemala. (Tesis de Licenciatura) 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.
- Van Schaik, C. P., *et al.* (1993). The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24, 353-377.
- Villalobos, R. 2001. Fenología y sus relaciones hídricas de los árboles en un fragmento de bosque seco neotropical. (Tesis de Licenciatura , inédita). Universidad de Costa Rica.
- Villasana, R. y Suárez, A. (1997). Estudio fenológico de dieciséis especies forestales de la Reserva Forestal Imataca Edo. Bolívar, Venezuela. *Rev. Forest. Venez.*, 41(1), 13-21.
- Wright, S. J. y van Schaik, C. P. (1994). Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist*, 143(1), 192-199.
- Zagt, R. (1997). Pre-dispersal and early post-dispersal demography, and reproductive litter production, in the tropical tree *Dicymbe altsonii* in Guyana. *Journal of Tropical Ecology*, 13(4), 511-526.

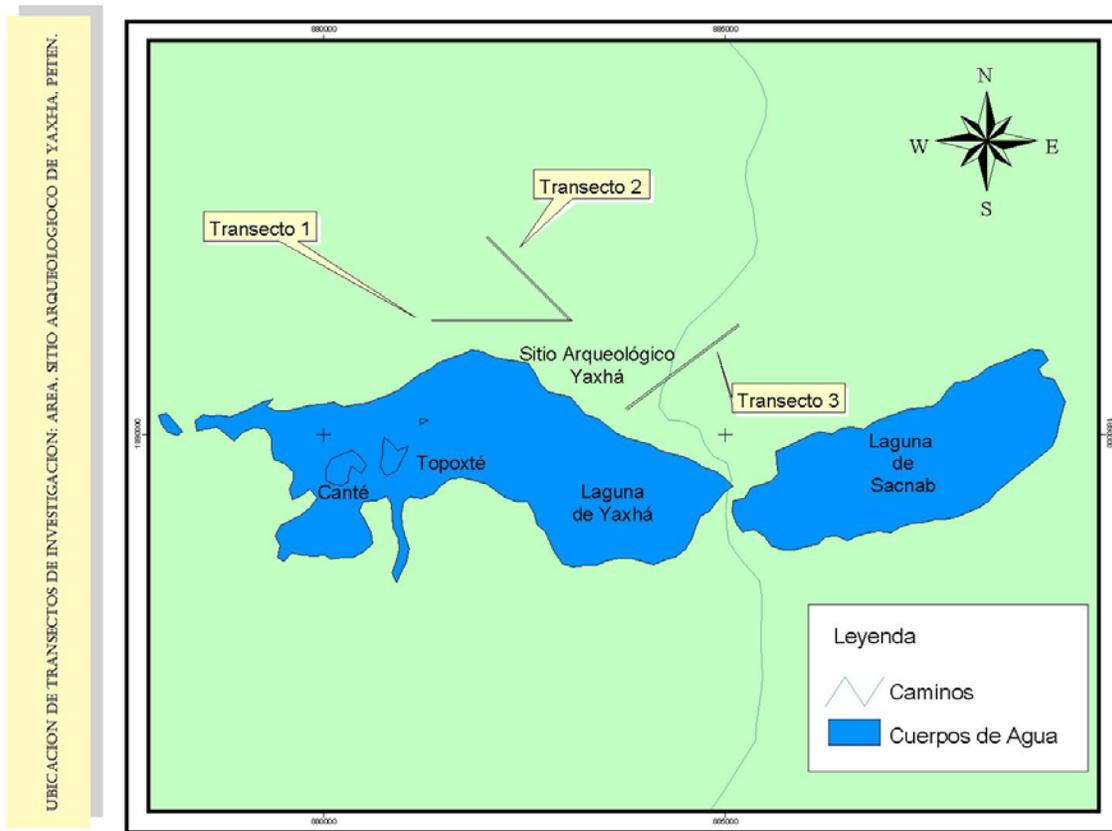
12 ANEXOS Anexo12.1 Mapa de Ubicación del Sitio de Estudio.

