



**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -CONCYT-
SECRETARIA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -SENACYT-
FONDO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -FONACYT-
CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS –CECON-
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

INFORME FINAL

**LEVANTAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA LÍNEA BASE PARA EL
MONITOREO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA
FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE ESPECIES VEGETALES DE
IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN LA RESERVA DE BIOSFERA MAYA.**

PROYECTO FODECYT No. 26-2011

**Manolo García Vettorazzi
Investigador Principal**

GUATEMALA, ENERO DEL 2015.



AGRADECIMIENTOS:

La realización de este trabajo, ha sido posible gracias al apoyo financiero dentro del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, -FONACYT-, otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT- y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT-.

Equipo de investigación

Manolo José García Vettorazzi
Investigador principal

Vivian Roxanna González Castillo
Auxiliar de investigación

Percy Estuardo Yaxcal Ochoa
Auxiliar de investigación

Paola Judith Herrera
Estudiante, Escuela de Biología – USAC

Personal CECON- Biotopos de Petén y colaboradores CECON:

Fernando Tesucún, Luis Rodas, Ernesto Ramírez, Pablo Ical, Saúl Castillo, Salatiel, Nuñez, Cleofes Olivares, Ramiro Tobar, Waldermar García, Catalino García, Abraham Mateo, José Luis Rodas, Marcial Hernández, Moisés Misti, Mario Chun, David Misty, Luis Erazo, Caín Olivares, Jaime Gutiérrez, Sabino Mateo, Marvin Ochaeta, Concepción Morales, Arturo Palacios, Carlos Caal, Erwin García, Agustín Caal, Damarío España, Carlos Hernández, Carlos Rosales, Carlos Hernández, Byron Cruz, Juan Pablo Najarro, Merlin Ramírez, Marvin García, Isidro Meléndrez, Marvin Rosales, Juan José Romero, Juan Rodas, Vanessa Dávila, Rosario Rodas y todos aquellos que una u otra manera aportaron a la realización de este estudio.

Instituciones que colaboraron con la realización de este estudio:

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)
Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO)

Tabla de Contenidos

RESUMEN	8
SUMMARY (ABSTRACT)	9
PARTE I	10
I.1 INTRODUCCIÓN	10
I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
I.2.1 Antecedentes en Guatemala	11
I.2.2 Justificación del trabajo de investigación	12
I.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS	13
I.3.1 Objetivos	13
I.4 METODOLOGIA	14
I.4.1 Localización	14
I.4.2 Las Variables	14
I.4.3 Indicadores	14
I.4.4 Estrategia Metodológica	14
I.4.5 El Método	15
I.4.6 La Técnica Estadística	16
I.4.7 Los Instrumentos a utilizar	16
PARTE II	17
MARCO TEÓRICO	17
PARTE III	32
III. RESULTADOS	32
III.1 Discusión de Resultados	73
PARTE IV	77
IV.1 CONCLUSIONES	77
IV.2 RECOMENDACIONES	78
IV.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
IV.4 ANEXOS	85
PARTE V INFORME FINANCIERO	116

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Altura máxima, mínima y promedio por especie de los árboles seleccionados para el estudio.....	32
Gráfica 2. DAP máximo, mínimo y promedio por especie de los árboles seleccionados para el estudio.....	33
Gráfica 36. Diagrama de dispersión entre la altura y el DAP de los individuos incluidos en el estudio.....	34
Gráfica 4. Número de especies en floración por mes.....	34
Gráfica 5. Intensidad de floración del conjunto de especies 2011-2013.....	35
Gráfica 6. Intensidad de floración del conjunto de especies por Biotopo 2011-2013....	35
Gráfica 7. Número de especies en fructificación por mes.....	36
Gráfica 8. Intensidad de floración y fructificación del conjunto de especies.....	36
Gráfica 9. Intensidad de fructificación del conjunto de especies 2011-2013.....	37
Gráfica 10. Intensidad de fructificación del conjunto de especies por Biotopo.....	37
Gráfica 11. Foliación y floración de <i>Bursera simaruba</i>	38
Gráfica 12. Foliación y floración de <i>Spondias mombin</i>	38
Gráfica 13. Foliación y floración de <i>Manilkara zapota</i>	38
Gráfica 14. Foliación y floración de <i>Pouteria reticulata</i>	39
Gráfica 15. Foliación y floración de <i>Pouteria campechiana</i>	39
Gráfica 16. Número de meses en floración para cada una de las especies vegetales.....	40
Gráfica 17. Floración de las especies incluidas en el estudio para la temporada 2011-2013.	40
Gráfica 18. Análisis cluster de las especies en cuanto a los valores de floración relativa mensual.....	41
Gráfica 19. Valores relativos de floración de las especies <i>Blomia prisca</i> , <i>Pimenta dioica</i> , <i>Pouteria reticulata</i> y <i>Protium copal</i> con la temperatura y precipitación.....	41
Gráfica 20. Valores relativos de floración de las especies <i>Guarea sp</i> y <i>Vitex gaumeri</i> con la temperatura y precipitación.....	42
Gráfica 21. Valores relativos de floración de las especies <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Pouteria campechiana</i> y <i>Spondias mombin</i> con la temperatura y precipitación.....	42
Gráfica 22. Valores relativos de floración de las especies <i>Manilkara zapota</i> y <i>Cryosophila stauracantha</i> con la temperatura y precipitación.....	43
Gráfica 23. Resultado del CCA entre la floración de las especies y las variables ambientales.....	43
Gráfica 24. Número de meses reportados con fruto para cada especie.....	44
Gráfica 25. Fructificación de las especies incluidas en el estudio para la temporada 2011-2013.....	45
Gráfica 26. Análisis cluster de la fructificación promedio mensual de las especies.....	45
Gráfica 27. Valores relativos de fructificación de las especies <i>Blomia prisca</i> , <i>Pimenta dioica</i> , <i>Pouteria reticulata</i> y <i>Protium copal</i> con la temperatura y precipitación.....	46
Gráfica 28. Valores relativos de fructificación de las especies <i>Manilkara zapota</i> , <i>Pimenta dioica</i> y <i>Spondias mombin</i> con la temperatura y precipitación.....	46
Gráfica 29. Valores relativos de fructificación de las especies <i>Brosimum alicastrum</i> y <i>Trichilia sp</i> con la temperatura y precipitación.....	47
Gráfica 30. Valores relativos de fructificación de las especies <i>Pouteria reticulata</i> y <i>Protium copal</i> con la temperatura y precipitación.....	47

Gráfica 31. Valores relativos de fructificación de las especie <i>Cryosophila stauracantha</i> con la temperatura y precipitación.....	48
Gráfica 32. Resultado del CCA entre fructificación de las especies y variables ambientales promedio mensual	48
Gráfica 33. Análisis cluster de las especies con base a la floración y fructificación promedio mensual para el período 2011-2013	49
Gráfica 34. Floración de los individuos de <i>Manilkara zapota</i> muestreados para la temporada 2011-2013	50
Gráfica 35. Fructificación de los individuos de <i>Manilkara zapota</i> muestreados para la temporada 2011-2013	50
Gráfica 36. Relación entre producción de frutos y DAP de los individuos muestreados	51
Gráfica 37. Fenología reproductiva de <i>Blomia prisca</i> (Tzol) 2011-2013	52
Gráfica 38. Floración de <i>Blomia prisca</i> (Tzol) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	52
Gráfica 39. Fructificación de <i>Blomia prisca</i> (Tzol) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	53
Gráfica 40. Fenología reproductiva de <i>Brosimum alicastrum</i> (Ramón) 2011-2013	53
Gráfica 41. Floración de <i>Brosimum alicastrum</i> (Ramón) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	54
Gráfica 42. Fructificación de <i>Brosimum alicastrum</i> (Ramón) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	54
Gráfica 43. Fenología reproductiva de <i>Bursera simaruba</i> (Chacaj) 2011-2013	55
Gráfica 44. Floración de <i>Bursera simaruba</i> (Chacaj) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	55
Gráfica 45. Fructificación de <i>Bursera simaruba</i> (Chacaj) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	55
Gráfica 46. Fenología reproductiva de <i>Cryosophila stauracantha</i> (Escobo) 2011-2013	56
Gráfica 47. Floración de <i>Cryosophila stauracantha</i> (Escobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	56
Gráfica 48. Fructificación de <i>Cryosophila stauracantha</i> (Escobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	57
Gráfica 49. Fenología reproductiva de <i>Manilkara zapota</i> (Chicozapote) 2011-2013....	57
Gráfica 50. Floración de <i>Manilkara zapota</i> (Chicozapote) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	58
Gráfica 51. Fructificación de <i>Manilkara zapota</i> (Chicozapote) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	58
Gráfica 52. Fenología reproductiva de <i>Pimenta dioica</i> (Pimienta) 2011-2013.....	59
Gráfica 53. Floración de <i>Pimenta dioica</i> (Pimienta) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	59
Gráfica 54. Fructificación de <i>Pimenta dioica</i> (Pimienta) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	59
Gráfica 55. Fenología reproductiva de <i>Pouteria campechiana</i> (Canisté) 2011-2013....	60
Gráfica 56. Floración de <i>Pouteria campechiana</i> (Canisté) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	60
Gráfica 57. Fructificación de <i>Pouteria campechiana</i> (Canisté) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	61
Gráfica 58. Fenología reproductiva de <i>Pouteria reticulata</i> (Zapotillo hoja fina) 2011-2013	61
Gráfica 59. Floración de <i>Pouteria reticulata</i> (Zapotillo hoja fina) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	62
Gráfica 60. Fructificación de <i>Pouteria reticulata</i> (Zapotillo hoja fina) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	62

Gráfica 61. Fenología reproductiva de <i>Protium copal</i> (Copal) 2011-2013.....	63
Gráfica 62. Floración de <i>Protium copal</i> (Copal) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén....	63
Gráfica 63. Fructificación de <i>Protium copal</i> (Copal) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	63
Gráfica 64. Fenología reproductiva de <i>Spondias mombin</i> (Jobo) 2011-2013	64
Gráfica 65. Floración de <i>Spondias mombin</i> (Jobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	64
Gráfica 66. Fructificación de <i>Spondias mombin</i> (Jobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	65
Gráfica 67. Fenología reproductiva de <i>Guarea</i> sp (Cedrillo) 2011-2013	65
Gráfica 68. Floración de <i>Guarea</i> sp (Cedrillo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	66
Gráfica 69. Fructificación de <i>Guarea</i> sp (Cedrillo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	66
Gráfica 70. Fenología reproductiva de <i>Vitex gaumeri</i> (Yaxnic) 2011-2013	67
Gráfica 71. Floración de <i>Vitex gaumeri</i> (Yaxnic) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén ..	67
Gráfica 72. Fructificación de <i>Vitex gaumeri</i> (Yaxnic) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén	67
Gráfica 73. Promedio de flor abierta del conjunto de especies en la RBM 1996-1997 y 2011-2013	70
Gráfica 74. Fructificación del conjunto de especies en la RBM 1996-1997 y 2011-2013	70
Gráfica 75. Valores de precipitación media y evapotranspiración.....	71
Gráfica 76. Valores relativos de floración y fructificación para el conjunto de las especies con la temperatura y precipitación	71

Lista de Tablas

Tabla 1. Resultados del CCA entre floración y variables ambientales	44
Tabla 2. Resultados del CCA correlación entre variables ambientales y los 3 ejes	44
Tabla 3. Resultado del CCA la correlación entre fructificación y variables ambientales promedio mensual	49
Tabla 4. Resultado CCA de las correlación entre variables ambientales y los 3 Ejes....	49
Tabla 5. Porcentaje de individuos incluidos en el muestreo que presentaron floración y/o fructificación.....	51
Tabla 6. Listado de especies de vertebrados asociados a las especies vegetales incluidas en el estudio	68

RESUMEN

Paralelamente con la generación de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático es importante contar con programas de monitoreo que permitan conocer la intensidad de los efectos asociados, así como los resultados de las medidas que se apliquen. Estudios en distintas partes del mundo demuestran la correlación entre la fenología reproductiva de las plantas con la temperatura y la precipitación. En la Reserva de Biosfera Maya se realizaron dos estudios en los que se caracterizó la fenología reproductiva de especies de importancia ecológica, encontrando correlación entre la floración y fructificación con el clima. El presente estudio se desarrollará en tres Biotopos Universitarios, utilizando una metodología similar a los estudios previos, lo que permitirá comparar resultados y establecer una línea base. La metodología consta del establecimiento de transectos y la identificación de diez individuos de cada especie de interés, a los cuales se les dará seguimiento de su estado reproductivo a lo largo del año, así como de las especies de vertebrados asociadas. Se capacitará a guarda recursos de los biotopos con el fin de continuar la toma de datos en el largo plazo, lo que permitiría el establecimiento de un programa de monitoreo de bajo costo y que pueda ejecutarse por personal de campo. La información recabada en este estudio será integrada al sistema de monitoreo de la Selva Maya, para que la metodología y su aplicación puedan ser transferidas a todos los miembros de la Mesa de Monitoreo de la Selva Maya e investigadores de países vecinos.

SUMMARY (ABSTRACT)

In conjunction with the generation of strategies for mitigation and adaptation to climate change, it is important to develop monitoring programs that reveal the intensity of the associated effects, as well as the results of the measures applied. Studies around the world show the correlation between reproductive phenology of plants with environmental temperature and precipitation. In the Maya Biosphere Reserve, there have been developed two studies in which reproductive phenology of ecologically important plant species was characterized, finding correlation between flowering and fruiting with the weather. The present study was carried out in three Biotopos managed by the San Carlos University, using a methodology similar to previous studies, which allows comparing results and establishing a baseline. The methodology consists of establishing transects and selection of ten individuals of each species of interest, which their reproductive status will be monitored throughout the year, as well as associated vertebrate species. Training workshops were held with rangers of the Biotopos, in order to continue data collection in the long run, which would allow the establishment of a monitoring program of low cost, that can be executed by field staff. The information collected in this study will be integrated into the monitoring system of the Maya Forest, so that the methodology and its application can be transferred to all members of the Monitoring Committee of the Selva Maya and researchers from neighboring countries.

PARTE I

I.1 INTRODUCCIÓN

Con base a las predicciones que se han realizado a nivel mundial sobre el impacto que tendrá el aumento de temperatura derivado del cambio climático en los ecosistemas y consecuentemente en los modos de vida humana, las naciones están invirtiendo recursos en mitigar estos posibles efectos y buscar la mejor manera de adaptarse a las nuevas condiciones. Sin embargo se hace necesario el establecimiento de programas de monitoreo a largo plazo que permitan medir la intensidad de los cambios en el clima, así como el éxito de las medidas de mitigación y adaptación que se tomen.

Estudios realizados principalmente en las zonas templadas han evidenciado alteraciones en los ciclos reproductivos o fenología de especies vegetales, lo cual puede tener consecuencias serias en el tema de seguridad alimentaria, al existir variaciones en las temporadas o volumen de producción de frutos. Estudios en la Reserva de Biosfera Maya encontraron correlaciones significativas entre la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica con la temperatura y la precipitación.

A partir de lo anterior, en el presente proyecto se plantea diseñar un programa de monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies de importancia ecológica, utilizando a los Biotopos universitarios como muestra representativa de la Reserva de Biosfera Maya. La toma de datos sobre el estado reproductivo de especies vegetales es un método sencillo, los datos pueden ser tomados por personal de campo capacitado y es de relativo bajo costo, lo que podría asegurar su continuidad en el largo plazo.

El programa de monitoreo busca repetir la toma de datos en los mismos sitios e individuos, así como con la misma metodología a través del tiempo, con lo cual se podrán evidenciar tendencias en el comportamiento fenológico de las especies. Contar con esta información permitirá fortalecer la toma de decisiones, así como la planificación de actividades productivas en función de buscar la mitigación y adaptación al cambio climático.

I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.2.1 Antecedentes en Guatemala

Para la generación de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático es necesario contar con información básica sobre el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Así mismo se hace importante el establecimiento de sistemas de monitoreo tanto de los efectos asociados del cambio climático como de las medidas que se tomen.

Se ha encontrado una correlación importante entre la fenología reproductiva y la temperatura y precipitación, por lo que se espera que uno de los efectos evidentes del cambio climático sea la alteración de los ciclos fenológicos y reproductivos de las plantas pudiendo tener un impacto en la producción de frutos y semillas, y por lo tanto en la seguridad alimentaria de la población humana. Especies silvestres también pueden verse afectadas al alterarse los ciclos reproductivos de especies vegetales de las cuales se alimentan.

En el país se han realizado estudios sobre fenología reproductiva vegetal principalmente orientado a especies cultivadas o que se pueden aprovechar sus semillas como el frijol, tomate, cardamomo y especies forestales (Barillas, 2006; Uretra, 1994; Martínez, 1984; García, 1985; Orellana, 1986; Curruchiche, 1989; Pedroza, 1989; Fuentes, 1997).

Se han llevado a cabo dos estudios enfocados en la fenología reproductiva de especies silvestres de importancia en la alimentación de fauna silvestre en la Reserva de Biosfera Maya. El estudio de Ramírez (1997) en el Parque Nacional Tikal y Flores (2012) en el Parque Nacional Yaxhá - Nakum - Naranjo. En ambos estudios se encontró una correspondencia significativa entre la temperatura y la precipitación con la fenología de las especies. Sin embargo no hay programas que utilicen la evaluación de la fenología reproductiva dentro de programas de monitoreo.

La mesa de Monitoreo de la Selva Maya, está compuesta por instituciones que desarrollan investigación en el área o tienen injerencia en el tema (CONAP, CECON-USAC, coadministradores de áreas protegidas y ONGs ambientalistas), y en conjunto se establecen indicadores para medir la integridad de la selva maya. La información generada fortalecerá la capacidad de toma de decisiones del CONAP Región Petén, así como de los miembros de la mesa. Con los resultados de este estudio se podrán proponer nuevos indicadores de la integridad de la Selva Maya para monitorear posibles efectos del cambio climático en la vida silvestre.

I.2.2 Justificación del trabajo de investigación

Como ya se mencionó anteriormente, es importante que a la vez que se propongan medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, existan programas de monitoreo que permitan conocer la intensidad de los efectos, así como el éxito de las medidas que se tomen.

Estudios previos muestran una correlación entre los factores ambientales y la fenología reproductiva de especies vegetales. El desarrollar un sistema de monitoreo basado en la fenología reproductiva de especies de interés puede generar información valiosa sobre el impacto del cambio climático en especies silvestres que fortalezca la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales. Este método es sencillo, los datos pueden ser tomados por personal de campo capacitado y es relativamente de bajo costo, por lo que es factible que se continúe en el largo plazo.

La Universidad de San Carlos tiene un rol importante en la definición estrategias para enfrentar el cambio climático, ya que representa, tanto a la academia como a los administradores de áreas protegidas. Al desarrollar un sistema de monitoreo en los Biotopos se estará fortaleciendo el papel de la USAC dentro del CONAP y la sociedad guatemalteca por medio de la Mesa de Monitoreo Maya

I.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS

I.3.1 Objetivos

I.3.1.1 General

Establecer la línea base para un monitoreo de los efectos del cambio climático sobre la fenología reproductiva de especies vegetales en la Reserva de Biosfera Maya.

I.3.1.2 Específicos

Caracterizar y evaluar la estacionalidad de foliación, floración y fructificación de doce especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya.

Registrar y evaluar especies de vertebrados nectarívoros y frugívoros que se alimentan de las especies referidas en el inciso anterior.

Desarrollar y validar un programa de monitoreo basado en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya.

Divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida en la investigación.

I.4 METODOLOGIA

I.4.1 Localización

El estudio fue desarrollado en tres Biotopos protegidos (BP) del Sistema Universitario de Áreas Protegidas (SUAP), ubicados en el Departamento de Petén, siendo los mismos: BP Cerro Cahuí, BP San Miguel La Palotada – El Zotz (El Zotz) y BP Naachtún – Dos Lagunas. Estas áreas son administradas por el Centro de Estudios Conservacionistas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos.

Estos tres Biotopos se encuentran dentro del contexto de la Reserva de Biosfera Maya como áreas núcleo, presentando diferentes condiciones de fragmentación y perturbación (Anexo 1). El BP Cerro Cahuí representa un fragmento pequeño rodeado de matriz agropecuaria en la Zona de Amortiguamiento. En el caso de BP San Miguel La Palotada – El Zotz, representa un área de tamaño medio, con buena conectividad hacia el norte y este, pero con presión en el oeste y sur. Y el BP Naachtun – Dos Lagunas, representa un área de gran conectividad y prácticamente sin alteración alguna en la frontera norte con México.

Los Biotopos universitarios se encuentran ubicados en una dirección norte sur, la cual coincide con un gradiente de humedad en toda la Península de Yucatán, siendo el clima más seco al norte y más húmedo conforme se desciende al sur. La disposición de los biotopos permitirá tomar datos a lo largo del gradiente de humedad en la parte correspondiente para Guatemala de la Selva Maya compartida con México y Belice.

Todas las áreas se encuentran en Bosque húmedo subtropical, en paisajes con planicies onduladas y planicies colinosas compuestas por rocas sedimentarias en climas húmedos y cálidos (García et al 2010).

I.4.2 Las Variables

I.4.2.1 Variables dependientes

Patrones fenológicos (brotes, floración y fructificación de las especies).

I.4.2.2 Variables independientes

Sitio (Biotopo), temperatura y precipitación.

I.4.3 Indicadores

No aplica.

I.4.4 Estrategia Metodológica

I.4.3.1 Población y Muestra. La población corresponde al total de individuos de las especies vegetales de interés presentes en la Reserva de Biosfera Maya, y la muestra corresponde a un total de 360 individuos que corresponden a 10 individuos de 12 especies en cada Biotopo.

I.4.5 El Método

Establecimiento de línea base para monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies de importancia ecológica.

Determinación de la fenología reproductiva de especies de importancia ecológica.

Se utilizó una metodología similar a la empleada por Ramírez (1997) en el PN Tikal en el año 1996. Se seleccionaron senderos en cada biotopo, preferentemente en rutas de patrullajes periódicos, que fueron definidos como transectos a utilizar para la determinación de la fenología. En cada transecto se localizaron 10 individuos de cada una de las especies de interés, localizados en las cercanías de los transectos, los cuales fueron marcados en campo con pintura en aerosol y se les asignó un código único para poder llevar un registro adecuado. Se elaboraron 3 boletas para el registro de la fenología, cada una específica para uno de los Biotopos, de acuerdo a la recomendaciones de Ramírez (1997).

Los transectos fueron recorridos cada 15 días y fueron registrados en las boletas, el estado fenológico (o fenofase) de cada individuo de las especies de interés, observadas con la ayuda de binoculares. La toma de datos se realizó de manera simultánea o lo más cercano posible en los tres biotopos. La duración del muestreo total fue de aproximadamente dos años, de acuerdo a las recomendaciones de Ramírez (1997), ya que es el tiempo necesario para poder registrar la fenología de todas las especies de interés.

Determinación de usuarios de las especies vegetales de interés (polinizadores y dispersores)

Para determinar los usuarios de las especies se llevaron a cabo dos metodologías. Para las especies nectarívoras, al momento de ser identificada la floración de las especies, se observaron los individuos de las especies identificados en el transecto a lo largo de dos horas, en busca de la visita de vertebrados (aves y mamíferos arborícolas) a las flores. Para las especies frugívoras, al identificar la fructificación de las especies, se buscaron rastros en el área donde cayeron los frutos.

Cuando fue posible se tomaron fotografías de las especies de fauna registradas o de sus rastros (huellas, heces, rascaderos, marcas de dientes en semillas o cáscaras, entre otras). La estudiante de la carrera de Biología, Paola Herrera, llevó a cabo el estudio titulado “Contribución al conocimiento de los mamíferos arborícolas nocturnos del Biotopo Cerro Cahuí, Petén” como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). En este estudio se realizaron recorridos nocturnos por el sendero de visitantes del Biotopo, para registrar la presencia de mamíferos nocturnos arborícolas asociados a las especies vegetales incluidas en el estudio.

Análisis de los datos

Para el análisis climático se utilizaron datos generados por el INSIVUMEH para calcular la evapotranspiración potencial y determinar la época seca y la época lluviosa. Los datos obtenidos de la fenología de las especies fueron graficados por quincena y se correlacionaron con los datos de clima para determinar si existe una relación entre el clima y la fenología de las especies. Los datos obtenidos se compararon con los datos de

Ramírez (1997) y Flores (2012) para buscar diferencias significativas en los ciclos fenológicos de las especies en 15 años.

Desarrollo de programa de monitoreo

A partir del muestreo realizado y los datos obtenidos, se estableció el programa de monitoreo de la fenología reproductiva en los Biotopos. Este programa consistirá en continuar la toma de datos en los transectos seleccionados en el mediano y largo plazo. Así mismo se registrarán otras especies de fauna de interés para la conservación durante los recorridos para la toma de datos.

Capacitación de personal

Un factor clave para el funcionamiento del sistema de monitoreo es la capacitación del personal de campo. Durante el proyecto se llevaron a cabo talleres en los cuales se incluyó la capacitación del personal de campo y personal técnico de los Biotopos de Petén, administrados por el CECON de la USAC, en temas relacionados con la toma de datos del proyecto, tales: 1) uso de GPS, binoculares y cámara fotográfica, 2) detección y registro de vertebrados y sus rastros, 3) anatomía de flores y frutos, e 4) interacciones biológicas entre plantas y vertebrados.

I.4.6 La Técnica Estadística

Para los Cluster se utilizó el programa PAST v.1.14 (Hammer y Harper 2003)

Para los CCAs se utilizó el programa PCORD v.5 (McCune y Mefford 1999)

I.4.7 Los Instrumentos a utilizar

Boletas para la toma de datos, específicas para cada Biotopo (Anexos 1, 3 y 5).

PARTE II

MARCO TEÓRICO

Flora de la RBM.