UBICACION DEL SITIO DE ESTUDIO: LAGUNA YAXHA, PETEN.



Elaborado por Miguel Flores
Febrero de 1996
Actualizado en Junio de 1998
y Marzo de 2003

Anexo12.2 Mapa Localización de los transectos de Investigación.



UBICACION DE TRANSECTOS DE INVESTIGACION: AREA. SITIO ARQUEOLOGICO DE YAXHA, PETEN.

Elaborado por Miguel Flores
Enero de 1998
Actualizado en Junio de 1998
y Marzo de 2003

Anexo 12.3 Cuadro 5. Registros mensuales de la precipitación y la temperatura media desde 1995 a 1997.

Año y Mes	Temperatura (° C)	Precipitación (mm)
1995		
Enero	18	48.4
Febrero	17.6	20.2
Marzo	27.3	0
Abril	29.4	9.5
Mayo	30.8	80.4
Junio	28.6	191
Julio	28.7	212.8
Agosto	27.2	173
Septiembre	26.7	281
Octubre	22.1	312.2
Noviembre	24.7	40.2
Diciembre	23.3	77.4
1996		
Enero	23.1	46.8
Febrero	22.9	22.9
Marzo	24.2	4.1
Abril	27.5	9.7
Mayo	28.7	92.6
Junio	27.5	204
Julio	27.6	240.5
Agosto	26.9	181
Septiembre	28.3	185.6
Octubre	29	267.5
Noviembre	20.2	52.2
Diciembre	24	90.3
1997		
Enero	17.6	17.6
Febrero	18.9	32.4
Marzo	27	18
Abril	29.3	8.2
Mayo	28.7	123

Mes y Año	Temperatura (° C)	Precipitación (mm)
Junio	28.6	181.1
Julio	26.9	189.6
Agosto	27.1	164
Septiembre	27.1	250.6
Octubre	26.8	212
Noviembre	25.7	51.4
Diciembre	23.3	64.6

Anexo12.4 Boleta para la toma de Datos

Transecto No. 1 El Tumbo.

Fecha: _____ Observadores: _____

Arbol	Brote	Boton	Flor	Fruto	Fruto Verde	Fruto maduro	Observaciones
Ramon 1							
Pimienta 1							
Cedrillo hoja fina 1							
Chicozapote1							
Jocote Jobo 1							
Pimienta 2							
Laurel 1							
Zapotillo hoja fina 1							
Yaxnic 1							
Ramon 2							
Chicozapote 2							
Zapotillo hoja ancha 1							
Tzol 1							
Guaya 1							
Coloc 1							
Jocote Jobo 2							
Ramon 3							
Pimienta 3							
Chacaj 1							
Guaya 2							
Tzol 2							
Cedrillo hoja fina 2							
Jocote Jobo 3							
Copal 1							
Chicozapote 3							
Coloc 2							
Chacaj 2							

Anexo 12.5

Cuadro 6. Descripción botánica de las especies arbóreas estudiadas

NOMBRE CIENTÍFICO	DESCRIPCION BOTÁNICA
<p>Moraceae <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz</p>	<p>Árbol grande o mediano, algunas veces de 30 metros de altura con un tronco de un metro de diámetro, la copa ancha y densa, la corteza gris; hojas cortamente pecioladas, coriáceas, verde-brillante cuando están recién cortadas, glabras, enteras, en su mayor parte oblongo-elípticas a elípticas, de 7-14 cm. de largo y de 3-5.5 cm de ancho, acuminadas, o abruptamente corto-acuminadas, algunas veces agudas, obtusas o agudas en la base; los nervios laterales alrededor de 14 pares; las flores en cabezas, cerca de 1 cm. de largo, cortamente pedunculadas; fruto amarillo a anaranjado, de 1.5 cm de diámetro, conteniendo una semilla de 12 mm de diámetro.</p>
<p>Lauraceae <i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.</p>	<p>Un árbol de 9 a 12 metros de altura, el tronco de 25 metros de diámetro, completamente glabro; hojas sobre peciolos de 6-10 mm de largo, lanceoladas u oblongo-lanceoladas, de 5.5 a 11 cm de largo, de 2-4 cm de ancho; acuminadas con una punta subobtusada, sub agudas en la base, coriáceas, la nervadura principal prominente, los nervios laterales inconspicuos; inflorescencias axilares, produciendo un fruto simple, los pedúnculos firmes de 1 a 3 cm. de largo, cúpula poco profunda, verruculosa, 1.5-2.5 cm. de ancho, 1 cm. de alto. Fruto elipsoide, de 17 mm de largo y 12 mm de ancho, cortamente apiculado.</p>
<p>Burseraceae <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.</p>	<p>Un árbol pequeño o mediano, o en bosques húmedos frecuentemente alcanza los 25 metros de altura o más y algunas veces un metro de diámetro, la corteza joven es verde o café verdusca, la corteza madura roja brillante a café rojiza oscura, exfoliándose en delgadas hojas papiráceas, las ramas gruesas y quebradizas o suaves, las ramas usualmente glabras; hojas deciduas, usualmente de 5-7 foliolos, en cortos o largos pecioululos, ampliamente ovado-ovado oblongos o lance oblongos, la mayoría de 5-12 cm. de largo, acuminados o cuspidacuminados, más o menos pubescentes cuando son jóvenes o casi glabras, en edad usualmente glabros o muy cerca de serlo, rara vez persistentemente piloso en el envés; flores tripartidas, verdosas o amarillentas, fragantes; las paniculas mucho más cortas que las hojas, algunas veces muy cortas, fruto variable en tamaño y forma, de 6-10 mm de largo, trivalvado, usualmente teñido de rojo.</p>
<p>Burseraceae <i>Protium copal</i> (Schlecht. et Cham.) Engl.</p>	<p>Un árbol mediano o grande, algunas veces hasta 30 metros de altura, con tronco delgado, completamente glabro, hojas grandes, foliolos largamente peciolados, oblongos o estrechamente oblongos, la mayoría de 10-18 cm de largo, largamente acuminados a obtusos, oblicuos a subagudos en la base, con frecuencia cortamente- decurrentes, enteros coriáceos, o su coriáceos; paniculas axilares, flojas, la mayor parte de 12 cm de largo o más cortas; fruto de 1.5-3 cm. de largo, glabros, apiculados, contraídos y cortamente estipitados en la base.</p>
<p>Meliaceae <i>Trichilia minutiflora</i> Standl.</p>	<p>Un árbol de 6-20 metros de altura, el tronco algunas veces de 25 cm. de diámetro, las ramas apresadamente pilosas, con pelos cortos; hojas pequeñas, imparipinnadas, el raquis y el peciolo muy delgados, disperso y diminutamente pilosos; usualmente de 7-11 foliolos, cortamente peciolados, la mayoría alternas, membranáceos, lance oblongos o elipticoblongos, la mayor parte de 3-6.5 cm de largo, 1-2.5 cm. de ancho, largamente acuminado en el ápice, más o menos oblicuo en la base y cuneada-aguda a redondeada, glabra en el haz excepto a lo largo de la nervadura central puberulenta, abundantemente hirsuta a lo largo de la nervadura central en el envés, en edad glabriusculo; paniculas axilares, flojas, ramificada desde la base, la mayor parte más cortas que las hojas, las ramillas muy delgadas, dispersa y diminutamente pilosas; cáliz de .7 mm de largo, diminutamente hirtulo, los cinco dientes son cortos, usualmente obtusos; Pétalos blancos, glabros, 1.5 mm de largo; el tubo estaminal es glabro, diminutamente pentadentado, con 5 anteras; ovario seríceo; fruto ovoide u oblongo, 10-13 mm de largo muy denso y diminutamente seríceo blancuzco, obtuso y apiculado, las valvas muy delgadas; arilo rojo.</p>