Con respecto a la flora presente en la RBM, estudios realizados han registrado una alta diversidad de especies arbóreas (Aguilar y Aguilar, 1992; Schultze y Whitacre, 1999). En el estudio realizado por Aguilar y Aguilar (1992) en el PN Tikal se registraron especies de las familias Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araliaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Cappariaceae, Celastraceae, Chrysobalanaceae, Combretaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Guttiferaceae, Lauraceae, Leguminosae, Caesalpiniaceae, Mimosaceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Palmae, Polygonaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Sterculiaceae, Tiliaceae, Ulmaceae y Verbenaceae. Entre las Familias presentes se encuentran especies de importancia económica por sus usos maderables, medicinales, entre otros.

Schultze y Whitacre (1999) estudiaron la composición y estructura del bosque tropical en relación a variaciones topográficas y edáficas, encontrando variaciones de la composición y estructura en las cimas y los valles, relacionadas con variables de relieve y suelo. Estos autores concluyen que las condiciones topográficas y edáficas tienen una fuerte influencia en las variaciones naturales de la vegetación. En el estudio de Ixcot et al. (2005) también se reportaron diferencias en la composición y estructura de la vegetación con condiciones topográficas en los Biotopos San Miguel La Palotada El Zoz y Naachtún Dos Lagunas.

En el estudio de Rodas Castellanos (1998) se evaluó la riqueza de especies de dosel y sotobosque en el PN Laguna del Tigre, y se encontró que las familias mejor representadas fueron Sapotaceae, Moraceae, Meliaceae, Mimosaceae, Sapindaceae, Burseraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae y Lauraceae. Siendo a la vez los Generos más frecuentes *Pouteria*, *Trichilia*, *Brosimum*, *Blomia*, *Protium*, *Alseis* y *Sebastiana*, entre otros. Y las especies más comunes son *Aspidosperma megalocarpon*, *Astronium graveolens*, *Blomia prisca*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cordia alliodora*, *Guettarda combsi*, *Lonchocarpus castilloi*, *Pimenta dioica* y *Vitex gaumeri*.

Para el presente estudio se seleccionaron doce especies de importancia ecológica con base al estudio realizado por Ramírez (1997) en el PN Tikal, donde se estudió la fenología reproductiva de catorce especies vegetales. A continuación se presenta información sobre las doce especies seleccionadas.

Especies incluidas en el estudio.

Jocote jobo (*Spondias mombin*)

Familia Anacardiaceae

Descripción. Árbol de hasta 30 m. Tronco generalmente de 30 cm de diámetro. Se reconoce por sus frutos amarillos y su corteza gruesa como de corcho, color café claro, ligeramente fisurada y verrucosa. Hojas imparipinnadas, alternas, aromáticas al estrujarlas cuando frescas, con 7 a 19 foliolos, oblongos, opuestos o subopuestos, están

agrupadas cerca de los finales de ramas gruesas y robustas. Glabro o esparcidamente corto piloso especialmente en los nervios. Inflorescencias aromáticas, nacen en panículas terminales hasta de 30 cm de largo. Flores blancas con 5 pétalos. Los frutos jóvenes crecen rápidamente, luego se vuelven amarillos y caen. Frutos en drupa, ovoides comúnmente de 3-4 cm de largo, amarillos o anaranjados cuando maduran, carnosos y de sabor agridulce. La semilla retrasa su germinación hasta el inicio de la siguiente época lluviosa (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Distribución. Distribución altitudinal de 600 msnm a menos, raramente a mayores elevaciones. Se extiende desde el sur de México, Honduras, El Salvador y Panamá, Antillas, y América del Sur tropical (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala en Petén Alta Verapaz, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Huehuetenango, Quetzaltenango, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos (Standley y Steyermark 1958).

Usos. Los retoños y los frutos se utilizan como fuente de vitamina C pero ingeridos en grandes cantidades actúan como purgante (Cáceres, 1999). Usado para tratar anemia, afecciones intestinales (amebiasis, diarrea, disentería, dolor de estómago, gastritis), fiebre, resfríos, conjuntivitis, ictericia y dolor de riñones. el fruto es consumido, como fruta de la época, en conserva y en dulce. Se utiliza como cerco vivo y forraje de animales; la resina se utiliza como goma para pegar y la ceniza de la madera para hacer jabón. (Cáceres, 1999).

Hábitat. Bosque húmedo o lluvioso, a menudo a lo largo de los arroyos. Común en bosques secundarios (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es caducifolio ya que puede perderse durante la temporada seca. La floración ocurre de abril a junio; y la fructificación de mayo a enero (Ramírez 1997). La polinización es de tipo entomófila (insectos), y con respecto a la dispersión de semillas, los frutos son consumidos por monos araña (*Ateles geoffroyi*), cotuzas (*Dasyprocta punctata*) y Pizotes (*Nasua narica*) (Pennington y Sarukhan 2005, Ramírez 1997).

Escobo (*Cryosophila stauracantha*)

Familia Arecaceae

Descripción. Palma alrededor de 8 metros de alto con un DAP de 5 a 8 cm, cubierta por espinas radicales simples o ramificadas que son en realidad raíces aéreas. Láminas flabeladas, con 44 costillas, verde oscuro brillante en el haz y plateado en el envés. Inflorescencia de hasta 60 cm de largo, con espatas pedunculadas; pedúnculo lanoso. Flores de 4 a 8 mm de largo y 2.5-4 mm de ancho; segmentos del cáliz unido en un tercio de su longitud; pétalos imbricados ligeramente más largos que los sépalos, redondeados en el ápice. Fruto globoso a subgloboso, cremoso-amarillento, a blanco cuando madura, epicarpio liso, mesocarpo ligeramente carnoso, endocarpo membranoso. Semilla globosa, no adherida al endocarpo. Se adapta a sitios con suelos ligeramente alcalinos en climas tropicales y subtropicales húmedos y muy húmedos

(Aguilar y Aguilar, 1992; Ellison y Ellison, 2001; Henderson et al. 1995; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Hábitat. Esta palma crece en las selvas mediana y alta subperennifolia y perennifolia entre 0 y 900 metros sobre el nivel del mar (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Distribución. En México en la Península de Yucatán, Tabasco y Chiapas; en Belice y en Guatemala (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala se distribuye en Petén, Alta Verapaz e Izabal (Standley y Steyermark 1958).

Usos. Las hojas se emplean para la elaboración de escobas. Ornamental para jardines y áreas verdes. Actualmente es utilizada para hacer los techos de viviendas rurales. Fibras delgadas del interior de la vaina de la hoja se pueden utilizar para detener hemorragias. Se cree que esta fue utilizada por los mayas para atrapar peces mediante la trituración de sus partes internas mezclada con agua constituyendo un barbasco cuya acción atonta a los peces.

Fenología. El follaje de esta palmera es perennifolio, ya que se mantiene a lo largo de todo año. La floración ocurre de julio a noviembre; y la fructificación se da de julio a mayo (Ramírez 1997). La polinización se da principalmente a través de abejas (Entomófila), y la dispersión de semillas es de tipo ornitófila (aves), principalmente por especies de la Familia Cracidae (Pennington y Sarukhan, 2005). También se ha reportado el consumo de plantas jóvenes por coches de monte (*Pecari tajacu*).

Chacaj o palo jiote (*Bursera simaruba*)

Familia Burseraceae

Descripción. Árbol resinoso de 25-30 m de altura, con un DAP de 40 a 80 cm. Copa irregular y dispersa. Hojas imparipinnadas, alternas, con 3 a 13 folíolos lanceolados u oblongos a obovados o elípticos, de 4 a 9 cm de largo por 1.8 a 3.5 cm de ancho, margen entero de color verde oscuro y a menudo brillantes en el haz. Ápice largo acuminado. Tronco pardo rojizo o pardo verdoso con la corteza en placas papiráceas, irregulares, savia resinosa y aromática. Con frecuencia el tronco principal se subdivide en troncos secundarios que terminan en una delgada copa. Durante la época seca el árbol continúa su actividad fotosintética mediante los cloroplastos localizados en la corteza expuestos a la luz una vez desprendida la corteza. Inflorescencias en panícula de hasta 18 cm de largo. Flores imperfectas, muy pequeñas, monoicas. Flores masculinas con 4 a 5 pétalos rosados, verde amarillentos o blancos. Flores femeninas con sólo tres pétalos. Los frutos se encuentran en agrupamientos en ramas detrás del follaje, persistiendo casi un año antes de madurar. Fruto de forma y tamaño variable de 6-10mm de largo, usualmente cápsula trivalvada con sólo el exocarpio dehiscente. Semillas amarillas, angulosas, triangulares al corte transversal, con arilo rojo cubriéndola totalmente. En el campo se reconoce por el olor que tienen todas sus partes, olor muy parecido al del incienso (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Peña-Chocarro y Knapp, 2011; Standley y Steyermark 1958).

Distribución. Se distribuye naturalmente desde el sur de México a través de América Central y las Antillas hasta el norte de América del Sur. Distribución altitudinal de 500 hasta 1400 msnm (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala en Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Izabal, Zacapa, El Progreso, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Retalhuleu, San Marcos, Huehuetenango y Quiché (Standley y Steyermark 1958).

Hábitat. Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, perennifolia y caducifolia espinosa, vegetación secundaria, cultivado en huertos familiares y jardines (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Peña-Chocarro y Knapp, 2011; Standley y Steyermark 1958).

Usos: Infusión de corteza para adelgazar y tratar úlceras estomacales, no hervirla para que no se liberen taninos. Se usa para fabricar mangos de herramientas y piezas similares. La goma o resina como pegamento o aislante. Con frecuencia se utiliza en cercas vivas. Usado para tratar la anemia, afecciones gastrointestinales (diarrea, disentería, gastralgia, estomatitis, gastritis y náusea) y respiratorias (asma, catarro, gripe, pulmonía, resfrío, sarampión, tos y tos ferina), fiebre, gota, mal de orín, reumatismo, sífilis, hinchazón, dolores, gonorrea, presión alta, paludismo, paperas y sarampión.

Fenología. El follaje es caducifolio, ya que le mismo cae durante la época seca. La floración ocurre de marzo a junio, y la fructificación a lo largo de todo el año aumento en mayo y julio (Ramírez 1997). La polinización de esta especie es de tipo entomófila (insectos), principalmente por moscas, hormigas y abejas sin aguijón de los géneros *Trigona* e *Hypotrigona*. La dispersión de las semillas es de tipo ornitoquiropterócora (aves o murciélagos frugívoros). Sin embargo, también pueden intervenir pequeños roedores, monos y jabalíes (Pennington y Sarukhan 2005, Ramírez 1997).

Usos. Entre los usos medicinales se utiliza para tratar la anemia, afecciones gastrointestinales (diarrea, disentería, gastralgia, estomatitis, gastritis y náusea) y respiratorias (asma, catarro, gripe, pulmonía, resfrío, sarampión, tos y tos ferina), fiebre, gota, mal de orín, reumatismo, sífilis, hinchazón, dolores, gonorrea, presión alta, paludismo, paperas y sarampión (Cáceres, 1999). Y entre los usos populares se puede mencionar el uso de la goma como medicina e incienso en los ritos religiosos, la madera se usa para construcciones ligeras, muebles, cajones, canoas, mangos de herramientas, y la goma se utiliza también para proteger la madera de los barcos contra el ataque de insectos (Cáceres, 1999).

Copal (*Protium copal*)

Familia Burseraceae

Descripción. Árbol mediano a grande de unos 30 metros. Tronco es delgado y cilíndrico con una corteza lisa, pardo marrón claro. Madera de color rosado claro en los haces hacia la periferia, morena, ligeramente rojiza o rosada hacia los de la zona medular, de grano fino irregular, textura media uniforme, resinosa, moderadamente pesada o subpesada, compacta, fuerte, resistente, pero poco durable. Hojas imparipinnadas;

compuestas y alternas que se componen de 3 a 7 largos foliolos, peciólulos engrosados en ambos extremos; oblongas a estrechamente oblongas, largamente acuminada a obtusa, subaguda a oblicua en la base, enteras, coriáceas. Todas las partes de la planta contienen una savia clara, acre, que recuerda a la trementina. Las inconspicuas flores que nacen en panículas axilares fibrosas, de color amarillo claro a blanco. Fruto en drupa verde, valvadas, con 1-4 secciones y cuelgan de las panículas viejas, cuando maduran se vuelven de color rojo escarlata y botan las cubiertas en forma de cuña, revelando arilos carnosos de color blanco nieve. Este es el sello de este género. La semilla con su arilo se balancea en una fina hebra debajo de la cápsula. Los frutos colgantes están bien expuestos y sus tonos contrastan con el verde del sotobosque (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es siempreverde, ya que se mantiene a lo largo de todo el año. La floración ocurre de enero a junio aunque hay presencia de flores todo el año; y la fructificación de marzo a julio con producción de frutos en octubre y enero (Ramírez 1997). La polinización de este árbol ocurre a través de abejas, mariposas y otros insectos (entomófila), mientras que la dispersión de semillas es de tipo ornitófila (aves) (Pennington y Sarukhan, 2005). Los Psitácidos consumen el fruto verde (Ramírez 1997).

Distribución. Se distribuye desde el sur de México, Belice, Honduras, Costa Rica y Panamá (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala en Alta Verapaz, Huehuetenango, Izabal, Petén, San Marcos y Zacapa (Standley y Steyermark 1958).

Hábitat. Bosques húmedos y lluviosos (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Usos. Suele emplearse en carpintería como barniz y en construcciones. Como incienso, usado en ritos religiosos.

Cedrillo (*Guarea* sp.)

Familia Meliaceae

Descripción. Árboles de pequeños a grandes con una altura de 10-15 muy rara vez de hasta 40 cm de DAP. Hojas paripinnadas con una yema indeterminada en la terminación del raquis, con indumento de pelos simples, algunas veces glandularpunteados. Flores en panículas, racimos o espigas axilares, ramifloras o caulifloras, bisexuales a veces unisexuales y las plantas dioicas. Cáliz con el margen algo dentado, raramente con 3 o 7 lóbulos, de 3-7 pétalos, distintos y valvados. Tubo estaminal cilíndrico con 8- 12 anteras insertas con el tubo estaminal, alternando con los lóbulos de los estaminodios. Frutos en cápsula 2-10 valvadas conteniendo 1-2 semillas por lóculo; semillas con una sarcotesta anaranjada. Doce especies vegetales de importancia en la RBM (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es siempreverde. La floración ocurre de febrero a octubre; y la fructificación marzo a diciembre (Ramírez 1997).

Distribución. El género *Guarea* es tropical con unas 40 especies en las Américas distribuido desde México al norte de Argentina y también es encontrado en África (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958).

Ramón blanco (*Brosimum alicastrum*)

Familia Moraceae

Descripción. Árbol de 20 a 30 m de altura, con un DAP de 50 a 90 cm y hasta 1.5 m. Hojas alternas, simples, cortamente pecioladas, coriáceas, de color verde claro cuando nuevas, glabra, entera, mayormente oblongoelíptica a elíptica. Láminas de 4 a 18 cm de largo por 2 a 7.5 cm de ancho. Corteza externa lisa, parda grisácea, con tonos amarillentos, lenticelas redondeadas o más largas que anchas. Corteza interna de color crema amarillento, fibrosa a granulosa, con abundante exudado lechoso, ligeramente dulce y pegajoso. Flores unisexuales, solitarias y axilares. Las flores masculinas están reunidas en amentos globosos, compuestos de escamas peltadas, y carecen de corola. Las flores femeninas de color verde están en cabezuelas oblongas, ovales, con escamas más pequeñas. Frutos globosos de 2 cm de diámetro. Se producen individuales o en racimos de color anaranjado-rojizo cuando estos maduran; en su superficie tienen numerosas escamas de color blanco. De sabor y olor dulce. Estos frutos contienen una semilla de un centímetro en diámetro de color café, esféricas y aplanadas. Cada fruto tiene en su interior de 1 a 3 semillas. Semillas cubiertas de una testa papirácea de color moreno claro, con los cotiledones montados uno sobre el otro, verdes, gruesos y feculentos. Presenta una alternancia en su expresión sexual u ontogénica. Cuando joven tiende a ser monoica, cuando tiene una estatura media posee sólo flores femeninas y al llegar al máximo desarrollo tiene sólo flores masculinas, aparentemente esto busca que la polinización sea más eficaz (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Fenología. Este árbol por lo general es perennifolio, pero puede ser caducifolio en las partes más secas de su distribución. La floración ocurre de mayo a diciembre con aumento en junio y agosto; y la fructificación ocurre de abril a febrero con aumento de junio a agosto (Ramírez 1997). La polinización se da a través de anemófila (por viento) y entomófila. (Insectos) La dispersión de semillas se da a través de ornitopterócora (aves, murciélagos). Entre los dispersores se han registrado a los murciélagos (*Artibeus jamaicensis*, *A. phaeotis*, *Sturnira ludoyice* y *Carollia perspiciliata*), mono aullador (*Alouatta pigra*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), ardillas (*Sciurus yucatanensis*) y mapaches (*Procyon lotor*) (Pennington y Sarukhan, 2005).

En México se observaron las siguientes aves consumiendo y dispersando las semillas: la chachalaca común (*Ortalis vetula*), el faisán (*Crax rubra*). Como dispersores secundarios está el ratón (*Heteromys desmarestianus*) y el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) (Pennington y Sarukhan, 2005). También se reporta el consumo de frutos maduros por el venado cola blanca y el jabalí.

Usos. Fuente de alimentación para los mayas en época de sequía. Usos culinarios. Del producto de la molienda de los frutos se hacen tortillas o pasteles, las hojas son ramoneadas por el ganado bovino y equino. Utilizado en construcción, muebles de lujo, decorados interiores, gabinetes, tornería, ebanistería, pisos y pilares lujosos.

Hábitat. La especie pertenece a bosques perennifolios húmedos o lluviosos y bosques semicaducifolios premontanos, así como en riberas en zonas semiáridas (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Distribución. Distribución altitudinal de 300 a 1000 msnm. Se extiende desde el sur de México a través de Centroamérica, hasta Colombia, Perú, Venezuela y en las islas del Caribe: Cuba, Jamaica y Trinidad (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala en Petén, Alta Verapaz, Izabal, Escuintla, Guatemala, Valle de Motagua, Retalhuleu, Quiché, Huehuetenango, Baja Verapaz (Standley y Steyermark 1958).

Pimienta (*Pimenta dioica*)

Familia Myrtaceae

Descripción. Árbol mediano a grande que crece hasta los 12 m y con un DAP de 20-50cm. Hojas simples, coriáceas, siempreverdes, opuestas, decusadas oblongas o elípticas con olor a clavo al estrujarlas; láminas de 3-9 cm de ancho, 9-20 cm de largo; margen entero, haz oscuro, brillante, glabro, envés pálido, con numerosas glándulas transparentes visibles al trasluz. La corteza de color gris blanquecino a amarillo con manchas morenas, se desprende en placas o tiras delgadas y largas. Tronco algo acanalado e irregular, normalmente inclinado, copa densa, ramitas aplanadas en planos alternos entre los nodos y con costillas. Inflorescencias y follaje joven estrechamente adpreso-pubescente con tricomas blanco amarillento, el hipanto conspicuamente canescente. Flores blancas de 6-12 cm de largo, compuestas, flores agrupadas en su mayoría cerca de las puntas (panícula axilares), aunque sésiles las laterales en ramas cortas por lo que parecieran pediceladas, flores actinomorfas de 6 mm de diámetro. Las flores de esta especie son estructuralmente hermafroditas pero funcionalmente dioicas. Los árboles estériles son funcionalmente masculinos y los que fructifican son funcionalmente femeninos (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Peña-Chocarro y Knapp, 2011; Standley y Steyermark 1958).

Fenología. En cuanto al follaje de este árbol, es perennifolio o siempreverde. La floración ocurre de febrero a junio; y la fructificación de abril a julio (Ramírez 1997). No se cuenta con información disponible sobre el tipo de polinización. En cuanto a la dispersión de semillas se ha documentado de tipo ornitófila (Aves) (Pennington y Sarukhan, 2005).

Distribución. Originaria de Jamaica, la encontramos desde México a Centroamérica, Antillas mayores y el norte de América del Sur (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala en Petén, Izabal y Alta Verapaz. Distribución altitudinal de los 350 msnm a menos (Standley y Steyermark 1958).

Usos. El fruto se utiliza como condimento alimenticio. Se utiliza en la elaboración de encurtidos, salsas y para condimentar carnes. Las hojas tienen sustancias volátiles que se utilizan para la fabricación de cosméticos, esencias y perfumes y como fuente para la elaboración de eugenol y vainillina (Cáceres 1999). Uso medicinal para náuseas, vómitos, dolor de estómago, disentería, diarrea y acelera el parto. También es utilizado contra la falta de apetito, como producto amargo (Cáceres 1999). Antifúngico. Sustancia

activa: Aceite esencial con eugenol, cariofileno, cireol y otras resinas y taninos (Cáceres 1999).

Hábitat. Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia, selva baja perennifolia, y cultivado en huertos familiares. Fruto en baya, pequeño globoso y negro. Con 1 o 2 semillas pequeñas de color oscuro a café rojizo (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Tzol (*Blomia prisca*)

Familia Sapindaceae

Descripción. Árbol de 20 a 25 metros, de altura, corteza rugosa, aparecen retoños en su fuste que suele ser acanalado y torcido, la corteza de color café claro y pequeñas láminas negruzcas que se desprenden, suele tener en su base pequeños contrafuertes. Las ramas jóvenes minutamente fulvoso puberulentas; hojas alternas, incluso pinadas o falsamente pinadas, cortamente pecioladas, cartáceas o delgadas, oblongolanceoladas, obtusamente acuminado en el ápice, agudo o redondeado en la base; foliolos subopuestos, enteros, lustrosos, glabros en el borde o esencialmente así; sin estípulas. Flores regulares, polígamas. Inflorescencia axilar estaminada, laxamente paniculada, delgada y remotamente ramificada., mucho mas cortas que las hojas; brácteas pequeñas, subuladas; 5 sépalos ovados, obtusos, amarillo tomentulosa; pétalos vestigiales, con un par de apéndices marginales. Fruto en cápsula, oblongo, asimétrico, dehiscente, suave, rojo cuando está maduro, uniceldado, y coriáceo, semillas elipsoides con cubierta carnosa, embrión oblongo (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Hábitat. Bosque Húmedo Subtropical (Standley y Steyermark 1958)

Usos. Bueno para construcción (menos horcones), leña. Fruta es comestible, era parte de la dieta de los mayas quienes incluso lo cultivaron. Abundante en las asociaciones vegetales de ramonal y zapotal.

Distribución. Sur de México, Yucatán, Chiapas, Belice y Guatemala (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala se distribuye en Petén, desde 0 hasta los 600 metros sobre el nivel del mar (Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es caducifolio. La floración ocurre de febrero a junio; y la fructificación de abril a julio (Ramírez 1997). Polinización Sin información disponible Dispersión de semillas Se reporta consumo de brotes por venados (*Odocoileus virginianus*) y frutos por pizotes (*Nasua narica*) y loros (*Amazona autumnalis*) (Pennington y Sarukhan, 2005).

Canisté o zapotillo hoja ancha (*Pouteria campechiana*)

Familia Sapotaceae

Descripción. Árbol de hasta 30 m, comúnmente de 12-20 m de altura, DAP de 1 m, tronco irregular y profundamente acanalado o surcado con abundante látex. Corteza

irregular y ramificación simpodial. Corteza externa finamente fisurada, morena grisácea a morena parduzca. Corteza interna crema rosada, fibrosa con abundante exudado blanco pegajoso. El follaje se concentra en el ápice de las ramas jóvenes. Las hojas son simples, alternas y la forma es predominantemente oblanceolada, con ápice agudo a corto acuminado, glabras y verdes por ambas caras, con borde entero; nervios secundarios prominentes; peciolo con la base engrosada. Las flores son verdosas y perfumadas, brotan en grupos entre las hojas del ápice de las ramas y con menos frecuencia en las partes ya defoliadas de las ramas. Cáliz de cinco a seis sépalos libres, verdes y coriáceos, pubescentes en el lado externo, de cinco a seis milímetros de largo. La corola es blancuzca y cilíndrica en la base, los estambres están insertos en la corola. Fruto elipsoide a subgloboso con cáliz persistente, ápice agudo, base obtusa, la cáscara es delgada, la pulpa amarilla, aromática, un poco seca y con látex blanco pegajoso, hasta 7 cm de largo y 3 a 5 cm de ancho. Contienen de 3 a 5 semillas ovoides, morenas, brillantes con un gran hilio conspicuo. Los frutos variables en tamaño y forma elipsoide, ovoide o subglobosos de color pardo, la pulpa es carnosa y dulce; con los restos permanentes del cáliz en la base y a menudo del estilo en el ápice. La cascara delgada, arenosa. Contienen hasta 12 semillas aplanadas, normalmente cinco, de color café a negro, lisas y lustrosas. (Aguilar y Aguilar, 1992; Azurdia, 2006; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Peña-Chocarro y Knapp, 2011; Standley y Steyermark 1958).

Usos. Su madera se emplea para la obtención de tablas y vigas para la construcción de casas. Su fruto es comestible, aunque se reporta que si se consume en exceso puede provocar calentura.

Distribución. Desde México hasta Panamá, Indias Occidentales, Chile y Uruguay (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). En Guatemala en Petén, Quiché, Alta Verapaz, Izabal, Santa Rosa, Escuintla, Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango. Distribución altitudinal de 0-1500 msnm (Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es perennifolio. La floración ocurre de febrero a agosto; y la fructificación de abril a enero (Ramírez 1997). Con respecto a la polinización se da alogamia; y la dispersión de las semillas es a través de aves (ornitófila) principalmente por Psitácidos (Pennington y Sarukhan 2005, Ramírez 1997).

Hábitat. Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia, selva mediana subcaducifolia y selva baja perennifolia (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Chicozapote (*Manilkara zapota*)

Familia Sapotaceae

Descripción. Árbol de 15 a 40 m de altura, DAP de hasta 1.25 m. Copa amplia, densa e irregular. Usualmente con un tronco grueso, corteza café oscuro, con un matiz grisáceo, moderadamente lisa o fisurada superficialmente, formando piezas rectangulares. Ramitas lenticeladas y con muchas cicatrices de las hojas caídas. Con abundante exudado lechoso blanco y pegajoso llamado látex. Ramificación simpodial con hojas dispuestas en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas, simples, coriáceas,

elípticas a oblanceoladas. Presencia de epífilas en la parte superior de color café oscuro y ausencia de dichas plantas en la parte inferior amarillenta. Las hojas poseen una vena media distintiva de color amarillo a la que se le unen venas secundarias de manera uniforme. Las flores solitarias, bisexuales y simpétalas de color blanco en las axilas de las hojas igualando o tan largas como los peciolo. Los frutos variables en tamaño y forma elipsoide, ovoide o subglobosos de color pardo, la pulpa es carnosa y dulce; con los restos permanentes del cáliz en la base y a menudo del estilo en el ápice. La cascara delgada, arenosa. Contienen hasta 12 semillas aplanadas, normalmente cinco, de color café a negro, lisas y lustrosas. (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Peña-Chocarro y Knapp, 2011; Standley y Steyermark 1958).

Usos. Durante muchos años esta especie fue explotada para extraer de la corteza su látex, en el comercio se le conoce como chicle, frecuentemente los árboles se encuentran picados con machete en la totalidad de la corteza del fuste (Aguilar y Aguilar 1992).

Hábitat. Bosque seco subtropical, bosque húmedo subtropical y bosque muy húmedo subtropical. Doce especies vegetales de importancia en la RBM Familia Sapotaceae (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es perennifolio. Con respecto a la floración, se presenta actividad durante todo el año, pero es más notoria de marzo a diciembre; y la fructificación, de manera similar, ocurre a lo largo de todo el año (Ramírez 1997). El tipo de polinización es a través de insectos (entomófila) y la dispersión de semillas ocurre a través de ornitófila (Aves), monos araña (*Ateles geoffroyi*) y dantos (*Tapirus bairdii*) (Pennington y Sarukhan, 2005).

Distribución. Originario de México, América central y América del Sur (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). Comúnmente plantada en Guatemala desde el nivel del mar hasta los 1,200 msnm. Nativa de bosques mixtos de Petén, Baja Verapaz y Alta Verapaz probablemente naturalizado o persistentes alrededor de los sitios de los antiguos pueblos o viviendas (Standley y Steyermark 1958).

Zapotillo hoja fina (*Pouteria reticulata*)

Familia Sapotaceae

Descripción. Árbol de dosel de 13-30 m de altura, con DAP de 40- 50 cm y completamente glabro excepto en las flores. Posee una copa extremadamente densa de color verde esmeralda. Los troncos son rectos pero irregulares con pliegues verticales poco profundos y raíces tabulares con lomos redondos y escarpados. La corteza pardo oscuro se exfolia en tiras finas y angostas dándole al tronco una apariencia desgredada. Interna de color rosado a crema amarillento, fibrosa, laminada; produce un abundante exudado blanco y poco pegajoso. Yemas o brotes jóvenes adpresos, puberulentos, café pálido a grisáceo, usualmente liso a menudo lenticelado. Una profusión de ramas produce una copa alta, relativamente angosta y gruesa. Las hojas dispuestas en espiral, son simples, alternas, verde oscuro, lustrosas, angostas se estrechan en puntas de goteo, oblanceolada o elíptica, menos frecuente lanceolada, ápice estrechamente atenuado o

acuminado, base usualmente estrechamente atenuada, ocasionalmente agudo a redondeado, a menudo decurrente, coriáceas, 14 pares de nervios laterales. Las flores crecen agrupadas en las axilas de las hojas viejas o actuales cubriendo las ramas de verde, cada una, globular y dulcemente aromática, de color blanco o verde crema. Los frutos se desarrollan rápidamente como bayas elipsoides, un poco curvadas, que se estrechan en puntas en los dos extremos. Los frutos lustrosos y en forma de balón maduran mientras cambian de verde a castaño, adentro, una sola semilla pardo oscuro, lustrosa y con cicatrices, está cubierta por una membrana fina y lechosa. Las semillas germinan inmediatamente y crecen como plántulas de cuatro hojas (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es perennifolio. La floración ocurre de enero a junio; y la fructificación de marzo a agosto (Ramírez 1997). Con polinización entomófila y dispersión de semillas por mamíferos arbóreos como los monos araña (Pennington y Sarukhan, 2005).

Distribución. Desde México a través de América Central hasta Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil amazónico (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). Distribución altitudinal de 0-800 msnm (Standley y Steyermark 1958).

Usos. La madera ha sido empleada en construcción pesada.

Yaxnic (*Vitex gaumeri*)

Familia Verbenaceae

Descripción. Árbol de 30 m con copas amplias, DAP de hasta 75 cm en donde terminan los contrafuertes, su fuste en la mayor parte de veces es acanalado, un poco torcido y con contrafuertes delgados en la base. Corteza externa finamente fisurada a irregularmente escamosa, pardo amarillenta. Cuando se corta se oxida a color café oscuro. Ramas jóvenes pubescentes, blanquecinas, peciolo de las hojas tomentulosos. Hojas digitadas, opuestas, láminas cartáceas, formadas por cinco folíolos, elíptico-oblongos, margen entero, ápice agudo a acuminado, pubescente en el envés, base redondeada o truncada a veces asimétrica. Inflorescencia axilar, en cimas o panículas hasta 30 cm de largo con ramas cimosas, pubescentes a tomentosas. Flores cortamente pediceladas, cáliz campanulado en anthesis de color morado grisáceo, corola morado violeta, estrechamente infundibuliforme en la parte inferior con un limbo bilabiado, pubescente en la superficie externa, ovario densamente pubescente. Frutos drupas, globosos de color verde oscuro y brillantes, carnosos, morados cuando maduros 12-20mm. Conteniendo 4 semillas ligeramente aplanadas (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Peña-Chocarro y Knapp, 2011; Standley y Steyermark 1958).

Hábitat. Selva alta y mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria, ocasionalmente en pinares (Aguilar y Aguilar, 1992; Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005; Standley y Steyermark 1958).

Distribución. México, Belice, Honduras y Nicaragua. En Guatemala en Alta Verapaz, Izabal, Petén y Quiché (Parker, 2008; Pennington y Sarukhan, 2005, Standley y Steyermark, 1958). Desde los 0-600 msnm (Standley y Steyermark 1958).

Fenología. El follaje de este árbol es caducifolio ya que puede perder sus hojas de abril a mayo. La floración ocurre de febrero a noviembre con aumento de marzo a mayo; y la fructificación ocurre de abril a noviembre con aumento de mayo a julio (Ramírez 1997). La polinización es de tipo entomófila, y la dispersión de semillas de tipo ornitófila (aves) (Pennington y Sarukhan, 2005).

Usos. Actualmente no se utiliza su madera pues presenta inconvenientes al rajarse con relativa facilidad. Aunque se utiliza como leña. En México sus hojas son utilizadas como medicina para el asma y los resfriados. Otros trastornos tratados con esta especie son las úlceras, abscesos y picaduras de mosquitos. En Belice es utilizado para tratar hongos de la piel, llagas infectadas y la tiña. Las hojas hervidas se utilizan como un baño para el asma, malaria y escalofríos. Las hojas trituradas se aplican como cataplasma para las úlceras y heridas (Cáceres 1999).

Fenología reproductiva de especies vegetales.

La fenología reproductiva se refiere a las temporadas de floración y fructificación de las especies vegetales a lo largo del año. La fenología de las especie puede estar influenciada por factores del suelo (textura, pH, fertilidad, humedad, entre otros) y atmosféricos (temperatura promedio, temperatura nocturna, fotoperíodo, precipitación, entre otros), pero principalmente por la temperatura (Ramírez, 2009).

Relación de fenología con el Cambio climático.

En el estudio de Khanduri, Sharma y Singh (2008) analizaron cambios fenológicos en 650 especies de regiones templadas y encontraron un avance de 1.9 días por década para eventos de primavera y un atraso de 1.4 días para eventos de otoño. Así mismo Gordo y Sanz (2010) concluyeron que el cambio climático ha afectado la fenología de plantas en la región del mediterráneo. En su estudio evaluaron 29 especies de plantas perennes monitoreadas del año 1943 al 2003. Estos cambios pueden tener efectos ecológicos en los sistemas que conlleven a disminuciones poblacionales y a la extinción de especies en el ámbito local y global (McCarthy, 2002).

A partir de la relación existente entre temperatura y fenología reproductiva, en la actualidad la fenología está tomando mayor relevancia ante el cambio climático, ya que es un cambio palpable y que puede ser entendido por otros sectores no relacionados a las ramas ambientales (Sparks y Menzel, 2007).

Fenología de las especies de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya.

Para el PN Tikal se identificaron 3 patrones de floración general: 1) las especies que florecen en época seca, 2) las especies que florecen en la época lluviosa y terminan en la seca y 3) las especies que florecen únicamente en la época seca. Y para la fructificación 2 patrones siendo: 1) especies que fructifican en época lluviosa y 2) especies que fructifican en la época lluviosa y concluyen en la época seca (Ramírez, 1997). De acuerdo a la floración individual, las especies se clasificaron en 2 grupos, el primero incluye: *Blomia prisca*, *Pouteria reticulata*, *Manilkara zapota*, *Pimenta dioica*, *Protium copal*, *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri* y *Spondias mombin*, y el segundo grupo incluye: *Trichilia minutiflora*, *Trichilia sp*, *Brosimum alicastrum*, *Pouteria campechiana* y *Cryosophila stauracantha* (Ramírez, 1997). Y de acuerdo a la

fructificación individual las especies se agrupan nuevamente en dos grupos siendo el primero: *Protium copal*, *Pouteria reticulata*, *Pimenta dioica*, *Pouteria campechiana*, *Vitex gaumeri*, *Trichilia minutiflora*, *Blomia prisca* y *Spondias mombin*, y el segundo grupo incluye: *Bursera simaruba*, *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota*, *Cryosophylla stauracantha* y *Trichilia* sp (Ramírez, 1997). Las especies más importantes para la fauna cinegética fueron *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Cryosophylla stauracantha* ya que produjeron alimento en época de estrés, sus frutos fueron consumidos maduros e inmaduros (Ramírez, 1997).

Para el Parque Nacional Yaxhá – Nakum – Naranjo se reportaron patrones similares de floración y fructificación, donde las fenofases se manifiestan de manera más intensa en la época seca y a principios de la época lluviosa (Flores, 2012). En Yaxhá las especies más visitadas por la fauna silvestre fueron *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota*, *Licaria coriacea*, *Talisia olivaeformis* y *Bursera simaruba*.

Interacciones bióticas

Las interacciones bióticas juegan un papel muy importante en la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas. El estudio y conocimiento de las mismas es de gran importancia para identificar los distintos procesos y mecanismos que intervienen en el desarrollo del bosque. En este estudio se le dio mayor relevancia a las interacciones entre plantas y vertebrados que puedan estar relacionadas con los procesos de polinización y dispersión de semillas.

Polinización.

Esta interacción es de gran importancia ecológica, ya que forma parte de procesos de la reproducción cruzada (entre distintos individuos) de las plantas y por lo tanto de su supervivencia en el largo plazo. Es reconocida la enorme contribución que realizan los invertebrados en la polinización de gran variedad de plantas en sistemas naturales y productivos (Enríquez, 2007; Barrientos et al., 2008), sin embargo, los vertebrados también juegan un papel importante para diversos grupos de la flora vascular del país.

Especies de las familias Mimosaceae y Bombacaceae poseen flores especializadas para la polinización por murciélagos, quienes transportan el polen adherido a sus cuerpos (Cajas, 2005). Otras familias en Guatemala con especies que utilizan a los murciélagos para su polinización son: Agavaceae, Bignoniaceae, Cactaceae, Caesalpiniaceae, Convolvulaceae, Sapotaceae, y Malvaceae (Cajas, 2005). Estas especies son frecuentemente visitadas por murciélagos.

Dispersión de semillas

Diversos grupos de plantas utilizan a especies de vertebrados como el medio de dispersión de sus semillas, siendo un fenómeno de zoocoria o dispersión por animales. La semilla puede ser transportada en el exterior del animal (eg. adherida al pelo o transportada en la boca para ingerir la pulpa del fruto en otro sitio), lo que se conoce como exozoocoria (también zoocoria externa), o en el interior (eg. al ser ingeridas a propósito o sin que las semillas sean el objetivo del forrajeo), conocido como endozoocoria (también zoocoria interna) (del Val y Boege, 2012).

Especies asociadas de fauna a especies de importancia ecológica.

En el estudio de Ramírez (1997) de acuerdo a entrevistas realizadas, se identificaron 10 especies de fauna cinegética asociada a las especies vegetales incluidas en el estudio y 13 en el estudio de Flores (2012) (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de fauna silvestre asociada es especies vegetales de importancia ecológica en la RBM.

Clase	Familia	Nombre común	Especie	Ramírez (1999) En Tikal	Flores (2012) En Yaxhá
Aves	Cracidae	Faisán	<i>Crax rubra</i>	X	
		Cojolita	<i>Penelope purpurascens</i>	X	X
		Chachalaca	<i>Ortalis sp</i>		X
	Phasianidae	Pavo ocelado	<i>Meleagris ocellata</i>	X	
		Loro	<i>Amazona spp.</i>	X	X
	Ramphastidae	Tucán	<i>Ramphastos sulphuratus</i>		X
	Trogonidae	Trogón	<i>Trogon spp.</i>		X
Mamíferos	Cuniculidae	Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>	X	X
		Cotuza	<i>Dasyprocta punctata</i>		X
		Ratón	<i>Heteromys desmarestianus</i>		X
	Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>		X
			<i>Nasua narica</i>		X
	Procyonidae	Pizote	<i>Nasua narica</i>		X
	Cervidae	Cabro	<i>Mazama temama</i>	X	
			Venado	<i>Odocoileus virginianus</i>	X
		Tayassuidae	Coche de monte	<i>Pecari tajacu</i>	X
	Atelidae	Jabalí	<i>Tayassu pecari</i>	X	
Mono araña		<i>Ateles geoffroyi</i>	X	X	
Mono saraguato		<i>Alouatta pigra</i>		X	

Fuente: elaboración propia

Se ha documentado la presencia de distintas especies de vertebrados potenciales polinizadores y dispersores en los Biotopos Universitarios del Petén y áreas cercanas de la RBM. Así mismo se ha documentado la interacción de fauna del área con especies de importancia ecológica. Orantes (1994) menciona al mono saraguato (*Alouatta pigra*) y el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) como importantes dispersores de especies de palmeras. La familia Cracidae ha sido mencionada en estudios como importantes dispersores de semillas en los bosques tropicales de la RBM, así como

de la Ecorregión Lachuá (Rivas, 1995; Rivas et al., 2004; Baur, 2008). Este grupo de aves consume gran variedad de frutos y semillas, por lo que pueden tener un papel importante en la regeneración natural del bosque.

Otro grupo de vertebrados de gran importancia tanto en la polinización así como en la dispersión de semillas son los murciélagos (Orden Chiroptera) (Cajas 2005, Calderón 2009). En la RBM se ha documentado la presencia de distintos ensambles de especies de murciélagos en distintos tipos de bosque, lo que sugiere una segregación de hábitat entre los diferentes gremios (Calderón 2009). Esta segregación de hábitat permite que hayan especies que habitan en bosques secundarios jóvenes contribuyendo con la regeneración natural del bosque, y especies que habitan en bosques sin perturbación, contribuyendo al funcionamiento de bosques antiguos.

PARTE III

III. RESULTADOS

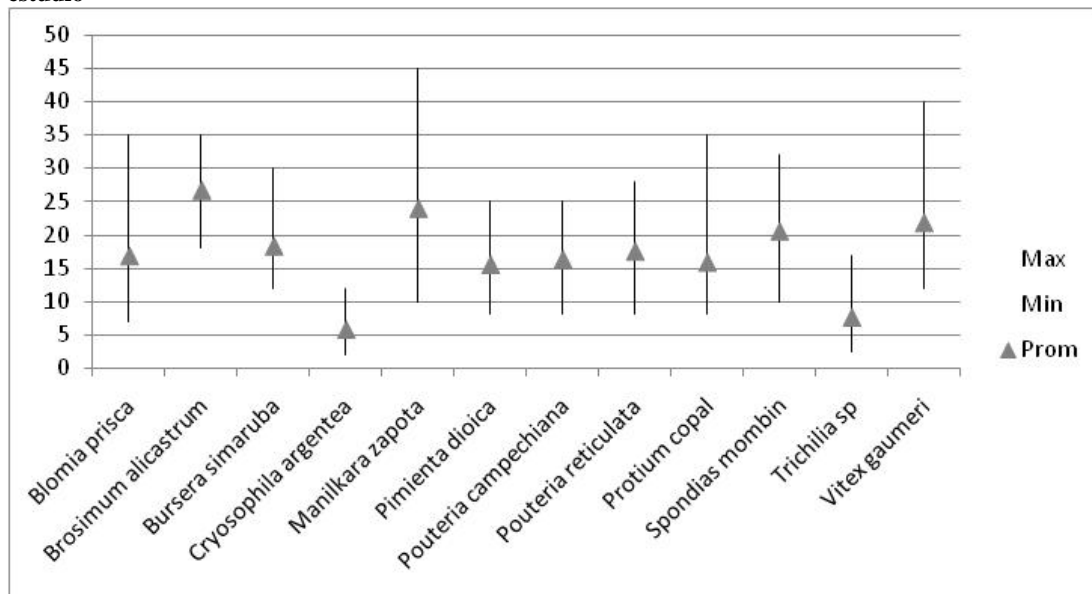
Caracterización de la fenología de 12 especies vegetales de importancia ecológica

Se identificaron, marcaron, referenciaron espacialmente, midieron y codificaron 120 árboles correspondientes a 10 individuos de cada una de las especies de interés del estudio (Ramírez, 1997) en cada uno de los Biotopos seleccionados para el estudio (Cerro Cahuí, San Miguel-La Palotada-El Zotz y Naachtún-Dos Lagunas), sumando un total de 360 árboles en la RB Maya (Anexos 2, 4 y 6). Los árboles se encuentran sobre transectos trazados en caminos o senderos para facilitar la toma de datos. En el BP Cerro Cahuí se encuentran ubicados sobre el sendero para visitantes. En el BP El Zotz se encuentran sobre la ruta de ingreso hacia el centro de visitantes y en el trocopas “de los hermanos”. En el BP Naachtún Dos Lagunas se encuentran sobre la ruta del centro de visitantes hacia el Sitio Arqueológico Naachtún y sobre el trocopas hacia la aguada “Los Monifatos”.

Estructura de los árboles seleccionados para el muestreo.

En cuanto a la estructura de los individuos seleccionados para el muestreo, la mayoría de las especies corresponden al estrato arbóreo, con excepción de *Cryosophila stauracantha* y *Guarea* sp que pertenecen al estrato arbustivo, con alturas promedio cercanas a los 5m. Las especies *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Vitex gaumeri* presentaron las mayores alturas promedio, sin embargo se reportaron individuos de *Manilkara zapota* de aproximadamente 45m.

Gráfica 1. Altura máxima, mínima y promedio por especie de los árboles seleccionados para el estudio

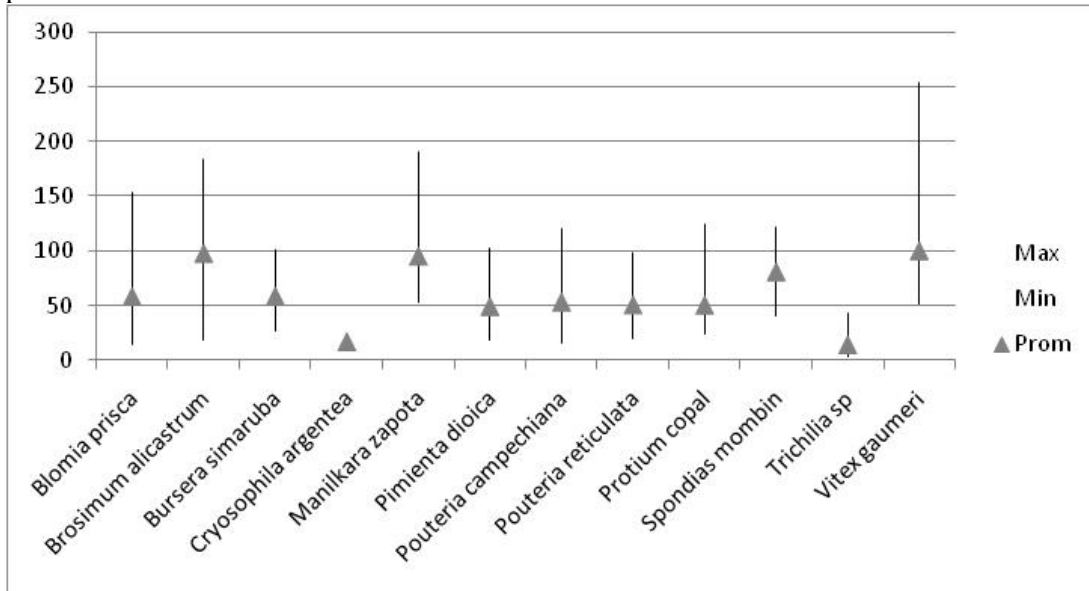


Fuente: datos de campo.

En cuanto al Diámetro a la altura del pecho (DAP), se presenta un patrón similar a la altura, siendo las especies *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Vitex gaumeri* las

que presentaron mayores DAPs, siendo esta última la que presentó el mayor DAP reportado de aproximadamente 2.50m.

Gráfica 2. DAP máximo, mínimo y promedio por especie de los árboles seleccionados para el estudio



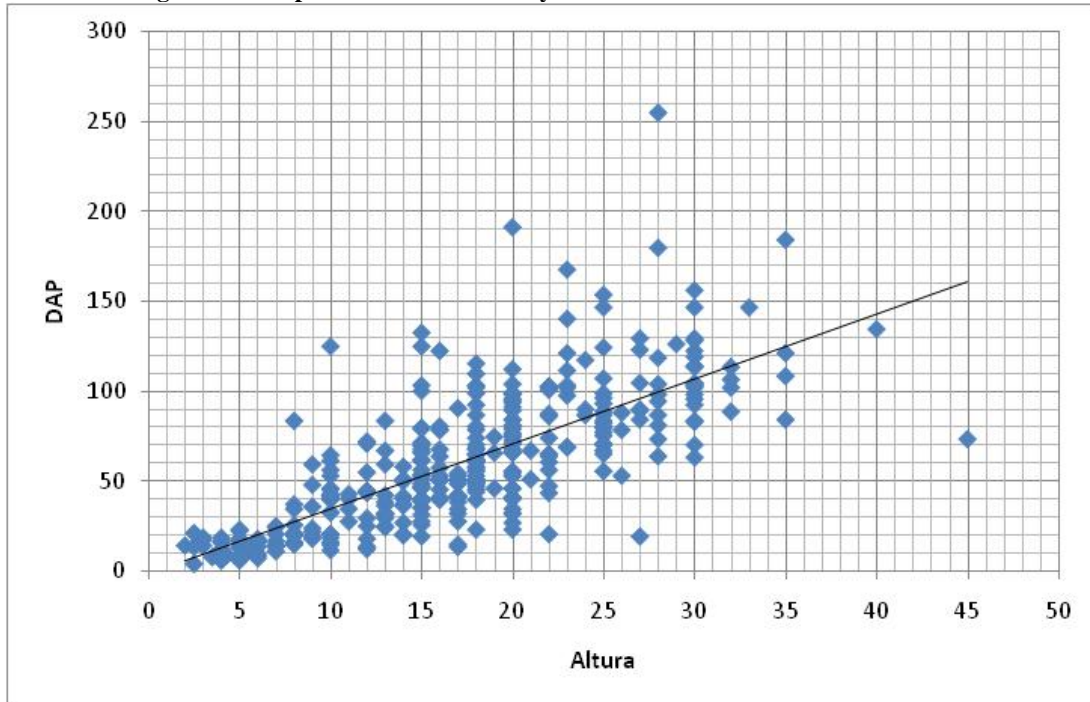
Fuente: datos de campo.

Con el fin de evaluar la relación entre la altura y el DAP, se realizó un diagrama de dispersión (Gráfica 36). Puede notarse que existe una tendencia a una relación lineal, con excepciones especialmente en los individuos con mayores alturas o DAPs. Dada la relación existente, en análisis que se presentan más adelante, únicamente se evaluará el DAP.

Toma de datos de fenología

Se diseñaron boletas específicas para la toma de datos en cada uno de los Biotopos. Se realizaron muestreos para la toma de datos en los Biotopos Cerro Cahuí, San Miguel La Palotada El Zotz y Naachtún-Dos Lagunas con el apoyo y participación de guarda recursos del CECON. Los datos colectados en campo fueron digitalizados en hojas electrónicas e ingresados a bases de datos para su almacenamiento y manejo. Por medio de la base de datos generada se caracterizaron los patrones fenológicos de las especies vegetales de interés.