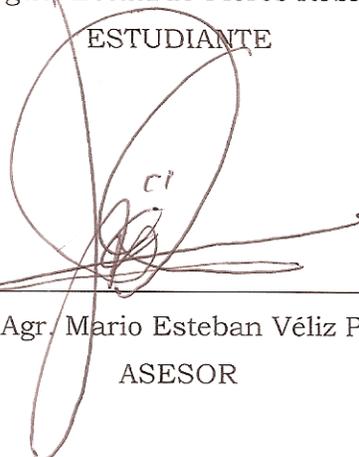
NOMBRE CIENTÍFICO	DESCRIPCION BOTÁNICA
<p>Meliaceae</p> <p><i>Trichilia montana</i> Kunth</p>	<p>Un arbusto o árbol, raramente de más de 10 metros de altura, con un tronco de 20 cm de diámetro, frecuentemente floreado cuando es arbusto, las ramas, peciolos, y el raquis densamente hirsuto o hirteloso; hojas grandes, imparipinnadas; usualmente 5 foliolos, peciolados, opuestos, subopuestos, papiráceos, oblongo-elípticos a ovado-elípticos, la mayor parte de 9-15 cm de largo y 4-7 cm de ancho, usualmente verde brillante seco, acuminados o abruptamente acuminados, agudos u obtusos en la base, casi glabro en el haz, usualmente en las nervaduras cortamente hirsuto, la venación prominente y reticulada; inflorescencia; axilar, pequeña y comprimida, usualmente menos de 5 cm de largo, las brácteas hispidulosas, las flores cortamente pedunculadas o sésiles; cáliz cupular, tetradentado, hirteloso, los dientes agudos; pétalos blanco verduscos, densamente seríceo o estrigilosos; tubo estaminal lobado, los lóbulos superiores pilosos, las anteras pilosas; ovario hirsuto; capsula cafesusca o roja, globosa a ovoide, acerca de 1 cm de largo, frecuentemente cortamente tuberculado abundantemente, , tomentuloso e hirsuto; semillas usualmente una, alrededor de 8 mm de largo.</p>
<p>Myrtaceae</p> <p><i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.</p>	<p>Arbol de más de 20 metros de altura, de 30 cm. de diámetro, corteza café pálida, que se cae en escamas. Hojas coriáceas, glabras, ovadas a elípticas, de 3 a 9 cm. de ancho y de 9 a 20 cm. de largo. Láminas de forma variable, generalmente agudas pero de ápice obtuso o subacuminado, base aguda a redondeada o cuneada, los márgenes en la base lisos en la hojas más anchas larga-decurrentemente cuneada en los peciolos fuertes ampliamente acanalados de 1.5-2 (-3) cm de largo, 1.5-2.3 mm de diámetro; en el haz la vena media profundamente sulcada; de 9-12 pares de venas laterales, distantes, en el envés bastante prominentes, más fuertes que la pocas venas intermedias, las cuales disminuyen distalmente y formando una conexión de serie de arcos de ángulos irregulares en las bases de las cuales pueden ser de más de 1 cm. desde el margen; Las venas menores formando una pálida red elevada en el envés, las numerosas glándulas conspicuas a través de ellas; inflorescencias una panícula myrcioides, de 6-12 cm de largo, muy floreada, los pedicelos de 2-4.5 cm (-7) de largo, hasta 2.5 mm de ancho abajo del primer nudo; la mayoría de flores agrupadas cerca de las puntas, sésiles, pero las flores laterales con cortas ramificaciones con apariencia pedicelada; las brácteas sosteniendo los racimos floreados de 1-2 mm de largo, deciduas en la antesis, botones turbinados, de 2.5-3.5 mm de largo, 4 lóbulos del cáliz, cercanamente iguales, ampliamente redondeados, cóncavos, escasamente pubescentes por afuera, densamente canescente-tomentulosos por dentro, 2 mm de ancho, 1.5 mm de largo, disco en forma de copa en la flor, 2.5 mm de ancho, los estambres entremezclados con tricomas blancos, estilo de 4-5 mm de largo, prominentemente capitados, el estigma es el doble de delgado que el estilo, más o menos 150 estambres, hasta 5 mm de largo, pétalos blancos, suborbitales, alrededor de 5 mm de largo, ovario bilocular, los óvulos 1 (-2) en cada lóbulo; fruto subgloboso u oblato a algo piriforme, (-4) 6-8 mm de diámetro prominentemente verrugoso con glándulas; usualmente 2 semillas, lateralmente comprimidas, suborbitales, el embrión formando una doble espiral. brácteas sosteniendo los racimos floreados de 1-2 mm de largo, deciduas en la antesis, botones turbinados, de 2.5-3.5 mm de largo, 4 lóbulos del cáliz, cercanamente iguales, ampliamente redondeados, cóncavos, escasamente pubescentes por afuera, densamente canescente-tomentulosos por dentro, 2 mm de ancho, 1.5 mm de largo, disco en forma de copa en la flor, 2.5 mm de ancho, los estambres entremezclados con tricomas blancos, estilo de 4-5 mm de largo, prominentemente capitados, el estigma es el doble de delgado que el estilo, más o menos 150 estambres, hasta 5 mm de largo, pétalos blancos, suborbitales, alrededor de 5 mm de largo, ovario bilocular, los óvulos 1 (-2) en cada lóbulo; fruto subgloboso u oblato a algo piriforme, (-4) 6-8 mm de diámetro prominentemente verrugoso con glándulas; usualmente 2 semillas, lateralmente comprimidas, suborbitales, el embrión formando una doble espiral.</p>