Gráfica 3. Diagrama de dispersión entre la altura y el DAP de los individuos incluidos en el estudio

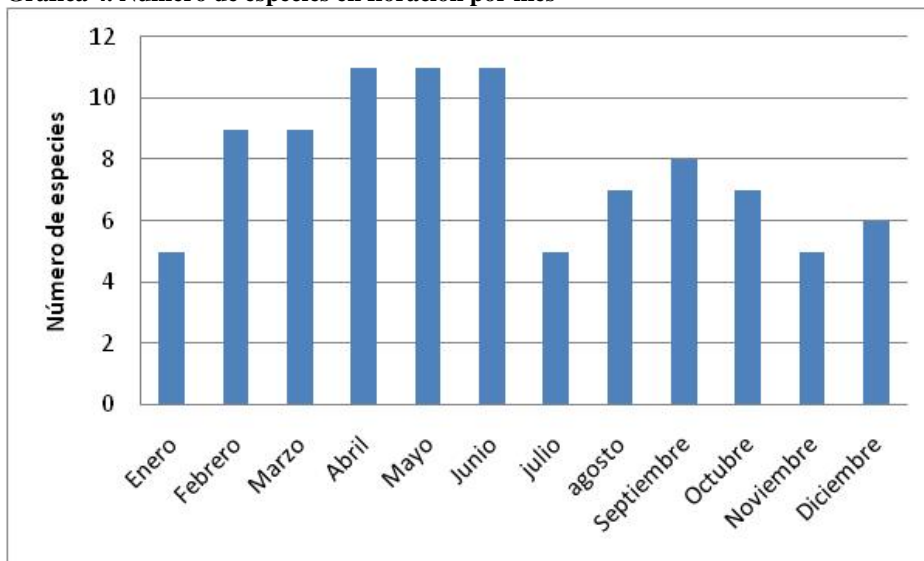


Fuente: datos de campo.

Floración del conjunto de especies

Los datos colectados en el estudio permiten registrar las diferencias de la floración del conjunto de especies por mes. Los meses con mayor número de especies (11 de 12) en floración fueron abril, mayo y junio; y los meses con menor número de especies (5 de 12) fueron enero, julio y noviembre.

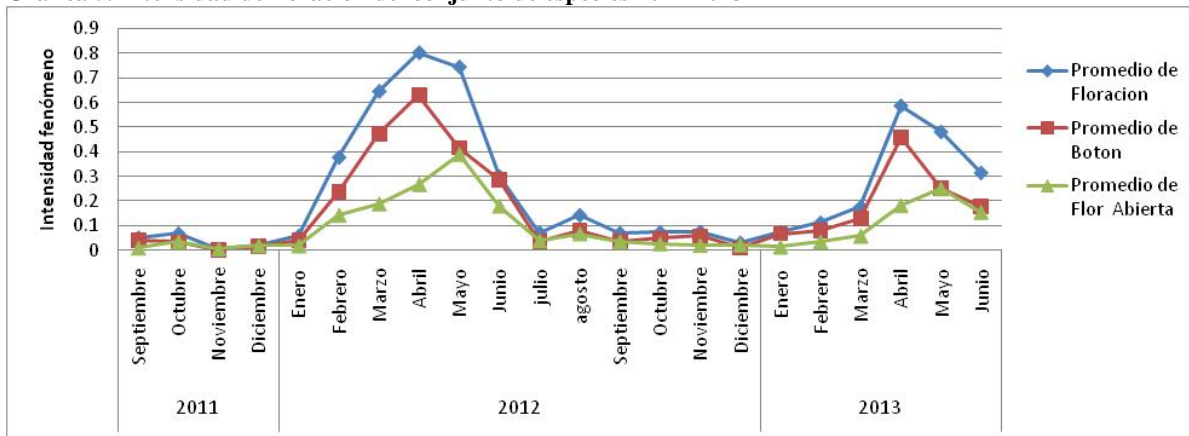
Gráfica 4. Número de especies en floración por mes



Fuente: datos de campo.

En cuanto a la intensidad de floración, durante el primer semestre del año existe un pico de floración. Este “pico” quiere decir que el fenómeno de floración ocurrió con mayor intensidad y en mayor número de individuos muestreados en el estudio. Ocurriendo entre los meses de abril y mayo el máximo de la intensidad de prefloración (en botón) y con flores abiertas. Ocurre un leve incremento de la intensidad de la floración en los meses de septiembre y octubre.

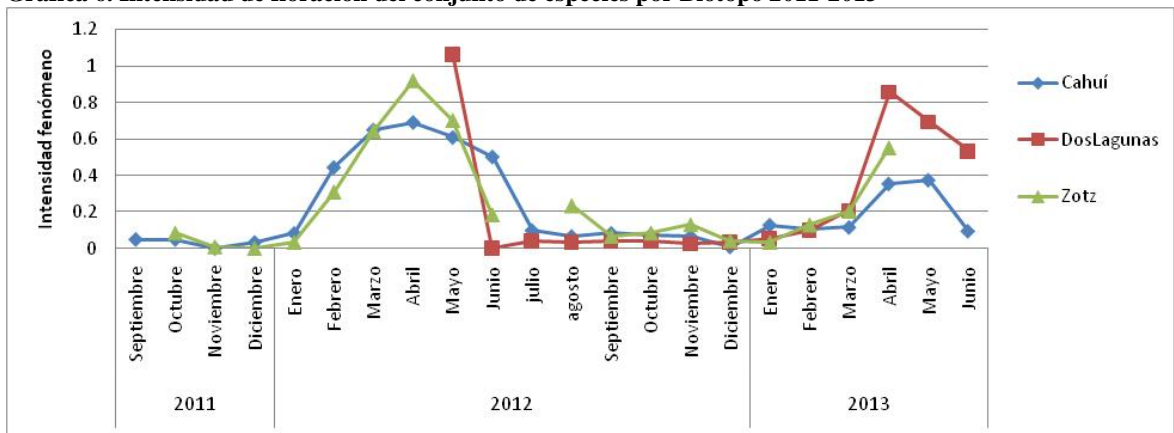
Gráfica 5. Intensidad de floración del conjunto de especies 2011-2013



Fuente: datos de campo.

Entre los distintos Biotopos, el patrón de floración es similar con diferencias en la intensidad.

Gráfica 6. Intensidad de floración del conjunto de especies por Biotopo 2011-2013

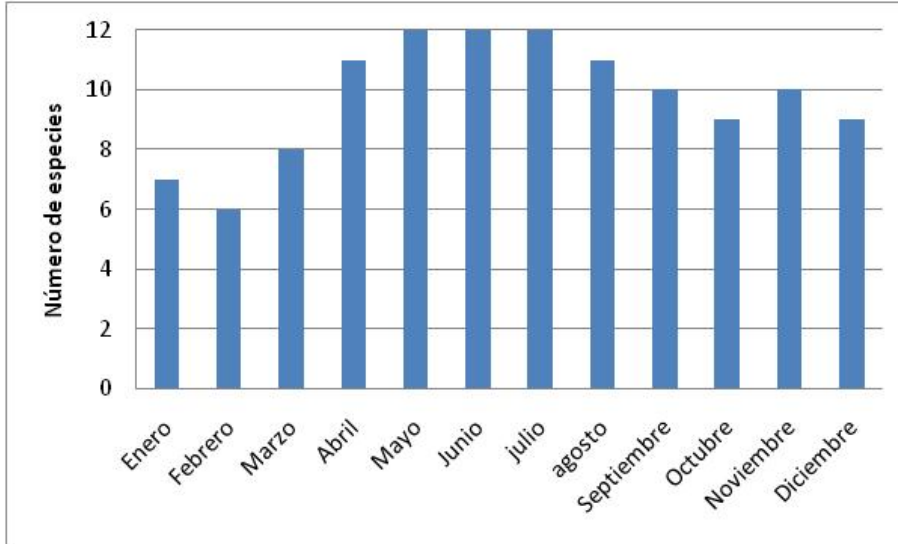


Fuente: datos de campo.

Fructificación del conjunto de especies

La presencia de fruto es más constante que la floración que parece ser más puntual para muchas especies. En los meses de mayo, junio y julio se registraron todas las especies del estudio en fructificación, y mientras que en febrero solamente 6 especies.

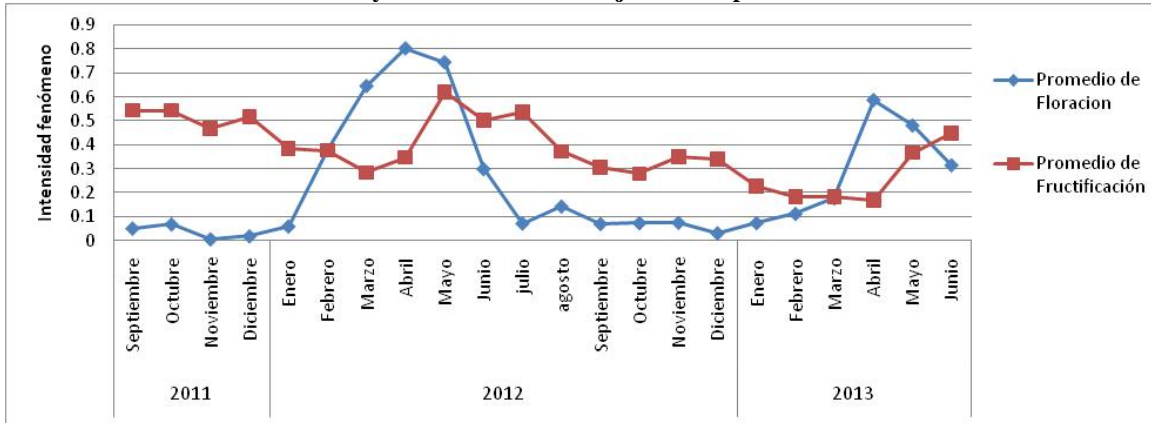
Gráfica 7. Número de especies en fructificación por mes



Fuente: datos de campo.

En cuanto a la intensidad de la fructificación, también es más constante, con un aumento en los meses de abril a agosto, que sigue del pico de floración, sin embargo algunas especies presentan la presencia de frutos a lo largo de todo el año.

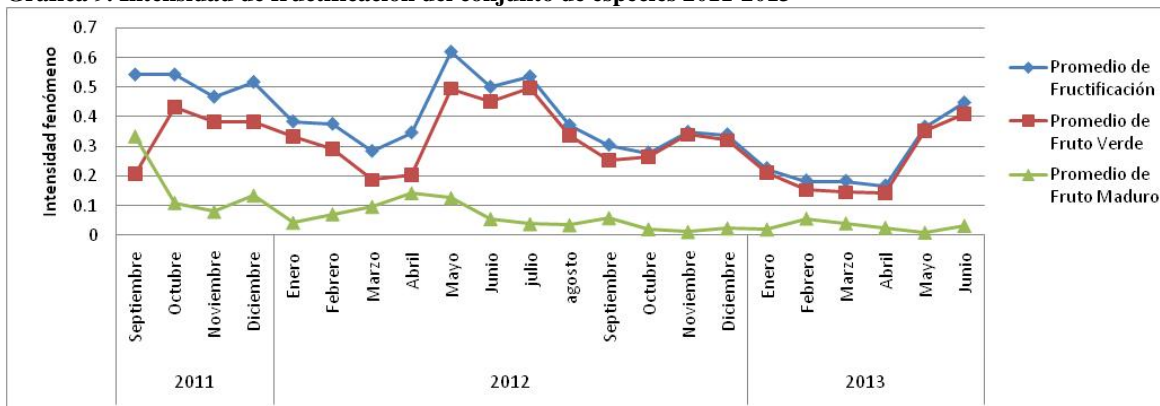
Gráfica 8. Intensidad de floración y fructificación del conjunto de especies



Fuente: datos de campo.

La mayor intensidad del fenómeno de fructificación se registró para árboles con frutos verdes y en menor grado con fruto maduro. En los meses de febrero a abril, a pesar que se presenta la menor disponibilidad de frutos en general, existe una mayor disponibilidad de frutos maduros con respecto a otros meses. En el segundo semestre también existe leve incremento en la disponibilidad de frutos maduros, en noviembre y diciembre del 2011 y de agosto a octubre del 2012.

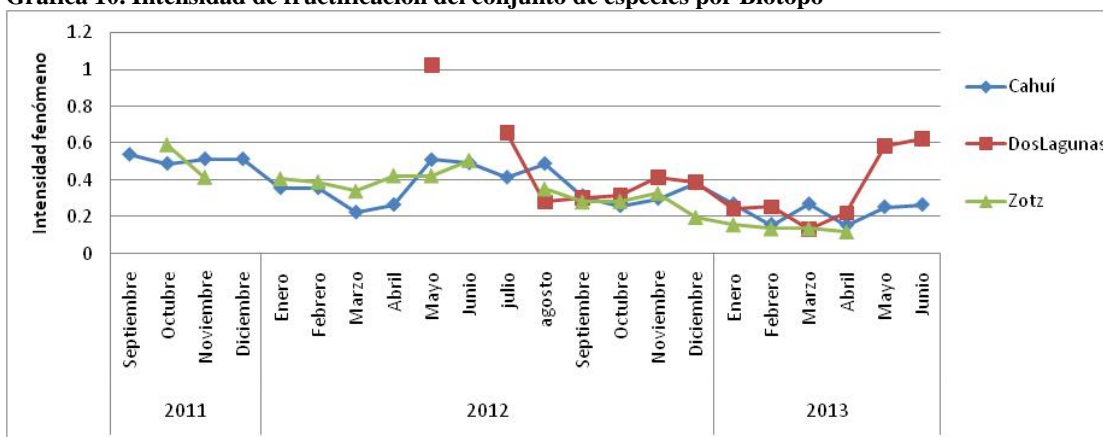
Gráfica 9. Intensidad de fructificación del conjunto de especies 2011-2013



Fuente: datos de campo.

El patrón de fructificación del conjunto de especies parece ser similar en los 3 Biotopos, con algunas diferencias en la intensidad, con una mayor intensidad del fenómeno en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas en el pico del primer semestre.

Gráfica 10. Intensidad de fructificación del conjunto de especies por Biotopo



Fuente: datos de campo.

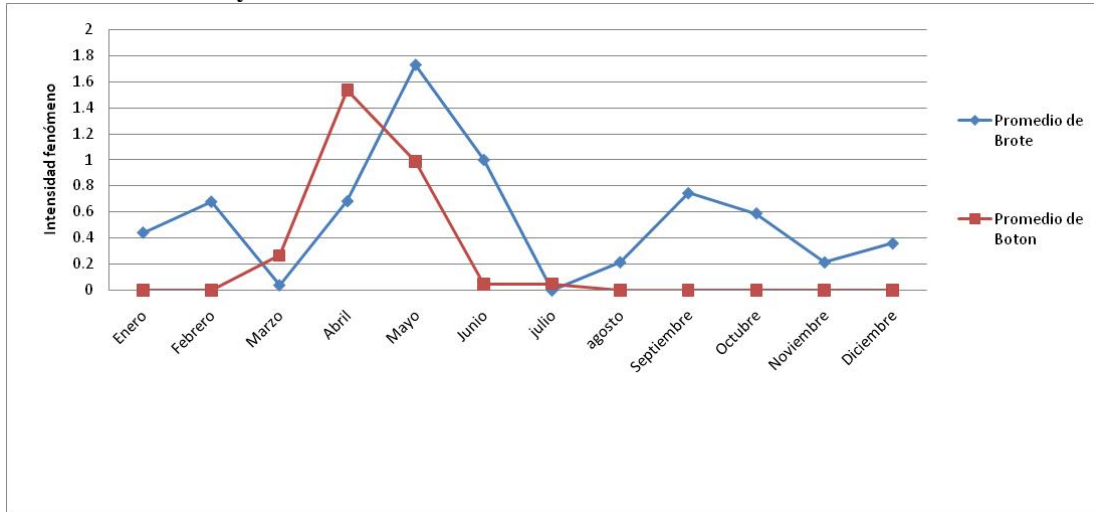
Patrones de las especies

Existen diferencias en la temporalidad en que cada una de las especies vegetales incluidas en el estudio presentó las distintas fenofases.

Con respecto a la floración y foliación, las especies presentaron los siguientes patrones:

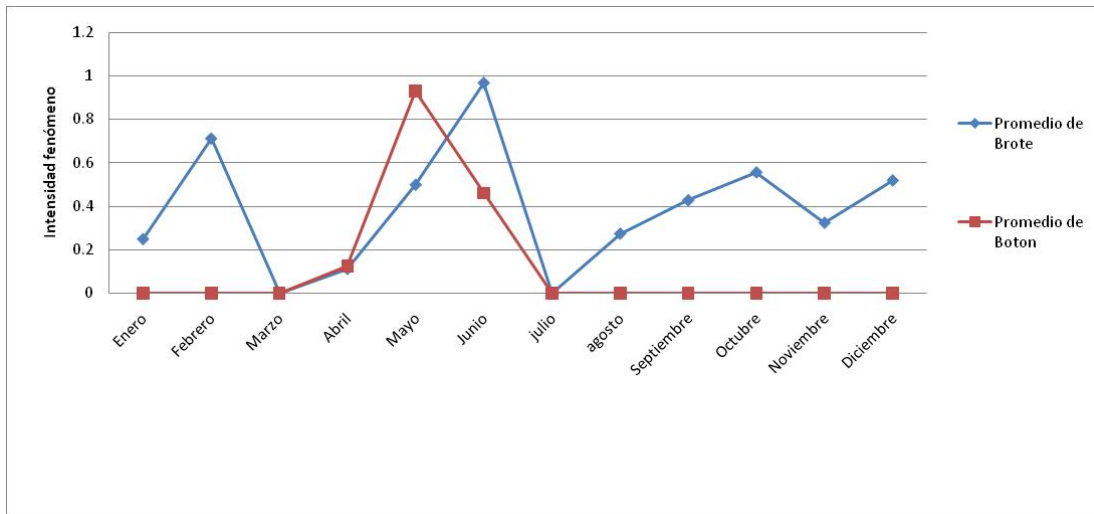
- Floración antes que la foliación: *Bursera simaruba*
- Floración simultánea a la foliación: *Brosimum alicastrum*, *Protium copal*, *Spondias mombin*, *Trichilia sp* y *Vitex gaumeri*
- Floración ligeramente después de foliación: *Blomia prisca*, *Manilkara zapota* y *Pimenta dioica*.
- Floración mucho después de foliación: *Pouteria reticulata* (y simultánea)
- Sin patrón definido: *Poteria campechiana* (simultánea y ligeramente después de la foliación) y *Cryosphylla stauracantha*.

Gráfica 11. Foliación y floración de *Bursera simaruba*



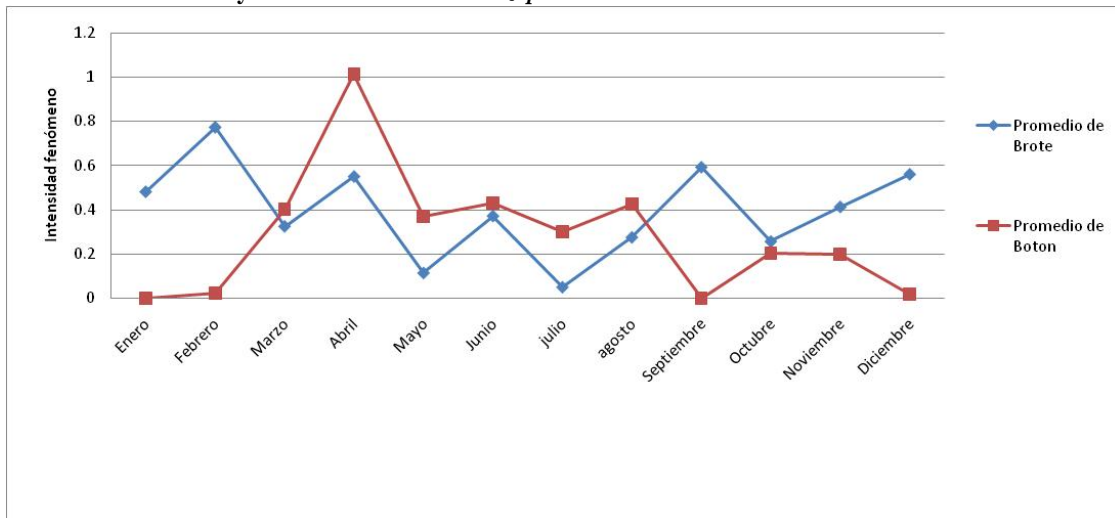
Fuente: datos de campo.

Gráfica 12. Foliación y floración de *Spondias mombin*



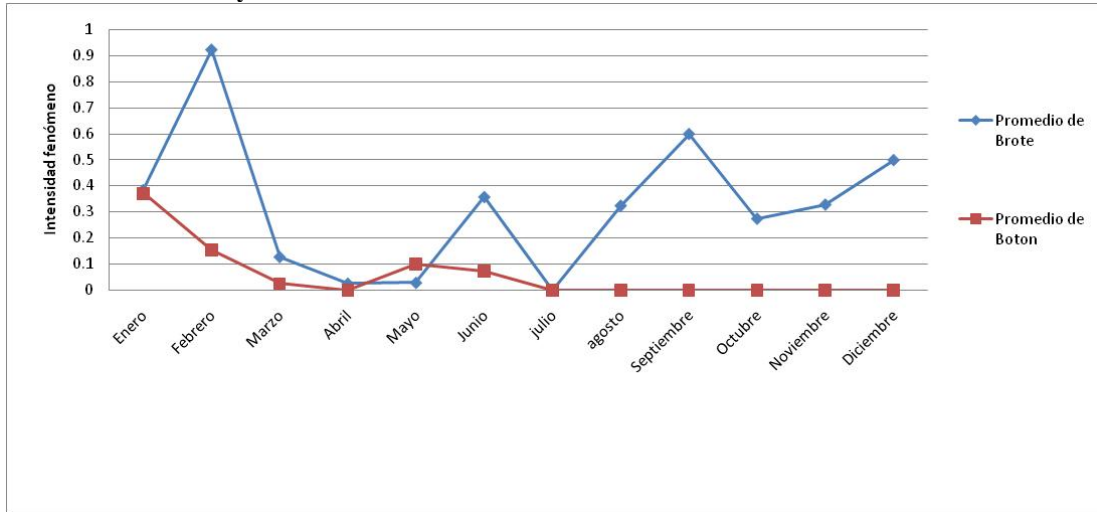
Fuente: datos de campo.

Gráfica 13. Foliación y floración de *Manilkara zapota*



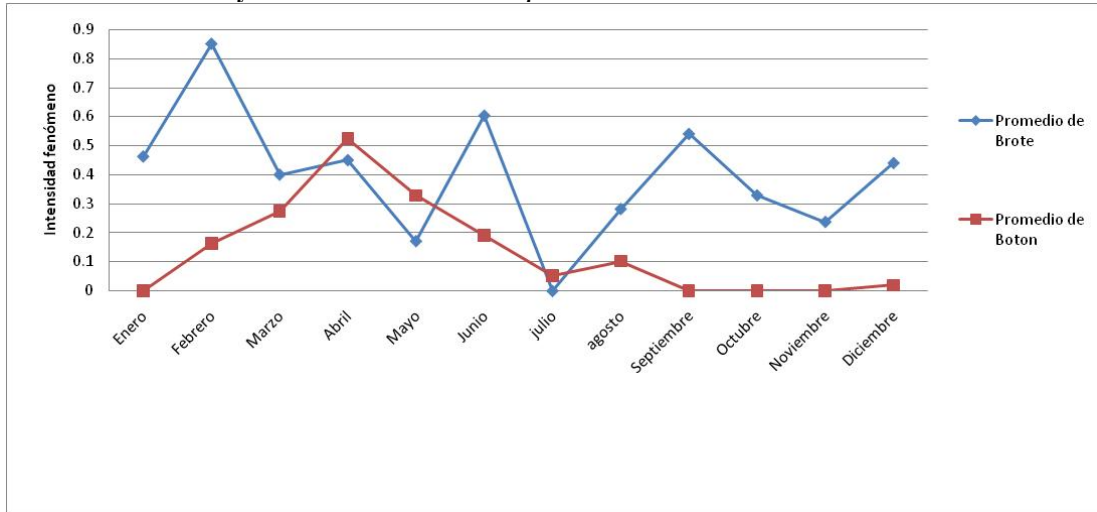
Fuente: datos de campo.

Gráfica 14. Foliación y floración de *Pouteria reticulata*



Fuente: datos de campo.

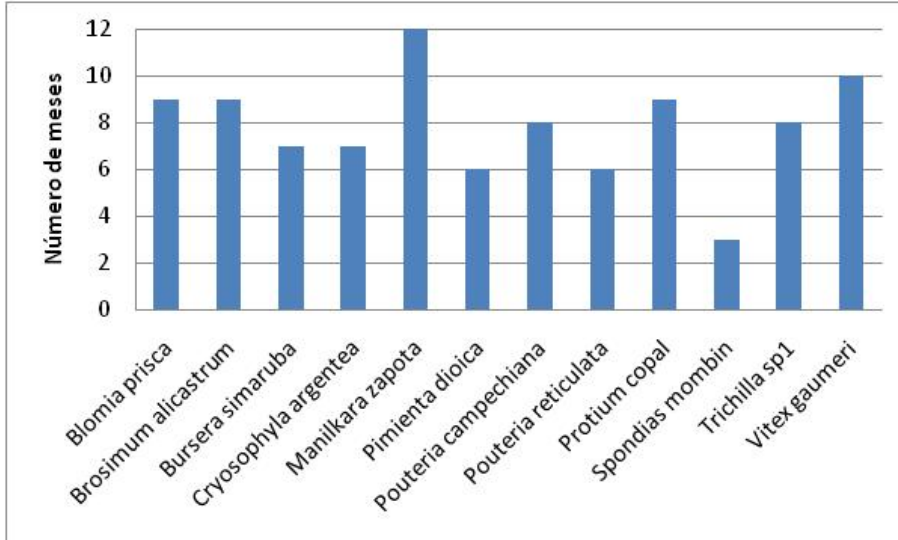
Gráfica 15. Foliación y floración de *Pouteria campechiana*



Fuente: datos de campo.