NOMBRE CIENTÍFICO	DESCRIPCION BOTÁNICA
<p>Verbenaceae</p> <p><i>Vitex gaumeri</i> Greenm.</p>	<p>Arboles grandes, algunas veces de 30 metros de altura, con la copa amplia y extendida, el tronco de 75 cm de diámetro, con corteza aristada y café, las ramas jóvenes densamente puberulentas, blanquecinas; hojas con peciolas tomentulosos, de 6-16 cm. de largo, 5 foliolos, raramente 7, con peciolúlos de 0.5-3 cm. de largo, las láminas cartáceas, elípticas o elíptica-oblongas, de 6-22 cm de largo, enteras, agudas o acuminadas, usualmente obtusas o redondeadas en la base, puberulento o glabrado en el haz, usualmente el envés blanquecino o grisáceo y densamente tomentuloso o velutinoso; inflorescencias axilares, cimosas, en panículas de 8-30 cm de largo, las flores cortamente pediceladas, cáliz campanulado en la antesis, pateliforme en la fructificación, 2-3 mm de largo, densamente puberulento, con 5 dientes agudos; corola azul, escasamente puberulenta de afuera, algunas veces minuciosamente papilada, el tubo de 4-5 mm de largo, 2-3 mm de ancho, escasamente vellosa en la garganta, los lóbulos igual o más cortos que el tubo; los filamentos de los estambre pubescentes, más densos cerca de la base; estilo glabro o cerca de serlo, el ovario densamente pubescente; frutos un poco carnosos, amarillos, depresamente-globoso, diminutamente puberulento, 12-20 mm de ancho.</p>
<p>Sapotaceae</p> <p><i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Royen</p>	<p>Un árbol grande, a veces de 40 metros de altura, frecuentemente con un tronco muy grueso, corteza café oscura, con un matiz grisáceo, moderadamente liso o superficialmente fisurado; hojas más o menos coriáceas, elípticas a oblanceoladas, 5-12 cm de largo y 3.5-5.5 de ancho, o algunas veces más largas, obtusas a acuminadas, redondeadas a cuneadas en la base, el peciolo de 1.5-3 cm de largo; flores solitarias en las axilas de las hojas igual o más largas que los peciolos; sépalos anchamente ovados a ovadolanceolados, 6-9 mm de largo densamente seríceos o tomentulosos, pétalos elípticos a ovados o lanceolados, subagudos a acuminados, 6.5-10 mm de largo; tubo de la corona 3.5-7 mm de largo, en el exterior compuesto por estaminodios petaloides, de 3-6 mm de largo, ovados a lanceolados, enteros, crenulados o tridentados, en la punta; en el interior estaminodios petaloides o subpetaloides, generalmente iguales a los estaminodios exteriores, ovado-lanceolados a linear-lanceolados, enteros o bidentados en la punta; la mitad de los estambres como el largo de los estaminodios o más largos, las anteras 1.5-3 mm de largo; ovario 6-12 lóculos, el estilo igual o más largo que el estaminodio; fruto variable en tamaño y forma, elipsoide, ovoide o subgloboso, 9 cm de diámetro o menos; semillas comprimidas, varios tamaños, de 16-23 mm de largo, el hilo de 9-17 mm de largo, ocupando una mitad de los siete octavos del margen central.</p>