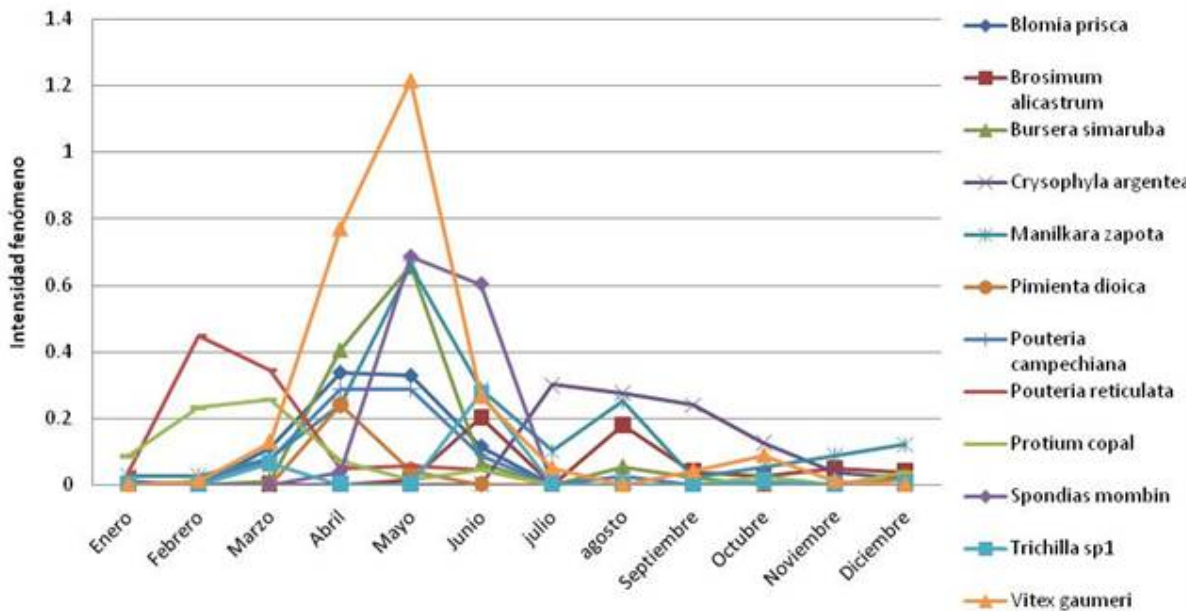
La especie *Manilkara zapota* presentó flores en todos los meses del año, y *Spondias mombin* solamente en 3 (abril a junio).

Gráfica 16. Número de meses en floración para cada una de las especies vegetales



Fuente: datos de campo.

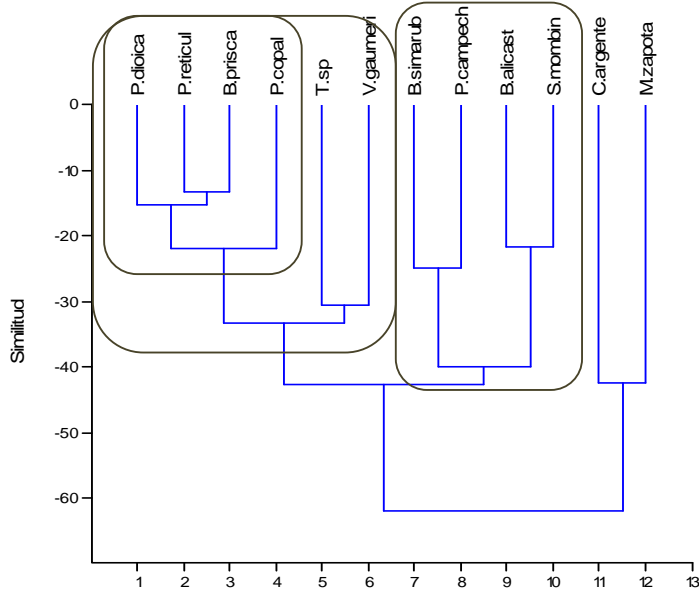
En cuanto al patrón de intensidad de floración puede notarse la temporalidad de las distintas especies. La especie *Vitex gaumeri* fue la que presentó la mayor intensidad del fenómeno, duplicando a la especie que le sigue en los meses de abril y mayo.



Gráfica 17. Floración de las especies incluidas en el estudio para la temporada 2011-2013.

Se realizó un análisis cluster para los datos de floración de las especies, utilizando los valores relativos ya que permiten una mejor comparación de los patrones fenológicos.

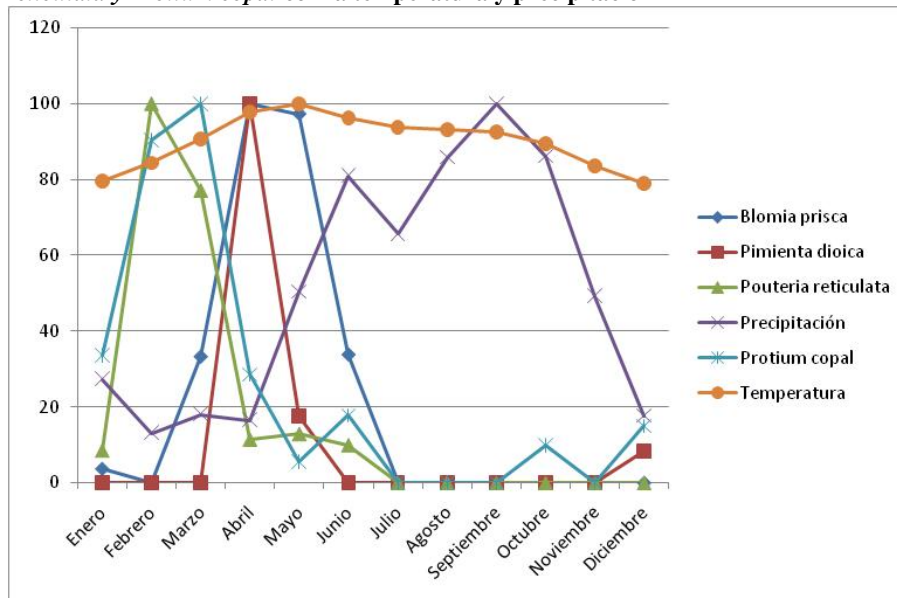
Gráfica 18. Análisis cluster de las especies en cuanto a los valores de floración relativa mensual



Fuente: datos de campo.

Se establecieron algunos patrones de las especies al relacionar los resultados del cluster con los patrones fenológicos de las especies y el clima. Se evidencia un primer en el cual se incluyen aquellas especies que tienen su floración antes o al inicio de la temporada de lluvias. La floración de las especies *Pouteria reticulata* y *Protium copal* ocurre en la temporada seca antes de las lluvias. Y la floración de las especies *Pimenta dioica* y *Blomia prisca* ocurre antes de la temporada de lluvias pero finaliza con el inicio de la temporada de lluvias en el mes de junio, coincidiendo su máximo de floración con las temperaturas más altas en el mes de mayo.

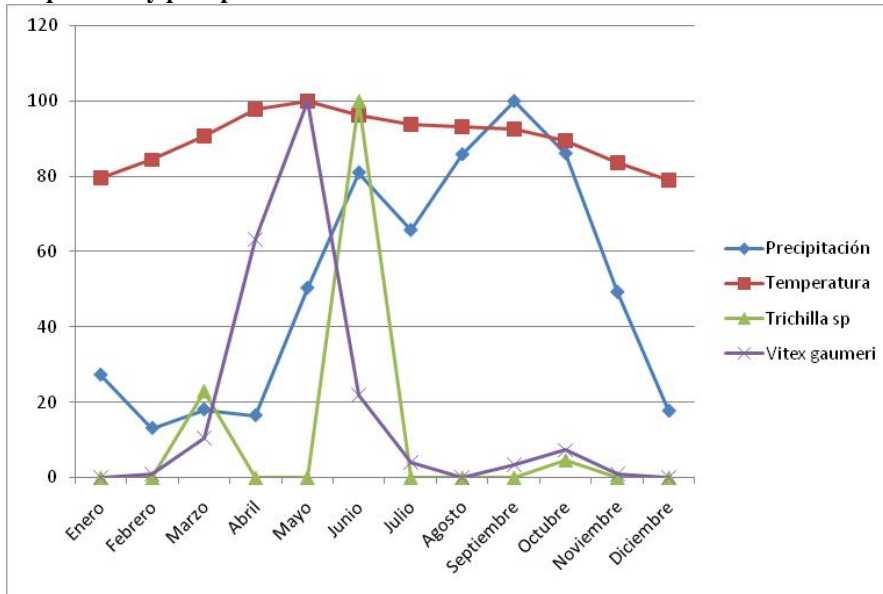
Gráfica 19. Valores relativos de floración de las especies *Blomia prisca*, *Pimenta dioica*, *Pouteria reticulata* y *Protium copal* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

A este primer grupo, se le suman las especies *Guarea sp* y *Vitex gaumeri*, para conformar un grupo mayor de especies que presentan un patrón de floración que inicia al finalizar la temporada seca e inicio de la temporada lluviosa, coincidiendo su máximo de floración con las mayores temperaturas del año en los meses de abril a junio.

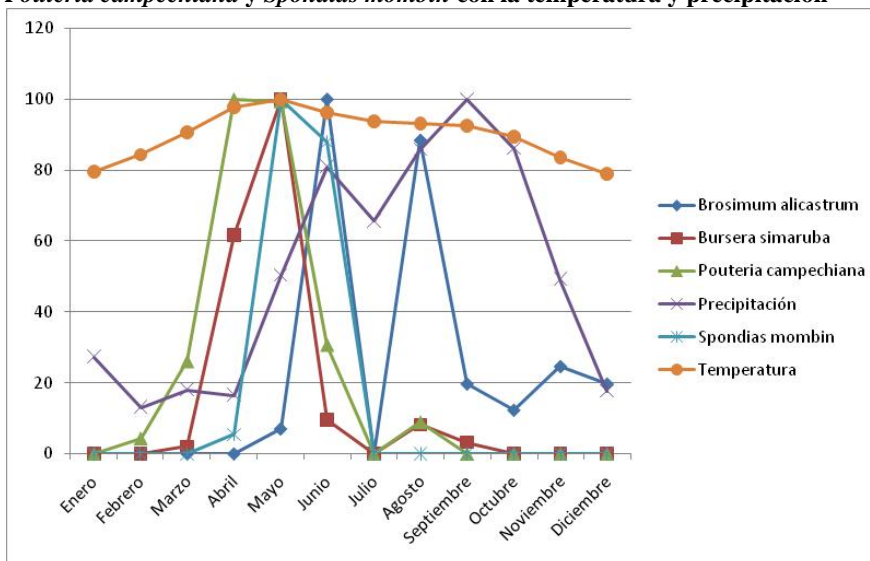
Gráfica 20. Valores relativos de floración de las especies *Guarea sp* y *Vitex gaumeri* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

Un segundo grupo conformado por las especies *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Pouteria campechiana* y *Spondias mombin*, las cuales presentan un patrón similar de floración del grupo anterior, finalización de la temporada seca e inicio de la lluviosa, pero además muestran un incremento en la floración durante el segundo semestre.

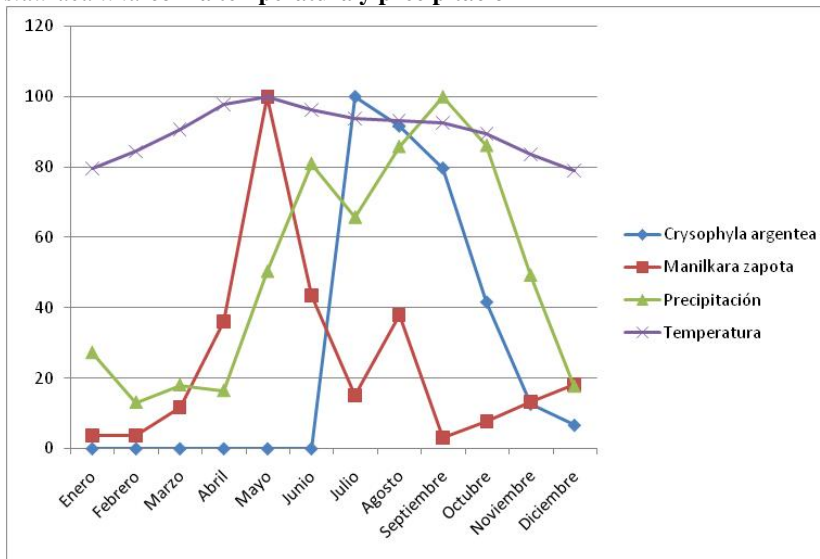
Gráfica 21. Valores relativos de floración de las especies *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Pouteria campechiana* y *Spondias mombin* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

Las especies *Manilkara zapota* y *Chrysophila stauracantha* presentan patrones únicos de floración. Ambas especies presentan la floración durante la temporada lluviosa, sin embargo *M. zapota* presenta 2 picos de floración y un incremento a fin de año, mientras que *C.stauracantha* presenta el máximo de floración entre los dos picos de lluvia y finaliza junto con la disminución de la precipitación a fin de año.

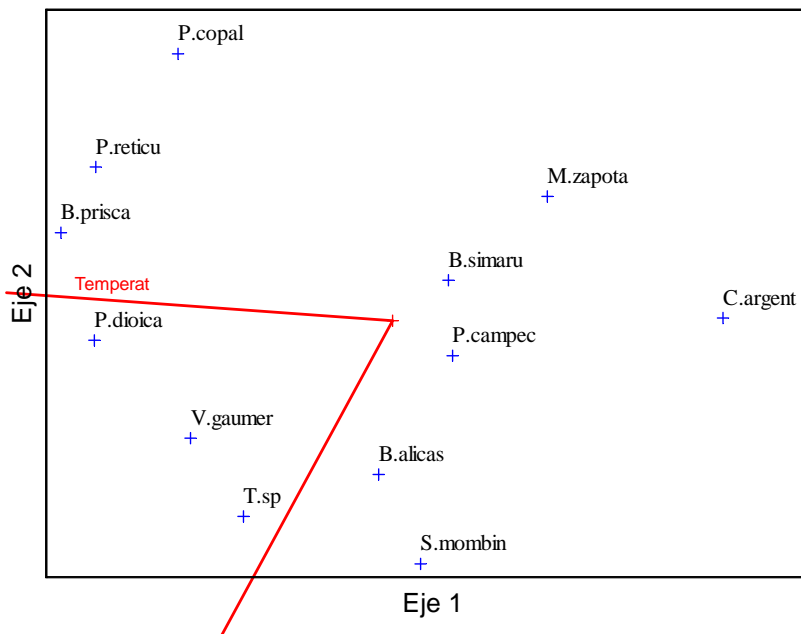
Gráfica 22. Valores relativos de floración de las especies *Manilkara zapota* y *Crysophila stauracantha* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

Se realizó un Análisis de Correlación Canónica (CCA) con los valores relativos de floración de las especies y las variables de temperatura y precipitación media mensual.

Gráfica 23. Resultado del CCA entre la floración de las especies y las variables ambientales



Fuente: datos de campo.

Tabla 1. Resultados del CCA entre floración y variables ambientales

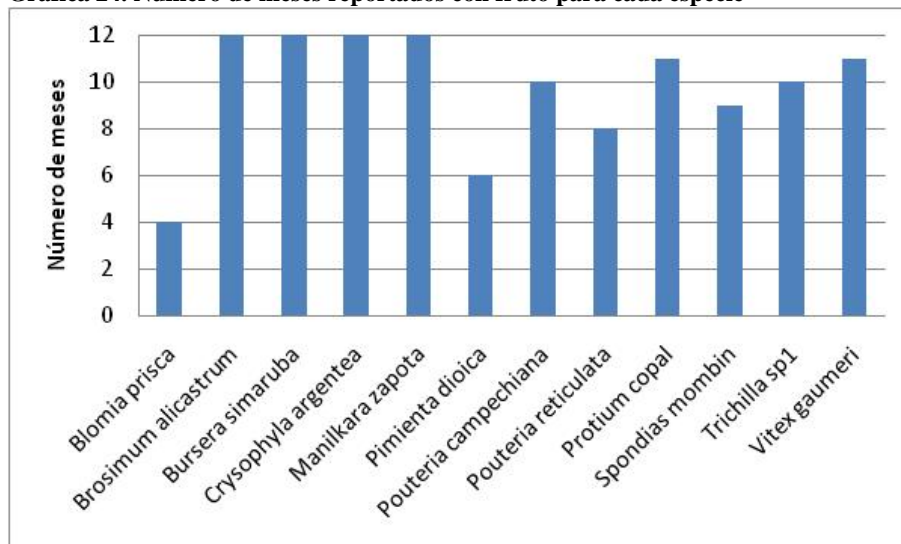
Valor	Eje1	Eje2	Eje3
Eigenvalue	0.251	0.123	0.109
Correlación de Pearson (especies - variables ambientales)	0.883	0.864	0.000
Correlación de Kendall (especies - variables ambientales)	0.788	0.727	0.000

Tabla 2. Resultados del CCA correlación entre variables ambientales y los 3 ejes

Variable	Eje1	Eje2	Eje3
Temperatura	-0.880	0.063	0.000
Precipitación	-0.421	-0.759	0.000

En cuanto a la fructificación, para la mayoría de especies ocurre de abril a septiembre, y de octubre a marzo.

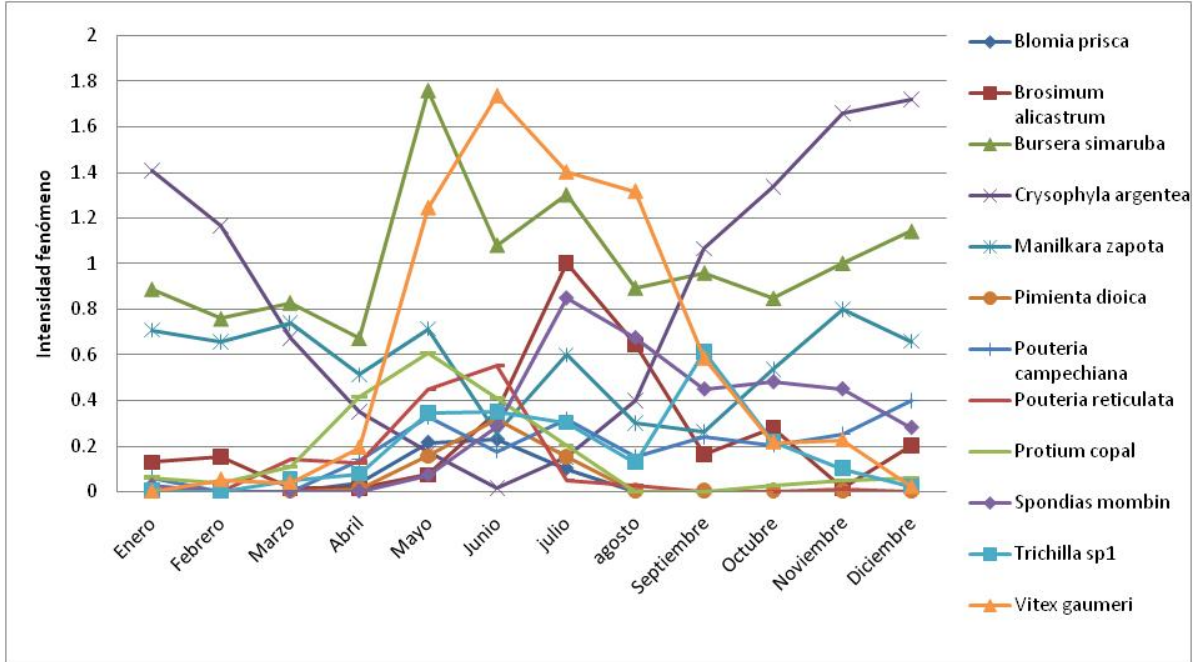
Gráfica 24. Número de meses reportados con fruto para cada especie



Fuente: datos de campo.

Las especies *Bursera simaruba*, *Vitex gaumeri* y *Cryosophila stauracantha* son las que presentan el fenómeno de fructificación con mayor intensidad. Las especies *Cryosophila stauracantha*, *Bursera simaruba* y *Manilkara zapota* presentan presencia de frutos en mayor intensidad, en los meses con de octubre a marzo, cuando hay menor disponibilidad de frutos para la fauna silvestre.

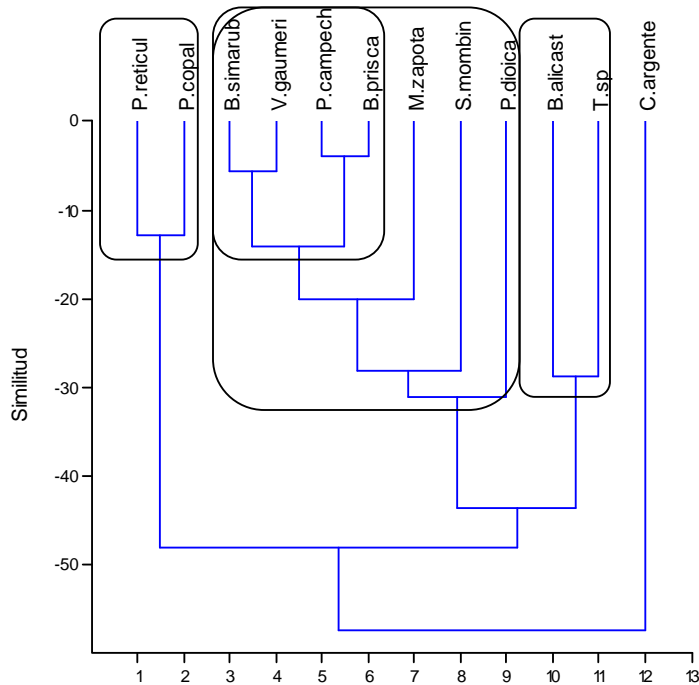
Gráfica 25. Fructificación de las especies incluidas en el estudio para la temporada 2011-2013



Fuente: datos de campo.

Se realizó un análisis cluster para los datos de fructificación de las especies, con base en los valores promedio mensual de fructificación de las especies.

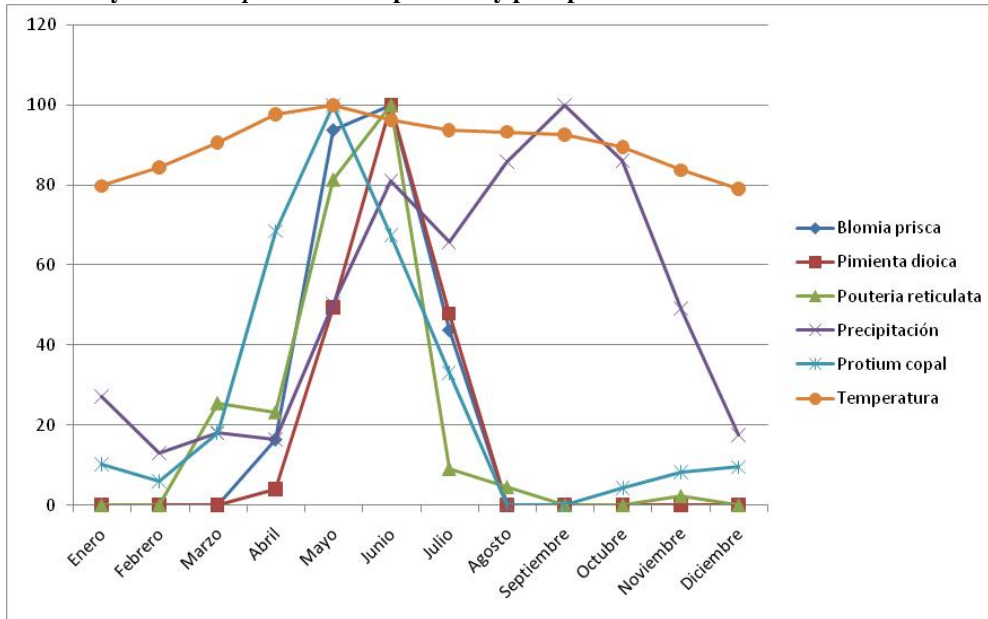
Gráfica 26. Análisis cluster de la fructificación promedio mensual de las especies



Fuente: datos de campo.

De manera similar a la floración, se establecieron grupos de acuerdo a los resultados del análisis cluster con respecto a la temperatura y precipitación. Se determinó un primer grupo integrado las especies cuya fructificación ocurre al final de la temporada seca e inicio de la temporada lluviosa. Se incluyen las especies *Blomia prisca*, *Pouteria campechiana*, *Bursera simaruba* y *Vitex gaumeri*.

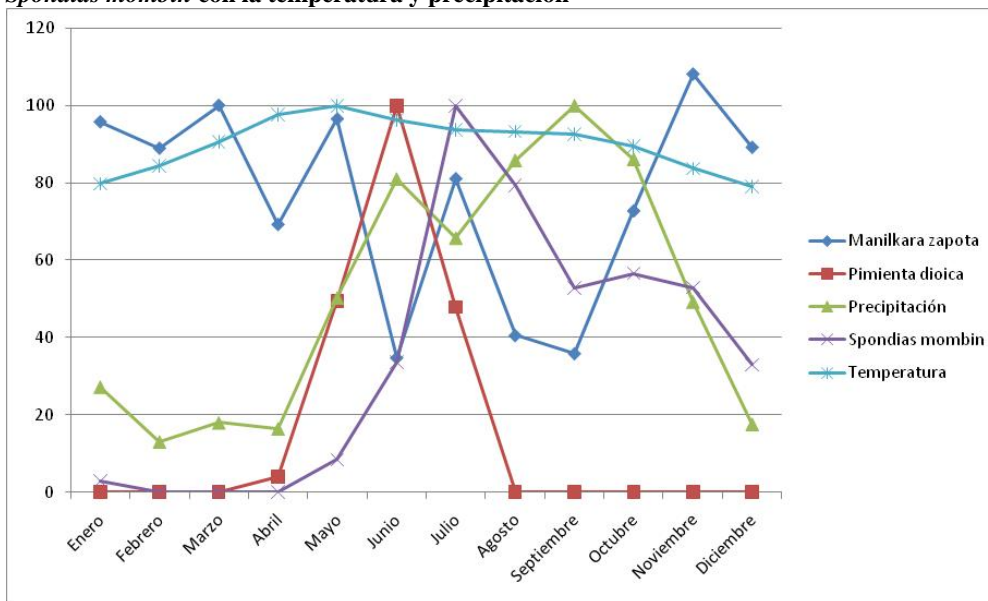
Gráfica 27. Valores relativos de fructificación de las especies *Blomia prisca*, *Pimenta dioica*, *Pouteria reticulata* y *Protium copal* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

Este primer grupo es completado por las especies *Manilkara zapota*, *Spondias mombin* y *Pimenta dioica*.

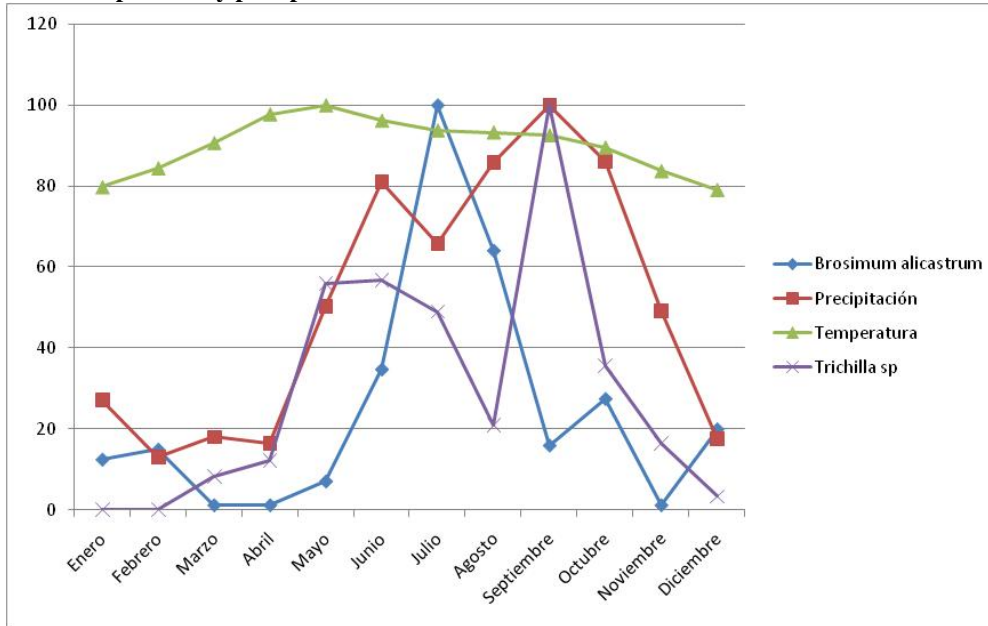
Gráfica 28. Valores relativos de fructificación de las especies *Manilkara zapota*, *Pimenta dioica* y *Spondias mombin* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

Las especies *Brosimum alicastrum* y *Trichilia* sp conforman otro grupo.

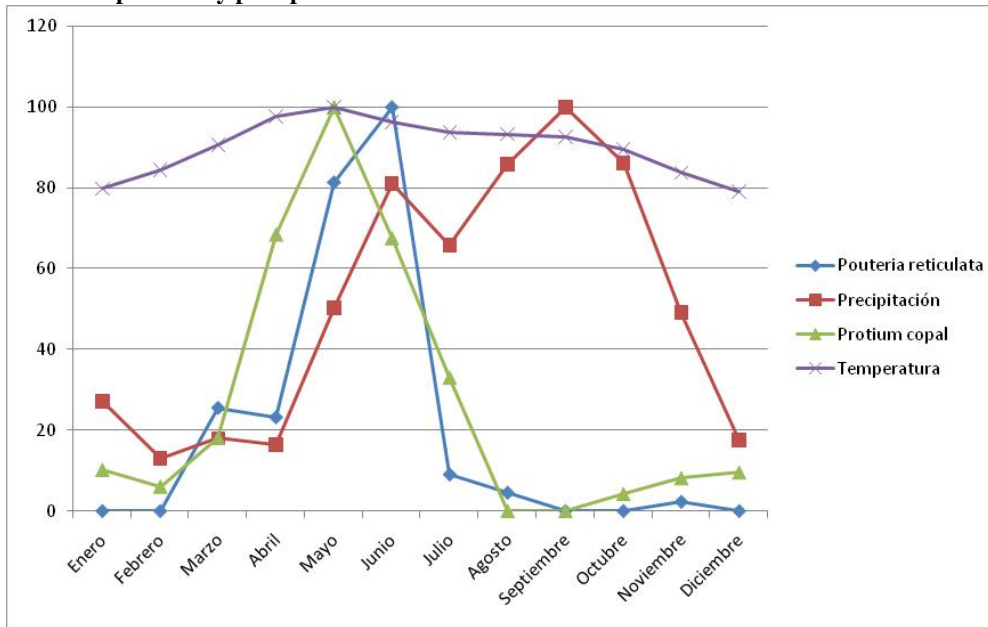
Gráfica 29. Valores relativos de fructificación de las especies *Brosimum alicastrum* y *Trichilia* sp con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

Otro grupo es conformado por *Pouteria reticulata* y *Protium copal*.

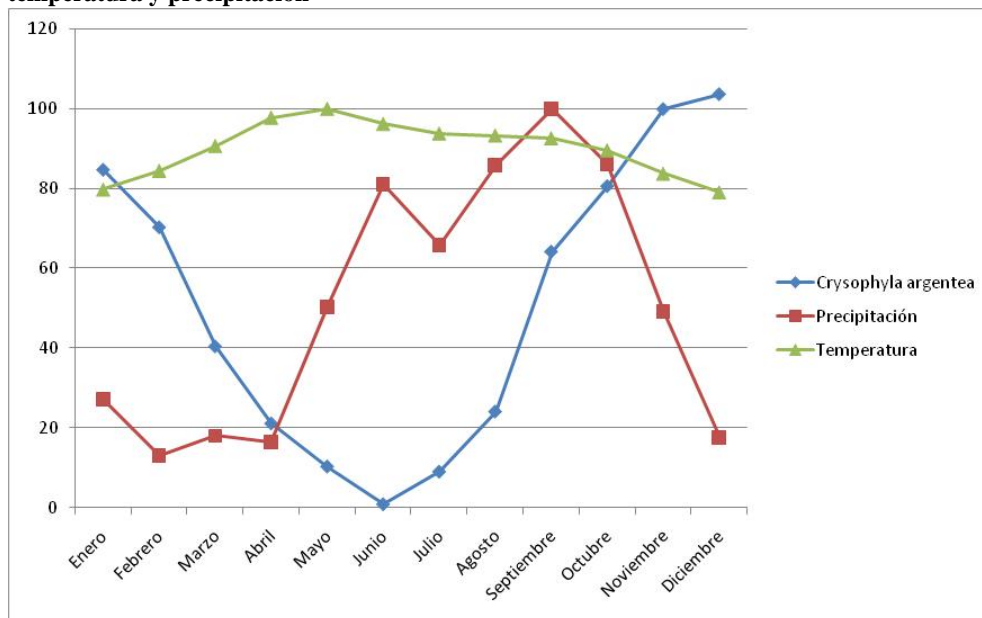
Gráfica 30. Valores relativos de fructificación de las especies *Pouteria reticulata* y *Protium copal* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

La especie *Cryosophila stauracantha* presenta un patrón único de fructificación.

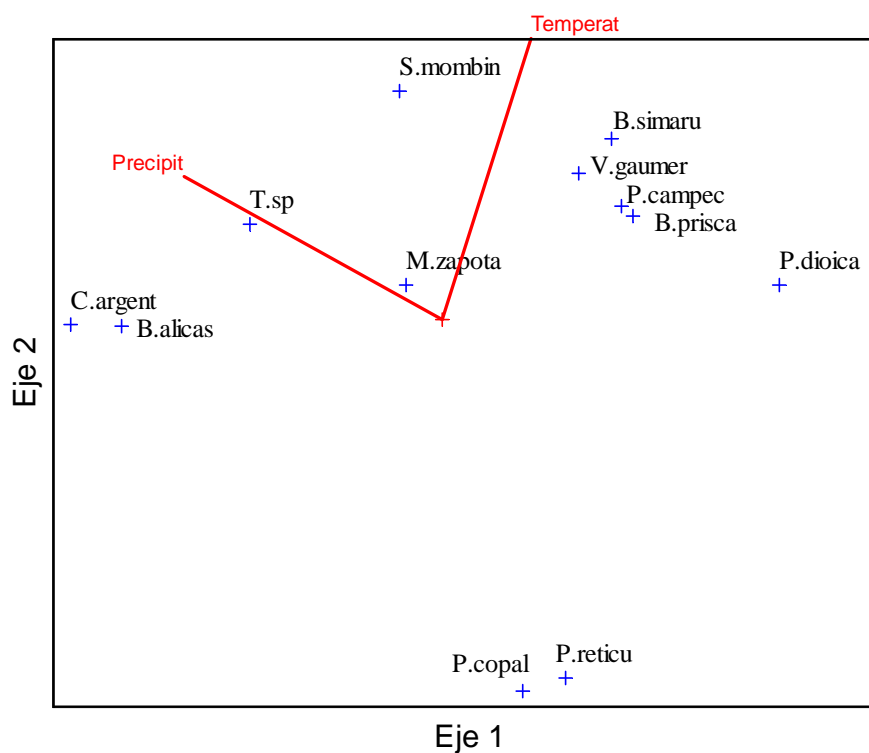
Gráfica 31. Valores relativos de fructificación de las especie *Cryosophila stauracantha* con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo.

Se realizó un CCA para los valores de fructificación de las especies.

Gráfica 32. Resultado del CCA entre fructificación de las especies y variables ambientales promedio mensual



Fuente: datos de campo.

Tabla 3. Resultado del CCA la correlación entre fructificación y variables ambientales promedio mensual

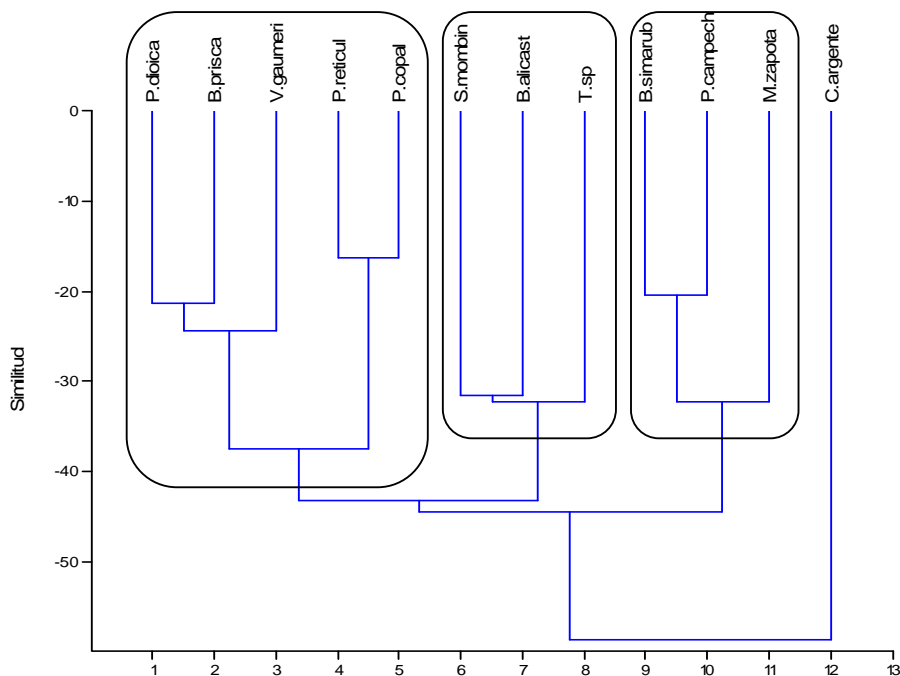
Valor	Eje1	Eje2	Eje3
Eigenvalue	0.517	0.403	0.447
Correlación de Pearson (especies - variables ambientales)	0.919	0.875	0.000
Correlación de Kendall (especies - variables ambientales)	0.697	0.667	0.000

Tabla 4. Resultado CCA de las correlación entre variables ambientales y los 3 Ejes

Variable	Eje1	Eje2	Eje3
Temperatura	0.275	0.835	0.000
Precipitación	-0.803	0.426	0.000

Se realizó un análisis cluster para las especies con base a su floración y fructificación. Se identifica un primer grupo conformado por *Pouteria reticulata*, *Protium copal*, *Pimenta dioica*, *Blomia prisca* y *Vitex gaumeri*, con floración antes o al inicio de la temporada lluviosa, y fructificación al inicio de la temporada lluviosa. Las especies *Spondias mombin*, *Brosimum alicastrum* y *Trichilia* sp con forman un segundo grupo con floración al inicio de la temporada lluviosa y 2 picos de floración durante la temporada lluviosa. Un tercer grupo conformado por *Bursera simaruba*, *Pouteria campechiana* y *Manilkara zapota*, con floración al inicio de la temporada lluviosa y producción de frutos de frutos en la época lluviosa que maduran lentamente a lo largo del año. La especie *Cryosophila stauracantha* presenta un patrón único de floración y fructificación.

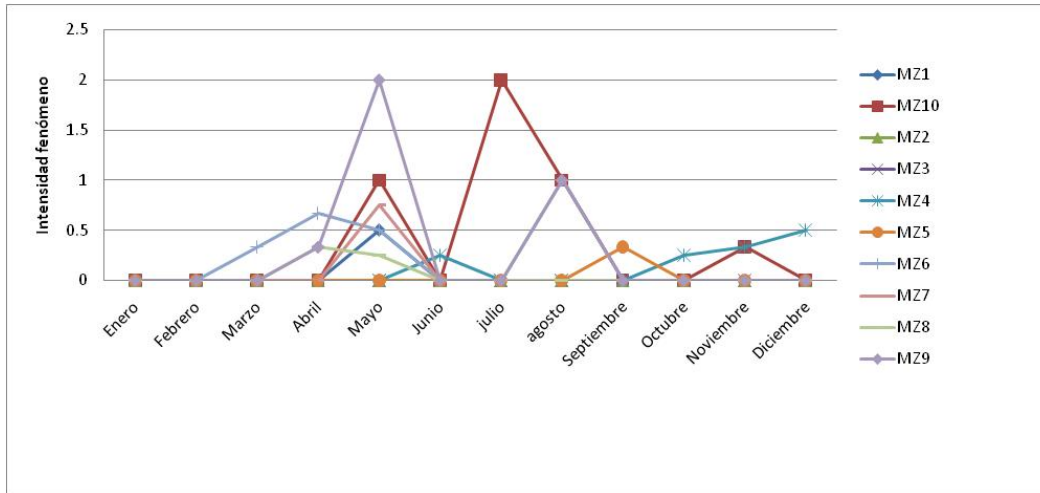
Gráfica 33. Análisis cluster de las especies con base a la floración y fructificación promedio mensual para el período 2011-2013



Fuente: datos de campo.

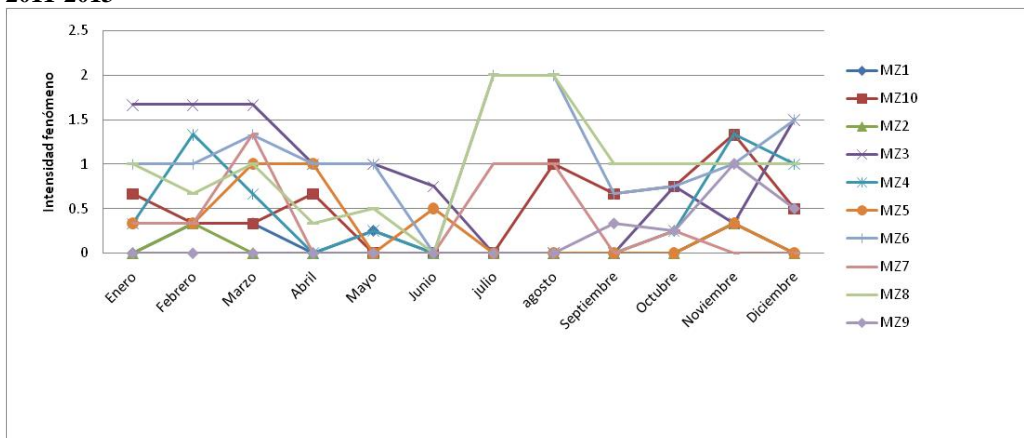
Los datos colectados en el estudio a nivel de individuo permiten registrar el patrón fenológico de cada especie. Para la especie *Manilkara zapota*, la mayoría de individuos presentan dos picos de floración a lo largo del año. En cuanto a la fructificación, parecen existir también dos picos de este fenómeno en los distintos individuos.

Gráfica 34. Floración de los individuos de *Manilkara zapota* muestreados para la temporada 2011-2013



Fuente: datos de campo.

Gráfica 35. Fructificación de los individuos de *Manilkara zapota* muestreados para la temporada 2011-2013



Fuente: datos de campo.

Productividad

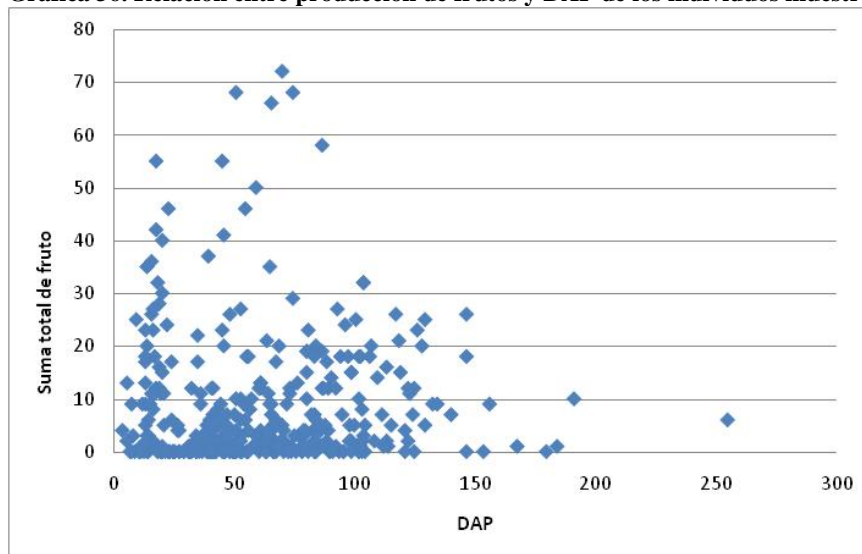
Se evaluó el porcentaje de individuos de los 30 de cada especie en que ocurrieron los fenómenos de floración y fructificación. El 100% de los individuos de *Manilkara zapota* y *Vitex gaumeri* fueron registrados con la presencia de frutos, mientras que la especie *Blomia prisca*, únicamente el 23% de los individuos fueron registrados con frutos. Para el resto de las especies, más del 50% de los individuos presentaron la presencia de frutos.

Tabla 5. Porcentaje de individuos incluidos en el muestreo que presentaron floración y/o fructificación

Especie	Flor	%	Fruto	%
<i>Blomia prisca</i>	25	83	7	23
<i>Brosimum alicastrum</i>	15	50	24	80
<i>Bursera simaruba</i>	25	83	25	86
<i>Cryosophila stauracantha</i>	17	57	28	93
<i>Manilkara zapota</i>	28	93	30	100
<i>Pimenta dioica</i>	11	37	15	50
<i>Pouteria campechiana</i>	18	60	24	80
<i>Pouteria reticulata</i>	18	60	16	53
<i>Protium copal</i>	20	67	16	53
<i>Spondias mombin</i>	21	70	23	77
<i>Trichilia sp</i>	11	37	22	73
<i>Vitex gaumeri</i>	27	90	30	100

Se realizó un gráfico de dispersión como medio exploratorio para evaluar la relación en el DAP y la producción de frutos. En la Gráfica puede notarse que no existe una relación lineal, ya que existe una gran variación en la producción de frutos para individuos de distintos DAPs.

Gráfica 36. Relación entre producción de frutos y DAP de los individuos muestreados



Fuente: datos de campo.

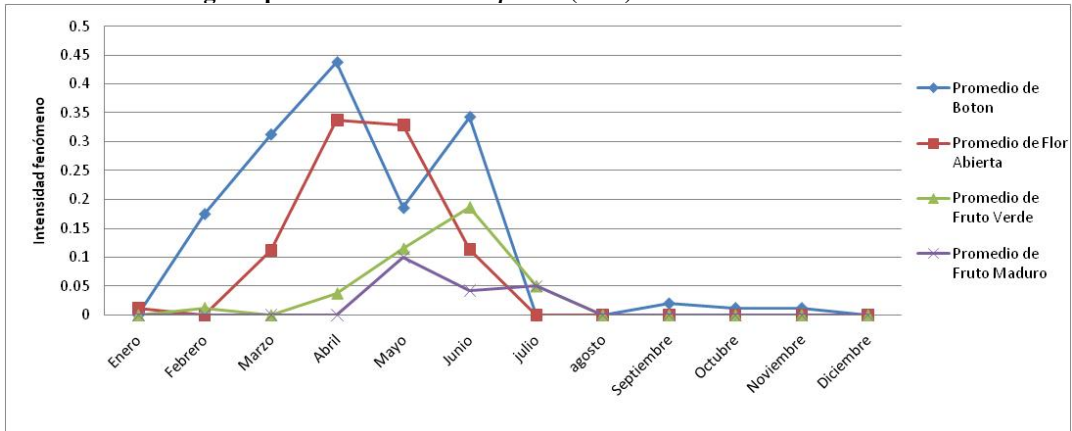
Con base a los datos tomados durante el período y en los sitios del presente estudio, se promediaron los datos para cada una de las especies de interés.

Blomia prisca (Tzol)

Esta especie presenta mayor actividad durante el primer semestre. Mostrando un pico de botón en marzo, seguido por un pico de flor abierta en los meses de abril y mayo, y un pico de fructificación de mayo a junio. Llama un segundo pico de botón en el mes de

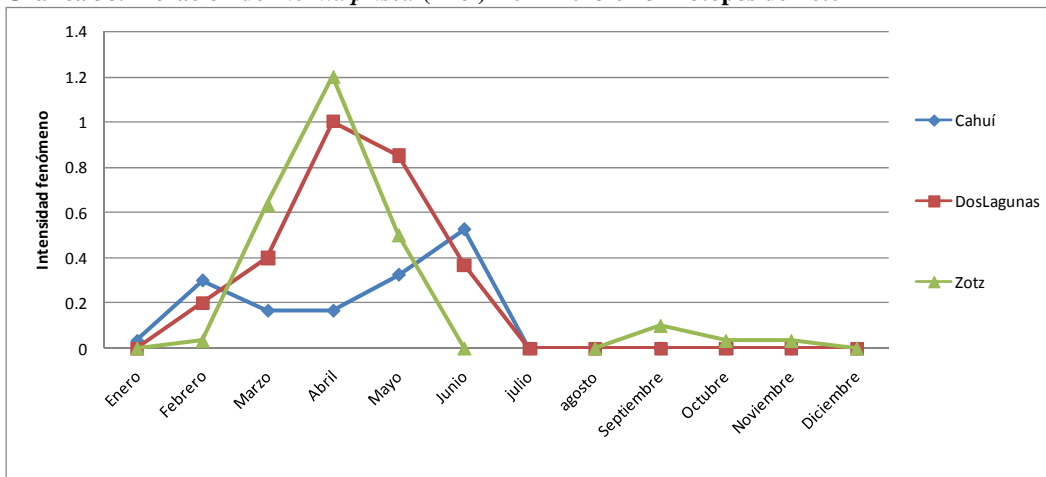
junio, el cual no es seguido por flores abiertas o frutos. La floración ocurre de febrero a junio, con su máximo en los meses de abril a mayo, existiendo una leve diferencia de en la máximo de floración en el Biotopo El Zotz en relación con los otros Biotopos. La fructificación ocurre de abril a julio, sin embargo en los Biotopos Cerro Cahuí y El Zotz, se reportó un bajo número de individuos produciendo frutos, mientras que en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas se reportó una alta producción de frutos.

Gráfica 37. Fenología reproductiva de *Blomia prisca* (Tzol) 2011-2013



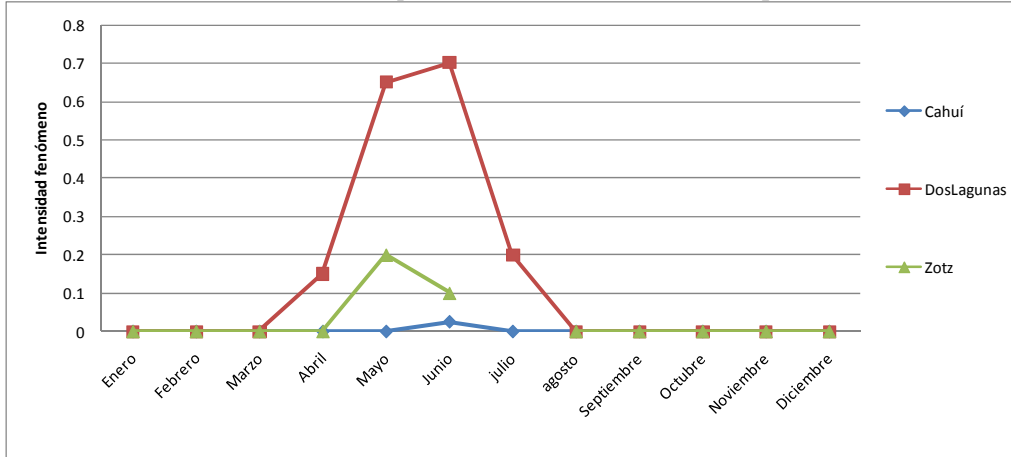
Fuente: datos de campo.