<p>Sapotaceae</p> <p><i>Pouteria campechiana</i> (Kunth.) Radlk.</p>	<p>Arbol pequeño o grande, algunas veces de 20-27 metros de alto, con el tronco de más de 1 metro de diámetro, el tronco irregularmente y profundamente acanalado y surcado, la copa ancha y extendida, la corteza café; hojas gruesamente membranosas, con peciolos un poco cortos y delgados, oblanceoladas a obovadas, la mayoría de 9-20 cm de largo, obtusas o subagudas, con un ápice obtuso, agudas o atenuadas de la base, glabras o cerca de serlo. Los nervios laterales alrededor de 11 pares, prominentes en el envés, la venación inconspicua; flores axilares o en nudos defoliados, en fascículos poco floreados o algunas veces solitarias, los pedicelos delgados más largos que las flores; sépalos de 3-5 mm de largo, densamente seríceos, redondeados en el ápice; corola blanquecina, si escasamente excede los sépalos con el exterior esparcidamente seríceo; fruto amarillo, verde o café opaco, subgloboso o depresamente-globoso, cerca de 2.5-5 cm de diámetro o algo más grande, glabrado, conteniendo de 1 a 4 semillas grandes, la pulpa amarilla, frecuentemente lechoso, dulce</p>
<p>Sapotaceae</p> <p><i>Pouteria reticulata</i> (Engler) Eyma</p>	<p>Un árbol grande o mediano, algunas veces de 18 metros de alto, el tronco con un diámetro de 50 cm, completamente glabro excepto en las flores; hojas coriáceas, en peciolos de 5-15 mm de largo, elíptica-oblongas o elípticas, 6-20 cm de largo, 2.5-9 cm de ancho, abruptamente largo acuminadas o caudoacuminadas, el ápice obtuso, agudo en la base y con frecuencia largamente-decurrentes, los nervios laterales alrededor de 14 pares; flores blancas, densamente fasciculadas en las axilas de las hojas, los pedicelos de 3-6 mm de largo, esparcidamente seríceo café; de 4-6 sépalos, ovado-redondeados, 2 mm de largo, escasamente ferruginoso-seríceos, ciliados; corola glabra, casi de 3 mm de largo, los lóbulos ampliamente redondeados, ciliados, más del doble del largo del tubo; estambres insertos en el ápice del tubo, filamentos cortos, anteras cortas, ampliamente oblongas, 5 estaminodios, estrechamente lanceolados, levemente más cortos que los estambres, fruto inmaduro oval o elipsoide, 1-1.5 cm de largo, redondeado en los extremos, glabro.</p>