Gráfica 38. Floración de *Blomia prisca* (Tzol) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 39. Fructificación de *Blomia prisca* (Tzol) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

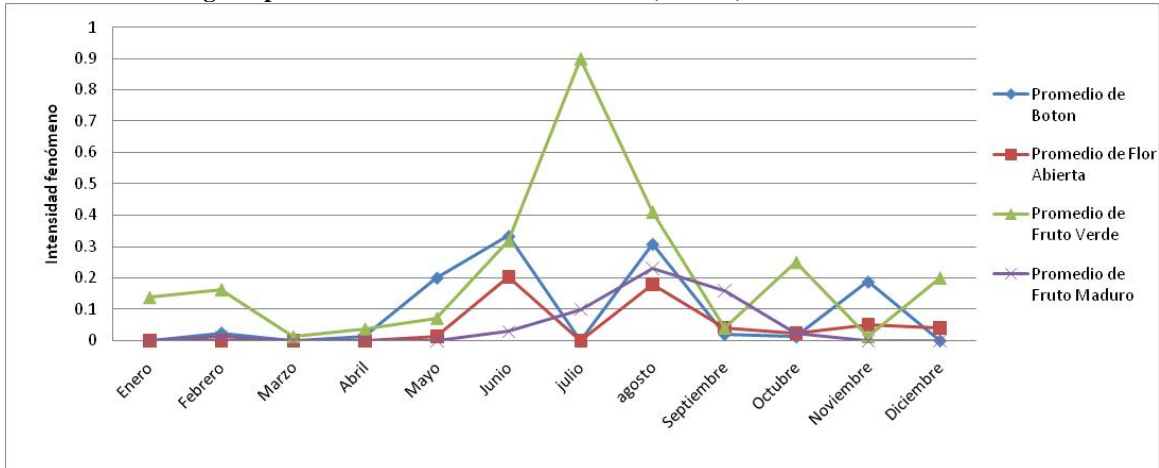


Fuente: datos de campo.

Brosimum alicastrum (Ramón)

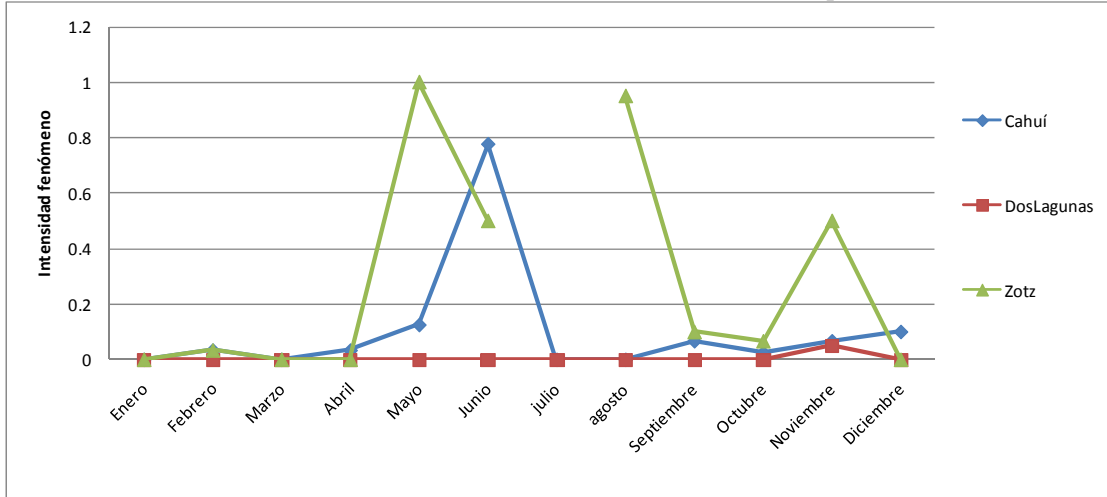
Esta especie presenta una mayor actividad de abril a septiembre, con una alta producción de fruto en los meses de julio y agosto. La floración para esta especie ocurre de mayo a diciembre, con un aumento en junio y agosto. La fructificación ocurre de mayo a febrero, con un aumento en los meses de junio a octubre. Se observan diferencias en el máximo de producción de frutos entre los distintos Biotopos.

Gráfica 40. Fenología reproductiva de *Brosimum alicastrum* (Ramón) 2011-2013



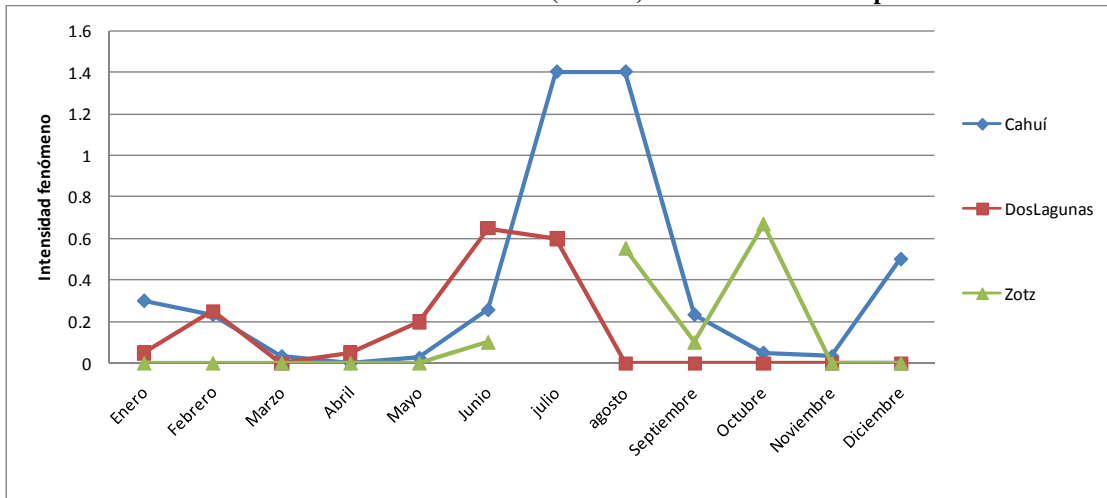
Fuente: datos de campo.

Gráfica 41. Floración de *Brosimum alicastrum* (Ramón) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 42. Fructificación de *Brosimum alicastrum* (Ramón) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

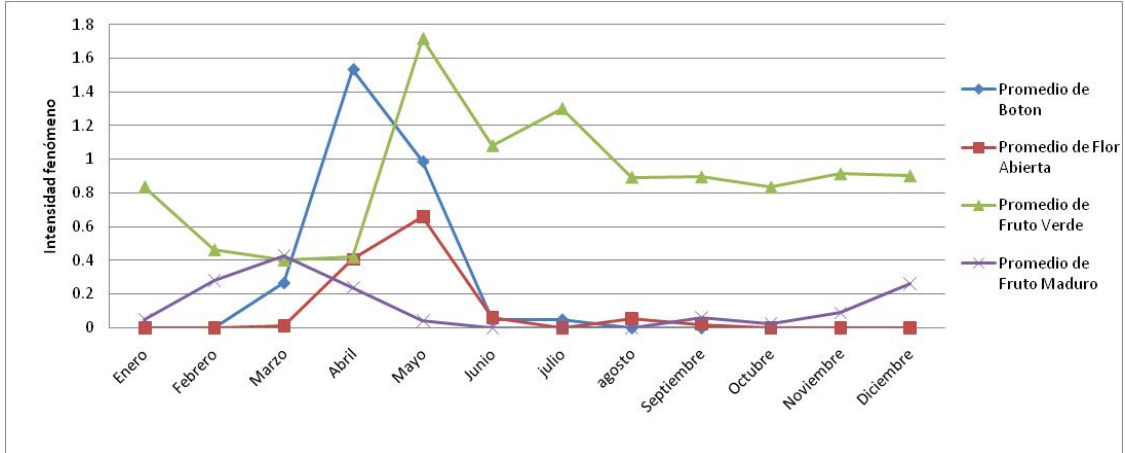


Fuente: datos de campo.

Bursera simaruba (chacaj)

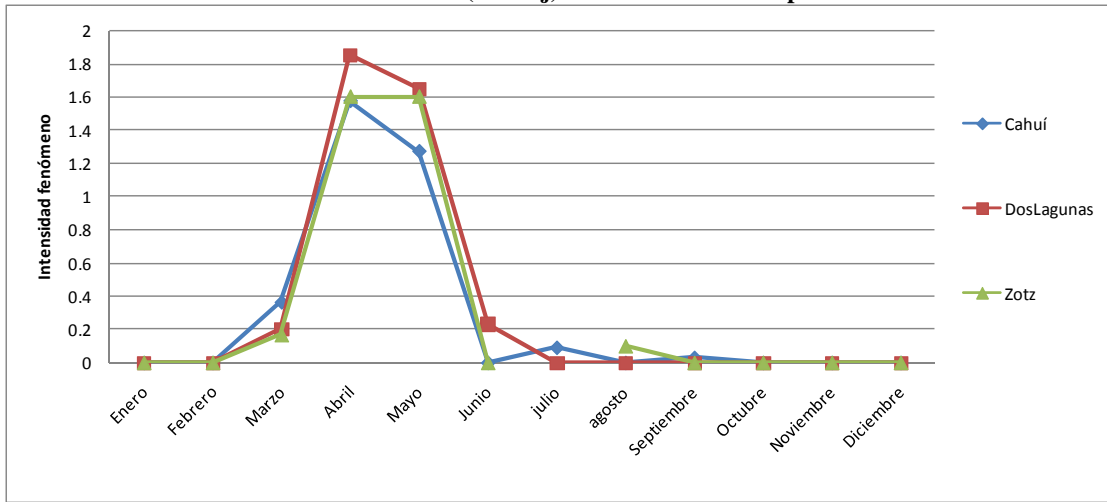
Esta especie presenta actividad de floración en los meses de verano (febrero a junio), y la presencia de frutos a lo largo de todo el año, con un aumento de mayo a julio. La presencia de flores abiertas ocurre en los meses de marzo a junio en los 3 Biotopos. La fructificación ocurre a lo largo de todo el año, con un aumento en los meses de mayo y julio. Se presenta un patrón similar en los 3 Biotopos, sin embargo en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas se registró una mayor producción de frutos en relación con los otros Biotopos en los meses de mayo y julio.

Gráfica 43. Fenología reproductiva de *Bursera simaruba* (Chacaj) 2011-2013



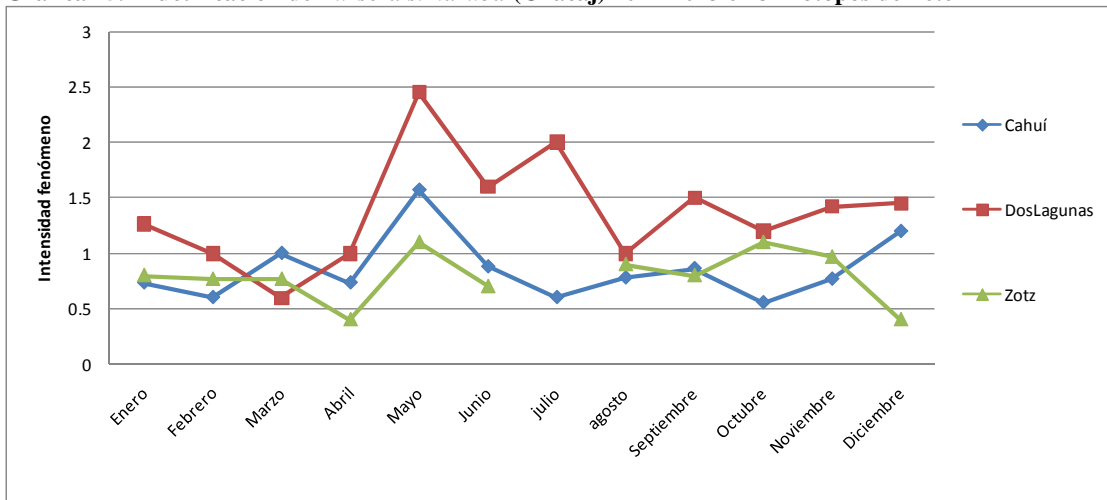
Fuente: datos de campo.

Gráfica 44. Floración de *Bursera simaruba* (Chacaj) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 45. Fructificación de *Bursera simaruba* (Chacaj) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

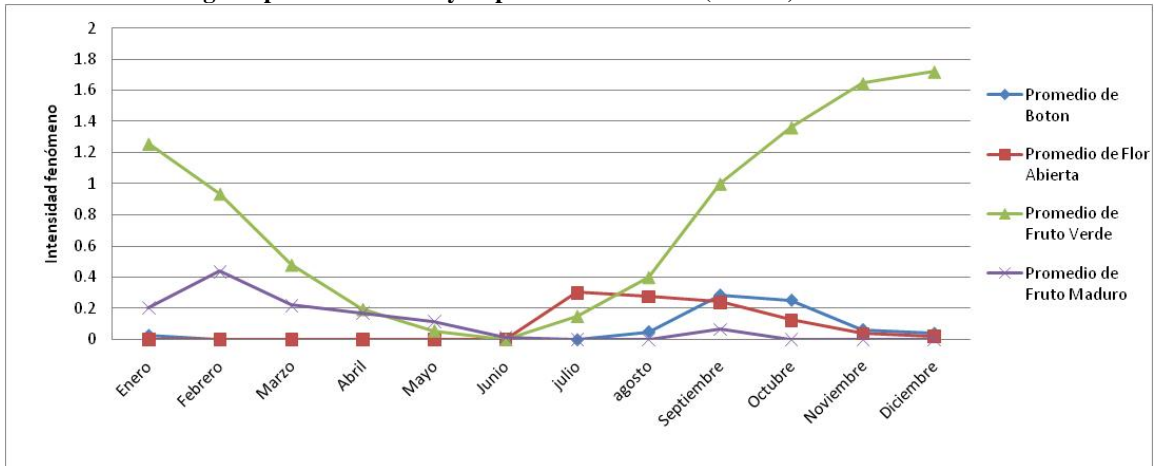


Fuente: datos de campo.

Cryosophila stauracantha (Escobo)

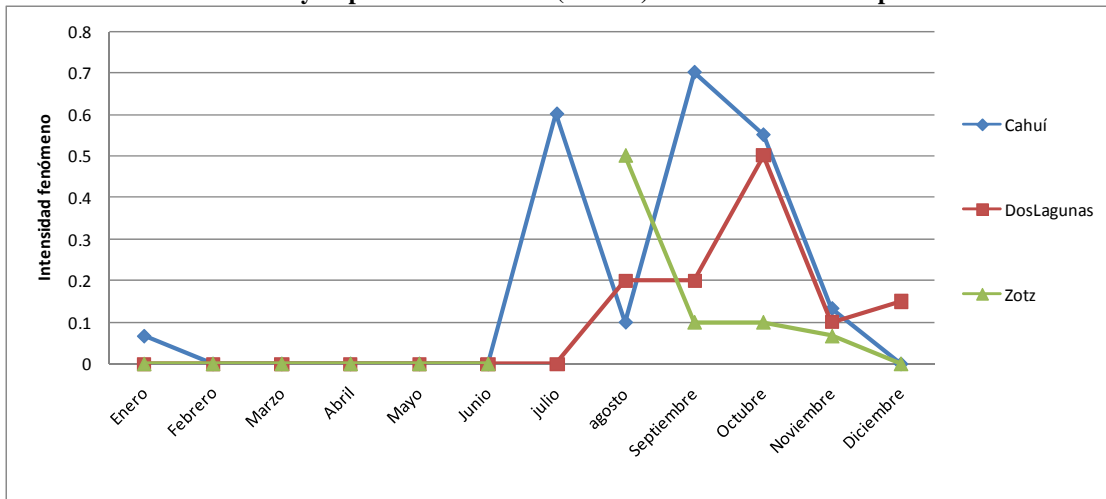
Esta especie presenta actividad de floración en los meses de julio a noviembre y fructificación de julio a mayo. En los 3 Biotopos se registró floración de individuos de *Cryosophila stauracantha* (escobo), en los meses de junio a diciembre, con la máxima floración en los meses de julio a septiembre. La fructificación ocurre con un patrón similar en los 3 Biotopos.

Gráfica 46. Fenología reproductiva de *Cryosophila stauracantha* (Escobo) 2011-2013



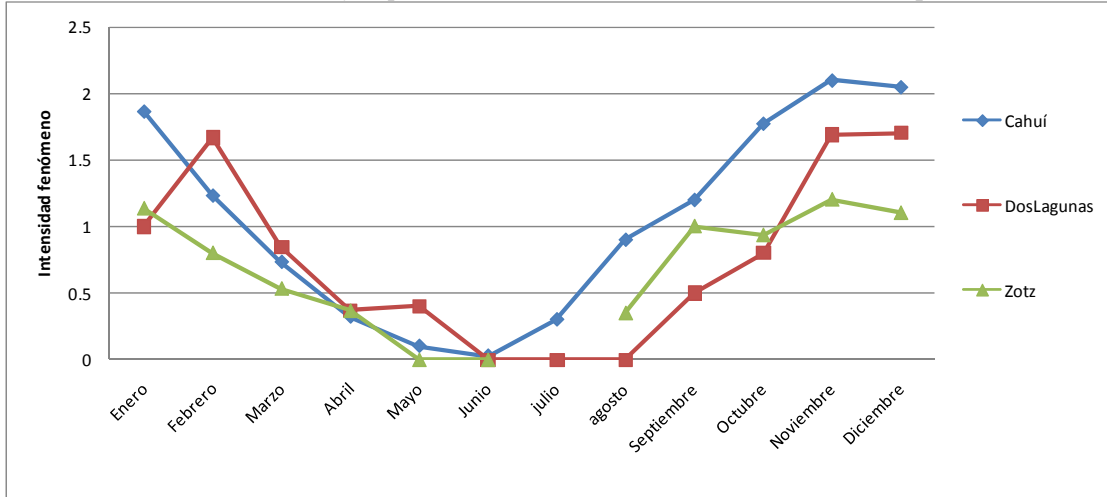
Fuente: datos de campo.

Gráfica 47. Floración de *Cryosophila stauracantha* (Escobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 48. Fructificación de *Cryosophila stauracantha* (Escobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

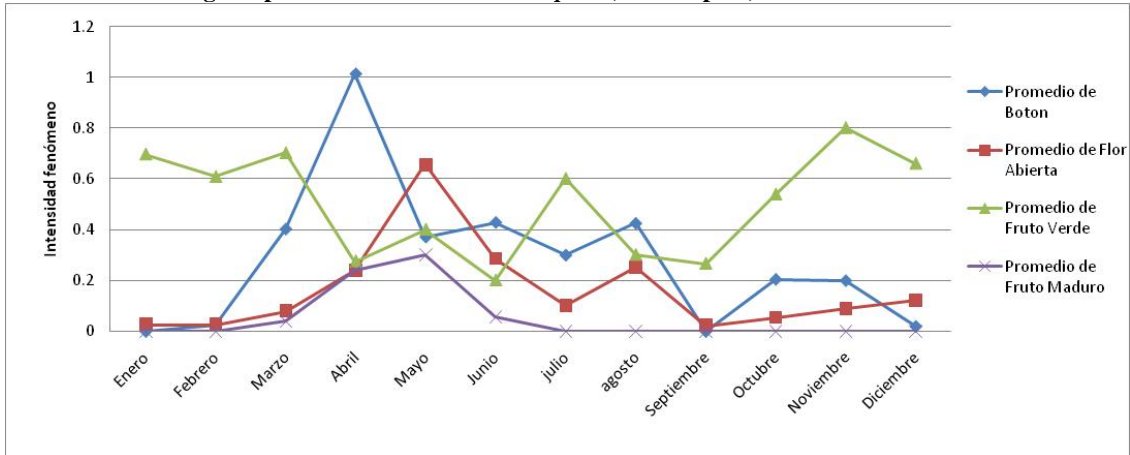


Fuente: datos de campo.

Manilkara zapota (Chicozapote)

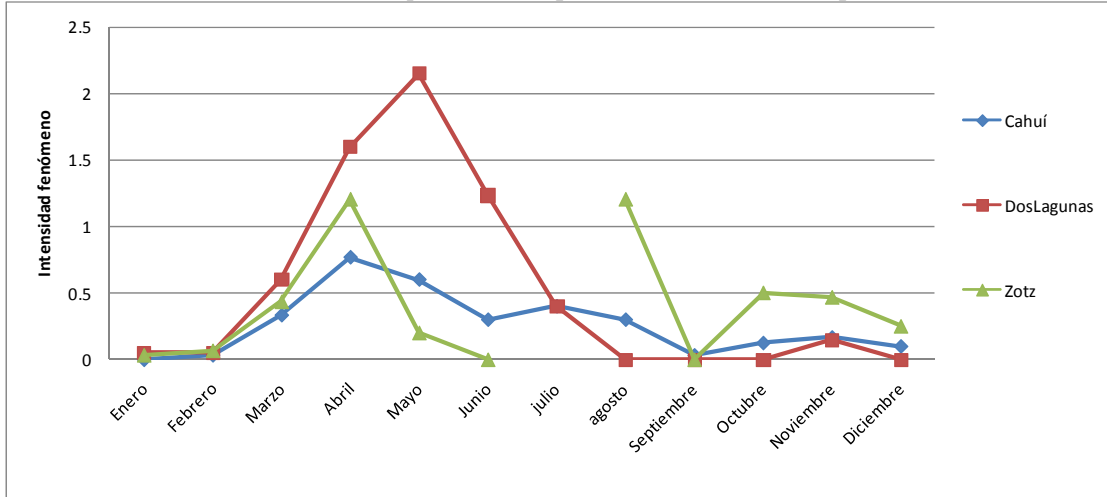
Esta especie presenta actividad fenológica a lo largo del año. La floración ocurre en los meses de marzo a enero, con un aumento en los meses de abril a junio en los 3 biotopos, y un incremento en el mes de agosto en los Biotopos Cerro Cahuí y El Zotz. La fructificación ocurre a lo largo de todo el año, con variaciones en la intensidad del fenómeno en los distintos Biotopos.

Gráfica 49. Fenología reproductiva de *Manilkara zapota* (Chicozapote) 2011-2013



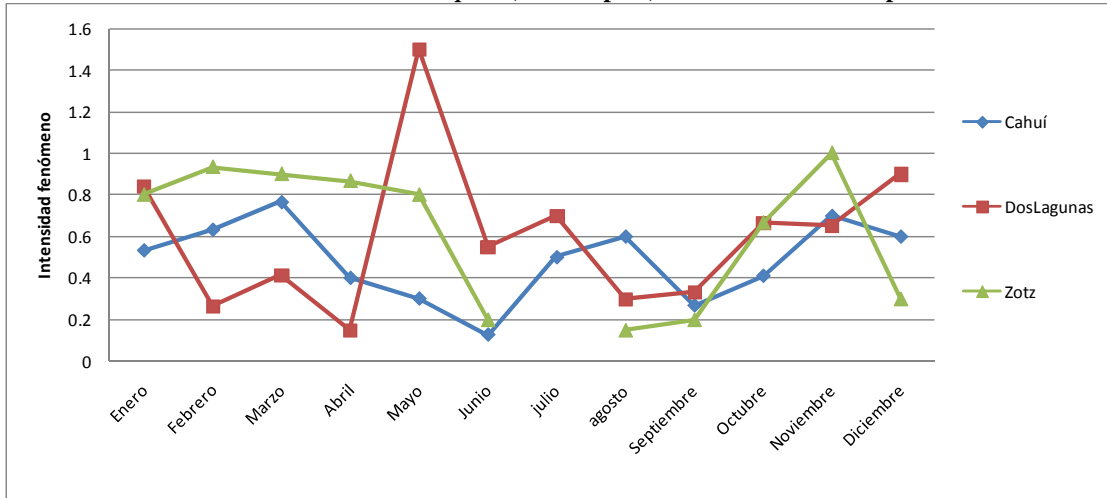
Fuente: datos de campo.

Gráfica 50. Floración de *Manilkara zapota* (Chicozapote) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 51. Fructificación de *Manilkara zapota* (Chicozapote) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

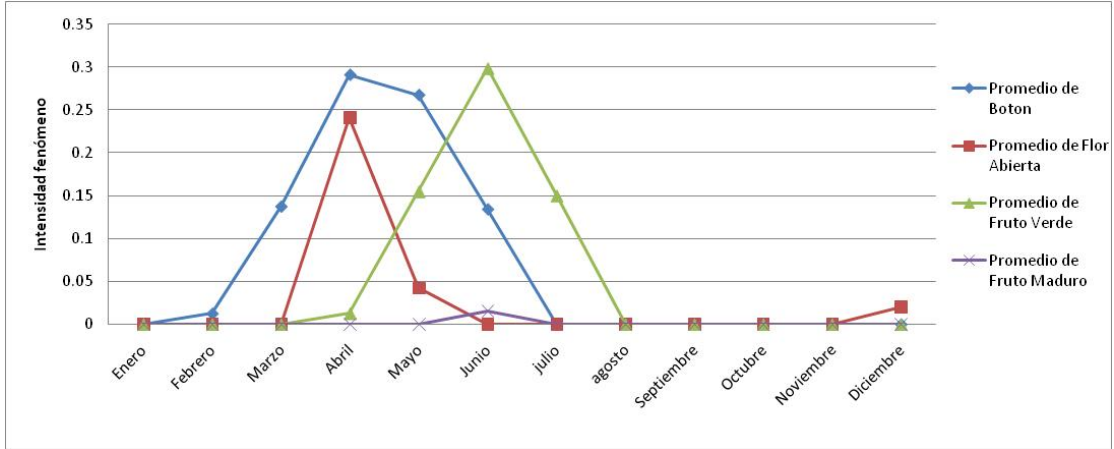


Fuente: datos de campo.