NOMBRE CIENTÍFICO	DESCRIPCION BOTÁNICA
<p>Sapindaceae</p> <p><i>Talisia olivaeformis</i> (Kunth.) Radlk.</p>	<p>Arbol de 15 a 20 metros de altura cuya copa regularmente es densa y extendida, las ramillas y los peciolos de las hojas minutamente puberulentos o casi enteramente glabros, 4 foliolos, opuestos, elípticos o lance-oblongos, en su mayoría 5-12 cm de largo, peciolulados, obtusos o cortamente acuminados con el ápice muy obtuso, agudo a obtusos en la base, delgadamente coriáceos, las nervaduras y las venaciones no conspicuas en el envés, inflorescencias axilares, a menudo aglomeradas hacia los extremos de las ramillas, usualmente pequeñas y más cortas que las hojas, densamente tomentulosas, los pedicelos 1-2 mm de largo; flores de color blanco 3-4 mm de largo, los sépalos ovados, agudo-tomentulosas, en el exterior, pétalos ciliados, fruto subgloboso mamilado hacia el ápice, densa y minutamente pálido-tomentuloso, cuando está completamente maduro es de color amarillento con pulpa de color anaranjado rojiza con sabor agradable ácido.</p>
<p>Sapindaceae</p> <p><i>Talisia floresii</i> Standl.</p>	<p>Arbol de 15 a 20 metros de altura, fuste de 60 o más centímetros de diámetro a la altura del pecho, corteza gris más o menos lisa, las ramillas jóvenes fulvoso-tomentosas, las más viejas lenticiladas; el peciolo y el raquis de las hojas también densa y conspicuamente lenticilados; hojas compuestas de 4-6 foliolos, coriáceos lustrosos, sobre peciolulos gruesos de 3-6 mm de largo; oblongos a oblongo-lanceolados u ovado oblongos de 7-11 cm de largo y 2-5 cm. de ancho, obtusos a estrechamente redondeados o largamente acuminados en el ápice, agudos u obtusos en la base, glabros, pálidos en el envés con la venación conspicua y reticulos cerrados; flores sobre panículas pequeñas o grandes, frecuentemente bien ramificada y hasta de 25 cm de largo, densamente fulvoso tomentosas, flores de color blanco, corto pediciladas o subsésiles, 6 mm de largo; sépalos ovados anchos, obtusos, de 3 mm de largo, densamente tomentulosos; pétalos densamente vellosos en el margen; fruto grande y duro, subgloboso, comúnmente 4-5 cm de largo, ampliamente redondeado en cada extremo, algunas veces oblicuo, densamente tomentuloso, conteniendo una sola semilla grande.</p>
<p>Sapindaceae</p> <p><i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk.</p>	<p>Arbusto o árbol a veces de 15 a 20 metros de altura, tronco de 20-60 cm de diámetro a la altura del pecho, ramillas jóvenes glabras, cortezas del fuste rojizo-cafesácea y escamosa; Hojas compuestas, con 4-6 foliolos, oblongos o lanceolados hasta elíptico oblongos, 8-12 cm de largo, obtusos o cortamente acuminados a obtusos en la base, algunas veces desiguales, glabros o casi glabros, flores colocadas sobre panículas que igualan en su largo a las hojas, densamente puberulento-tomentosas, muy ramificadas, muy floreadas, flores blancas, 6-7 mm de ancho, sobre pedicelos de 2-3 mm de largo, fruto subgloboso, de color rojo oscuro o negruzco púrpura, 1.5 cm en diámetro.</p>
<p>Anacardiaceae</p> <p><i>Spondias mombin</i> L.</p>	<p>Árbol algunas veces de 20 o más metros de altura, con diámetros hasta de 85 cm a la altura del pecho, fuste recto, corteza de color gris pálido cafesácea, moderadamente lisa o con fisuras verticales, la copa estrecha o ensanchada. Hojas compuestas con 5-9 pares de foliolos, flores fragantes de color blanco sobre panículas grandes y vistosas, pétalos de 3 mm de largo, fruto ovoide de color amarillo, 3-4 cm de largo.</p>



Miguel Estuardo Flores Robles
ESTUDIANTE



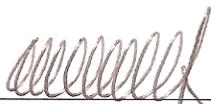
Ing. Agr. Mario Esteban Véliz Pérez
ASESOR



Licda. Roselvira Barillas Reyna
REVISORA



Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares
DIRECTOR



Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto
DECANO