Pimenta dioica (Pimienta)

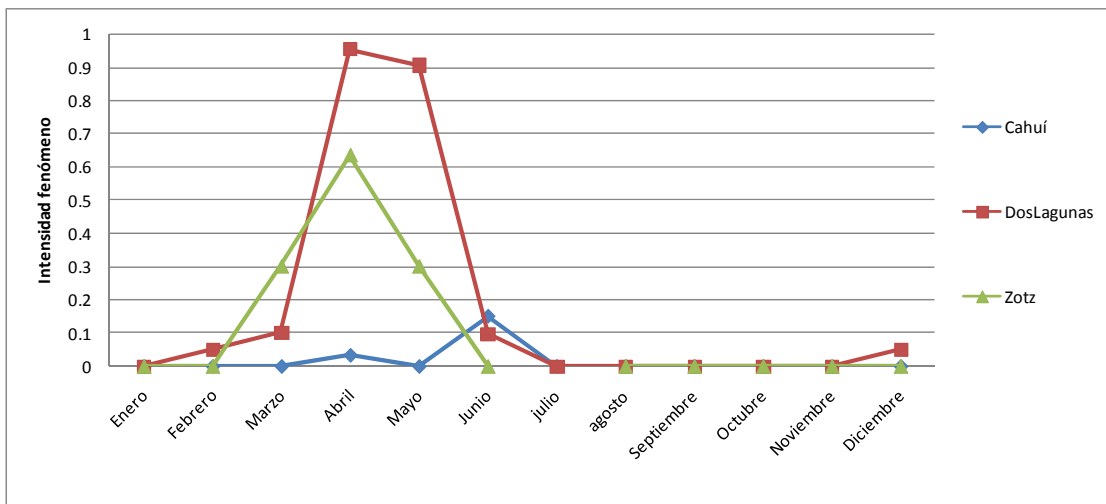
Esta especie presenta actividad fenológica en los meses de febrero a julio. La floración ocurre de febrero a junio. En el Biotopo Cerro Cahuí se registraron muy pocos individuos en floración. La fructificación ocurre en los meses de abril a julio, presentando variaciones en la intensidad del fenómeno en los 3 Biotopos.

Gráfica 52. Fenología reproductiva de *Pimenta dioica* (Pimienta) 2011-2013



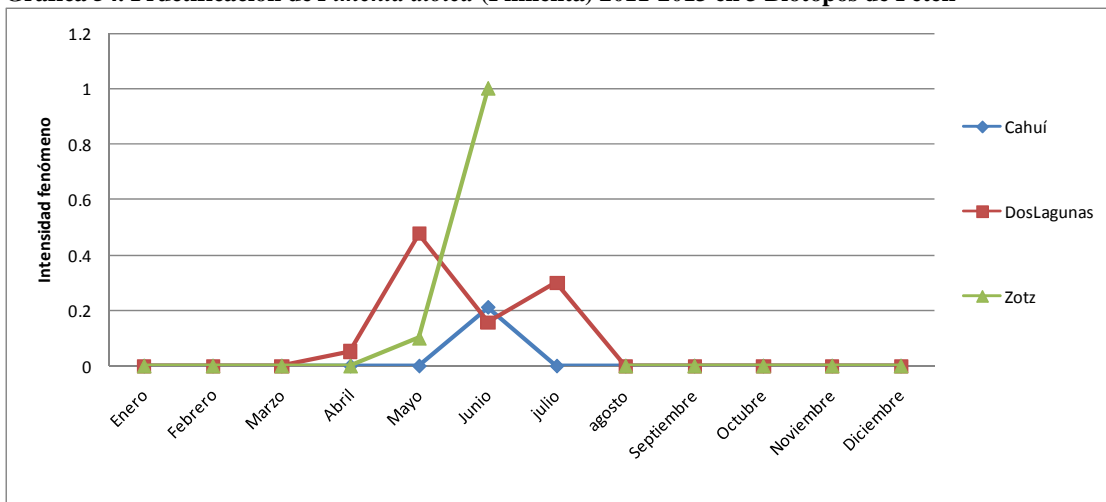
Fuente: datos de campo.

Gráfica 53. Floración de *Pimenta dioica* (Pimienta) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 54. Fructificación de *Pimenta dioica* (Pimienta) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

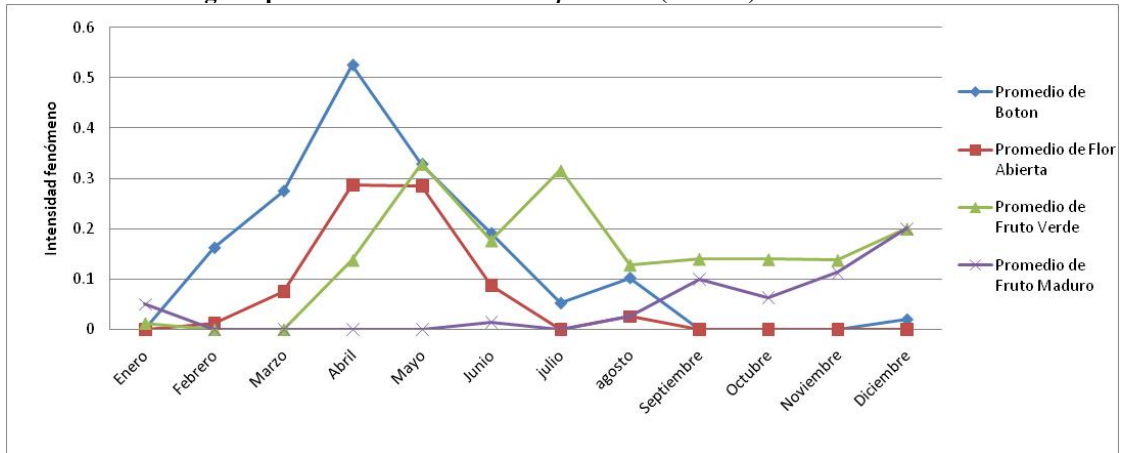


Fuente: datos de campo.

Pouteria campechiana (Casnité)

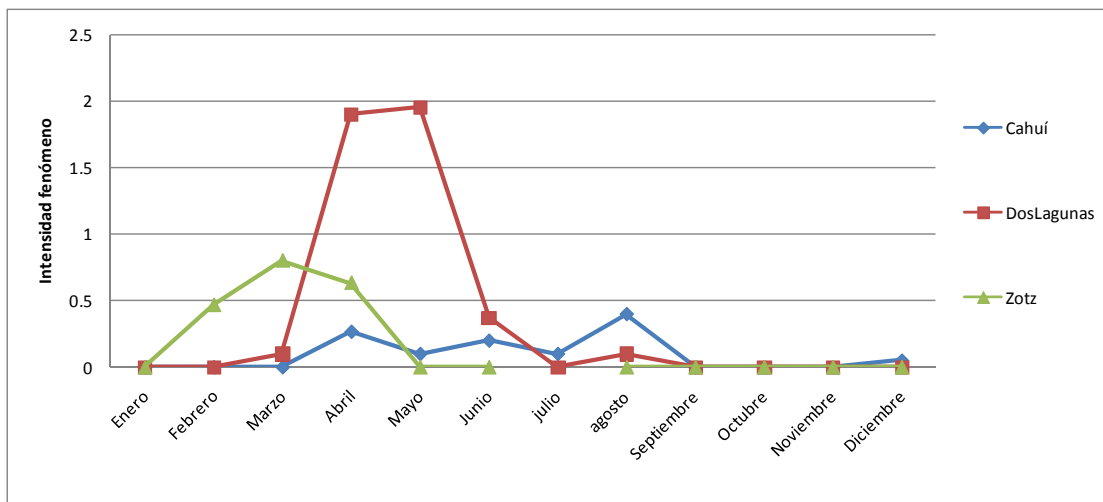
Esta especie presenta actividad fenológica a lo largo de todo el año, ocurriendo un traslape en el mes de febrero con la maduración de los últimos frutos con el inicio de la prefloración. La floración ocurre en los meses de febrero a agosto, mostrando variaciones en la intensidad y en el máximo de floración entre los 3 Biotopos. El máximo de floración en el Biotopo El Zotz ocurre en abril, en mayo en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas y en mayo y agosto para el Biotopo Cerro Cahuí. La fructificación ocurre de abril a enero, con un aumento en los meses de abril a agosto. En el Biotopo Cerro Cahuí se registró un aumento en la producción de frutos en los meses de noviembre y diciembre, mientras que no hubo registros de fructificación en los otros Biotopos.

Gráfica 55. Fenología reproductiva de *Pouteria campechiana* (Canisté) 2011-2013



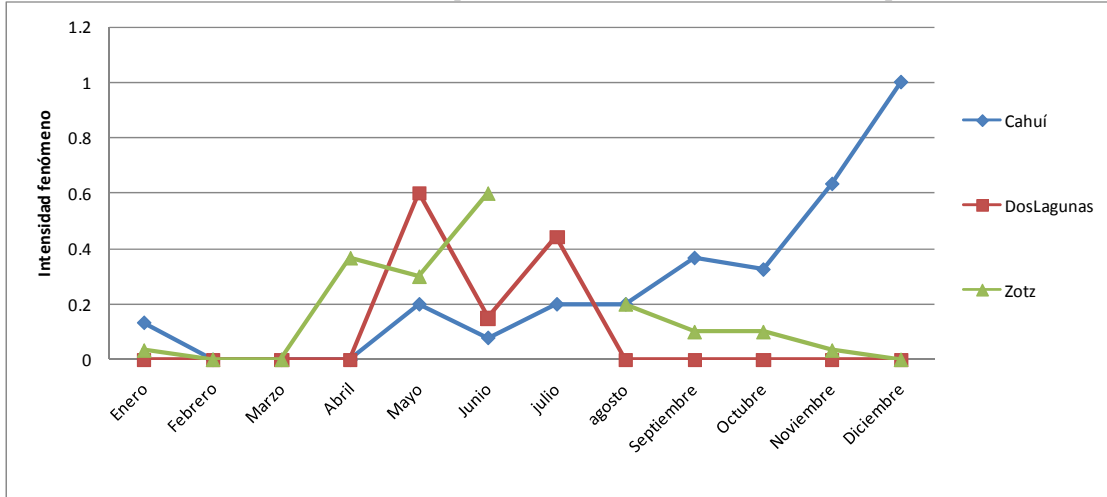
Fuente: datos de campo.

Gráfica 56. Floración de *Pouteria campechiana* (Canisté) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 57. Fructificación de *Pouteria campechiana* (Canisté) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

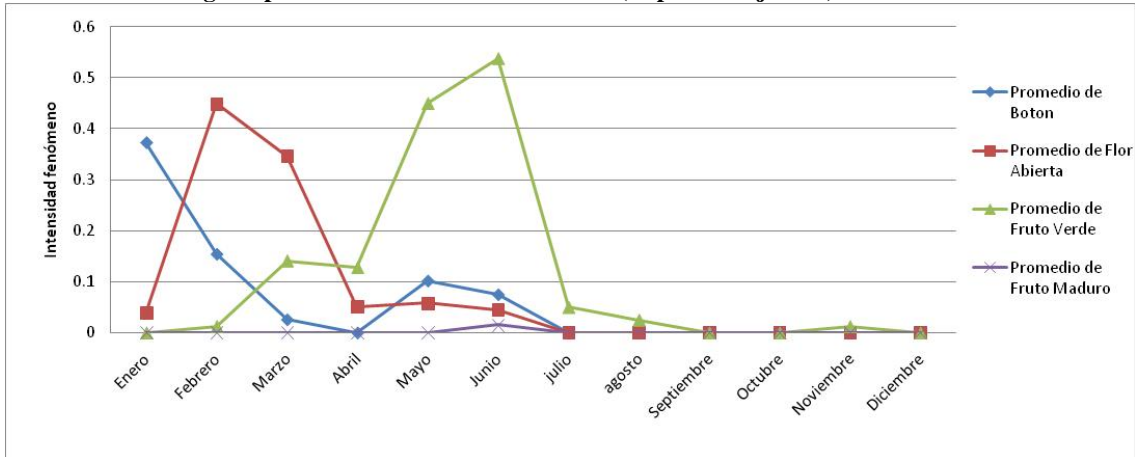


Fuente: datos de campo.

Pouteria reticulata (Zapotillo de hoja fina)

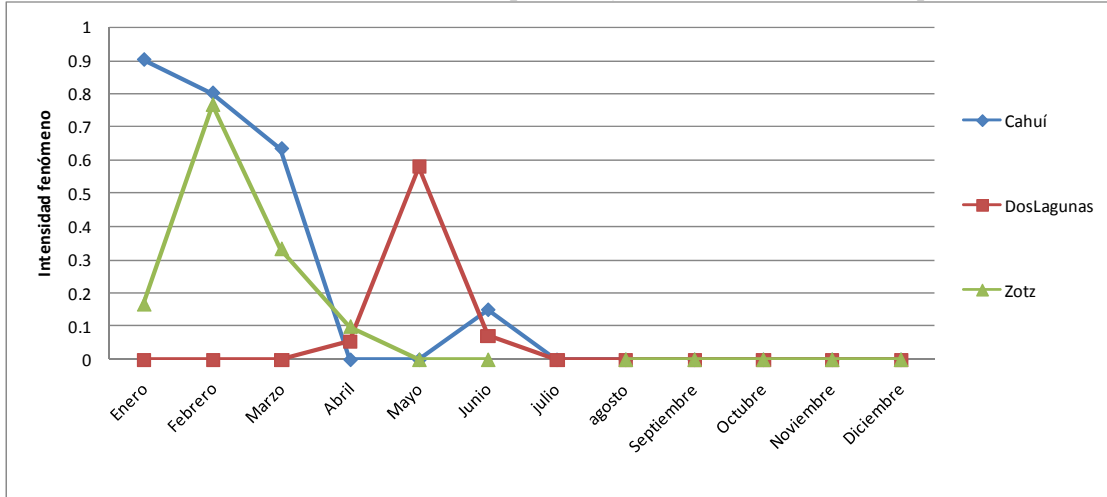
Esta especie presenta actividad fenológica principalmente en el primer semestre del año. La floración ocurre de enero a junio, encontrándose flores abiertas de febrero a junio. La fructificación ocurre de marzo a agosto, con un aumento en los meses de mayo a junio. En el Biotopo El Zotz se registró una mayor producción de frutos en los meses de mayo a junio en relación con los otros Biotopos.

Gráfica 58. Fenología reproductiva de *Pouteria reticulata* (Zapotillo hoja fina) 2011-2013



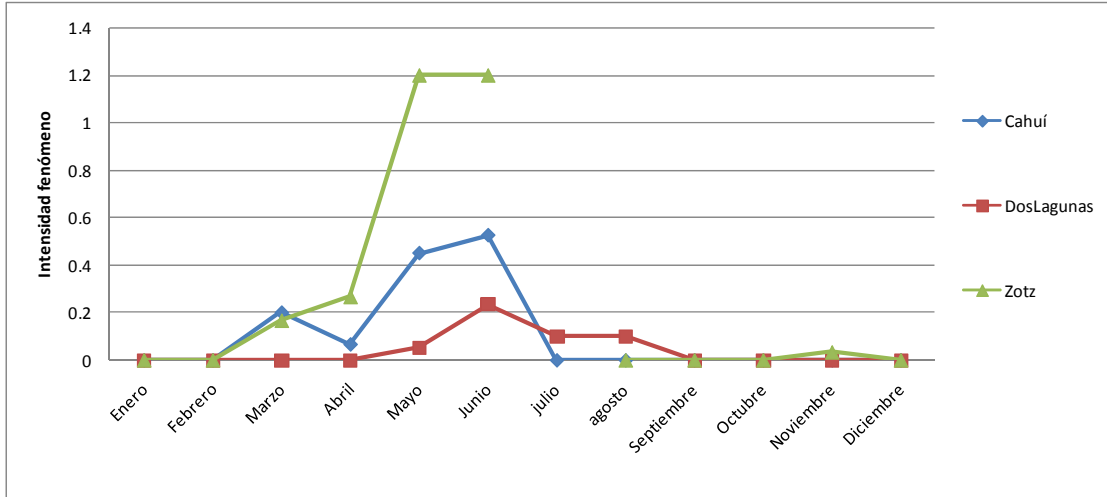
Fuente: datos de campo.

Gráfica 59. Floración de *Pouteria reticulata* (Zapotillo hoja fina) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 60. Fructificación de *Pouteria reticulata* (Zapotillo hoja fina) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

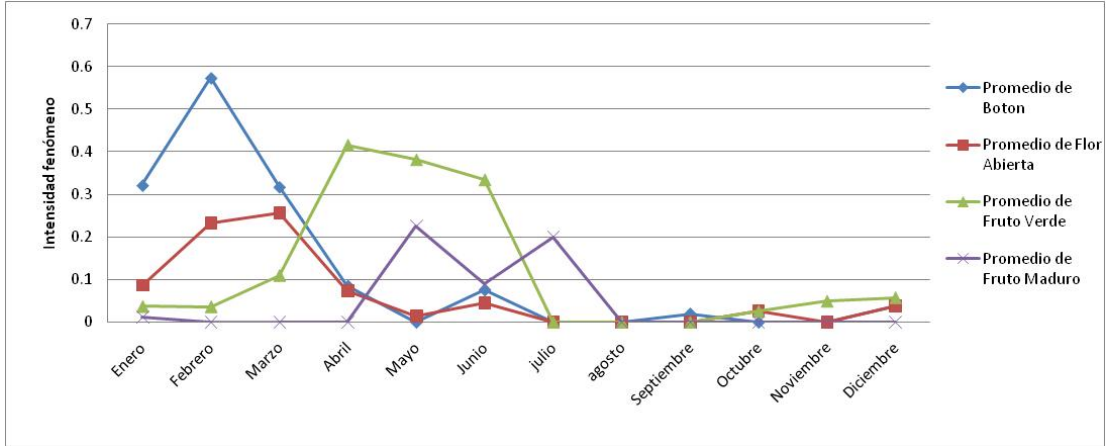


Fuente: datos de campo.

Protium copal (Copal)

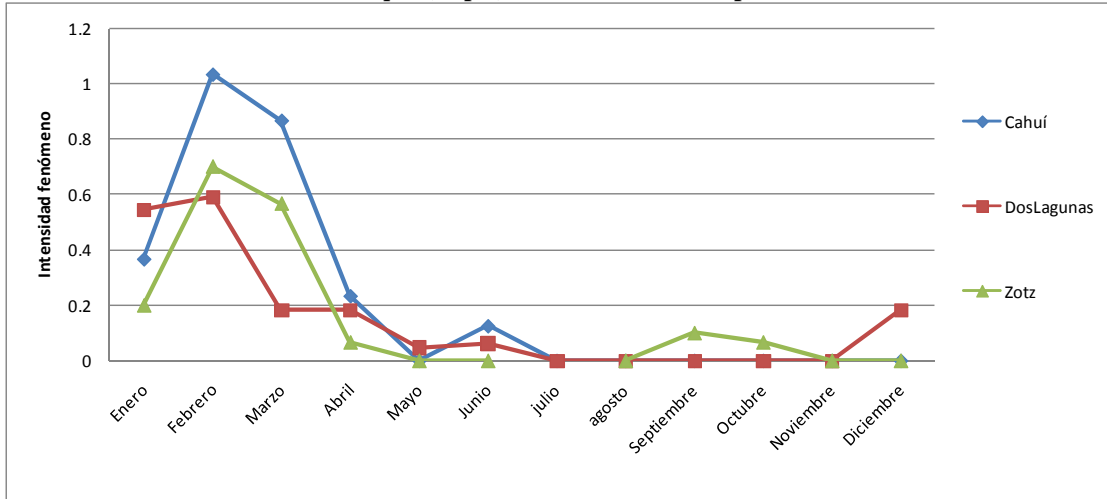
Esta especie presenta actividad fenológica es más notoria en el primer semestre del año, sin embargo la floración y fructificación da inicio durante el segundo semestre. La floración ocurre de septiembre a junio, con un aumento de flores abiertas en los meses de enero a marzo. La fructificación ocurre de octubre a julio. La máxima producción de frutos ocurre en los meses de marzo a junio. El Biotopo Naachtún Dos Lagunas presentó una mayor producción de frutos en los meses de mayo y junio en relación con los otros Biotopos.

Gráfica 61. Fenología reproductiva de *Protium copal* (Copal) 2011-2013



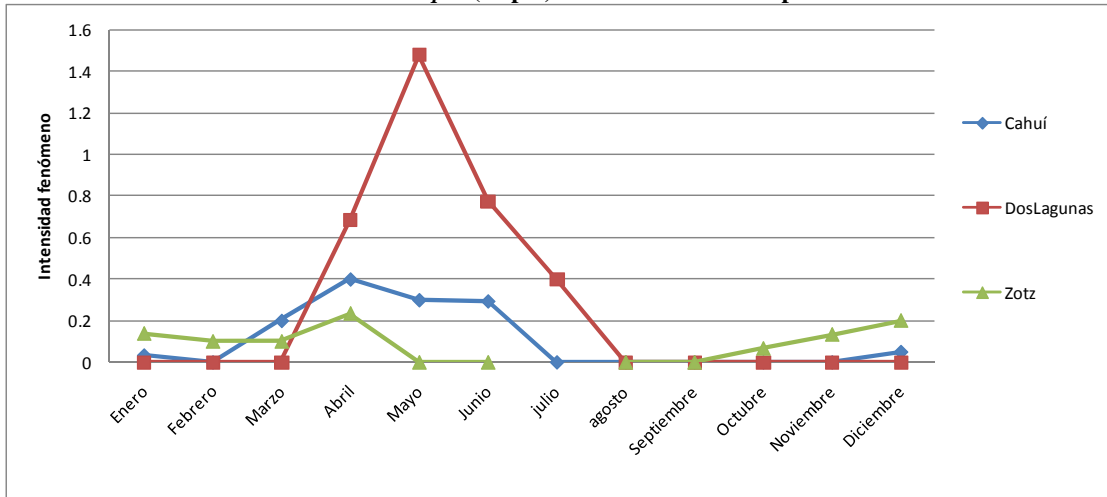
Fuente: datos de campo.

Gráfica 62. Floración de *Protium copal* (Copal) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 63. Fructificación de *Protium copal* (Copal) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

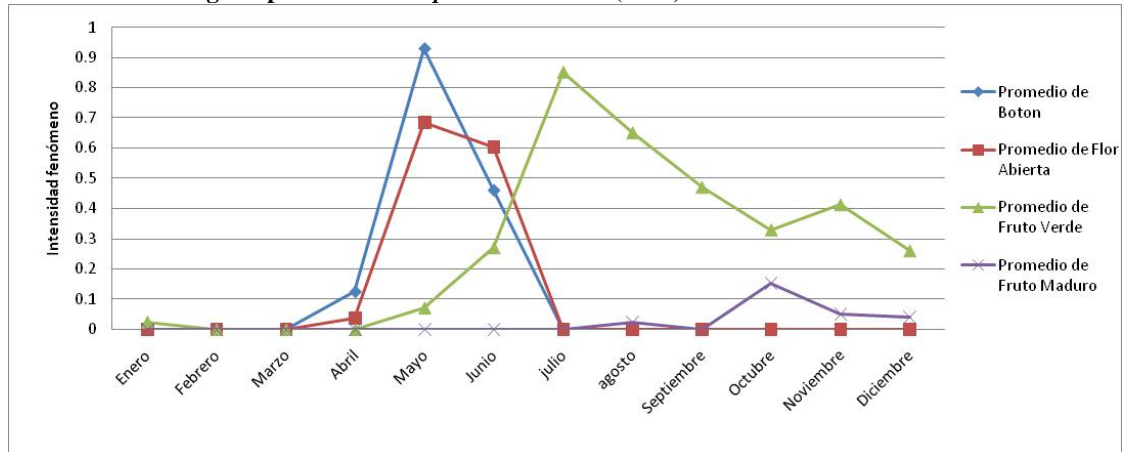


Fuente: datos de campo.

Spondias mombin (Jobo)

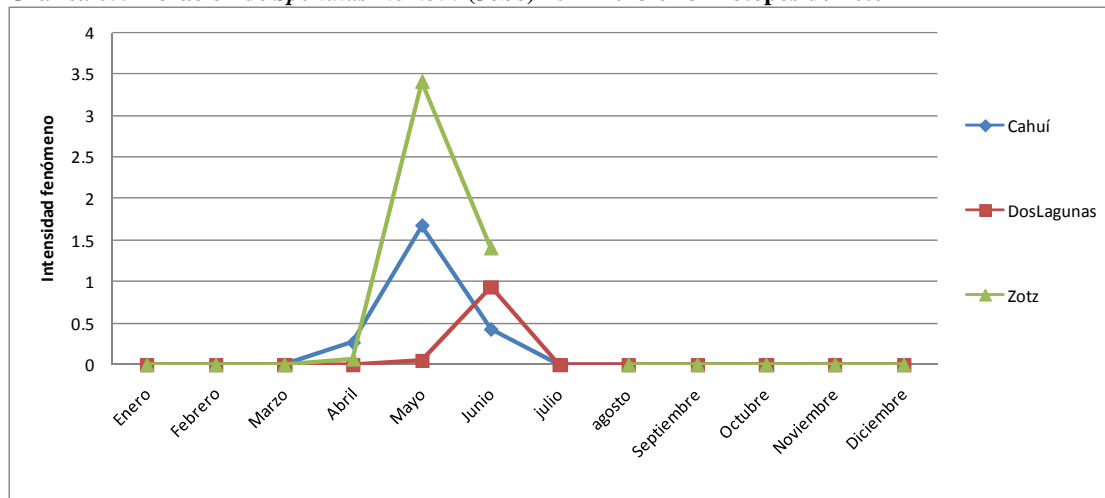
Esta especie presenta actividad fenológica de abril a diciembre. La floración ocurre de abril a junio, con presencia de flores abiertas en los meses de mayo a junio. La mayoría de individuos pierde el follaje previo a la prefloración y floración. La producción de frutos ocurre de mayo a enero. En los Biotopos Naachtún Dos Lagunas y Cerro Cahuí, se registra un aumento en el mes de julio, y en el Biotopo El Zotz el máximo es en octubre, y el Biotopo Naachtún Dos Lagunas presenta otro aumento en la producción de frutos en el mes de noviembre.

Gráfica 64. Fenología reproductiva de *Spondias mombin* (Jobo) 2011-2013



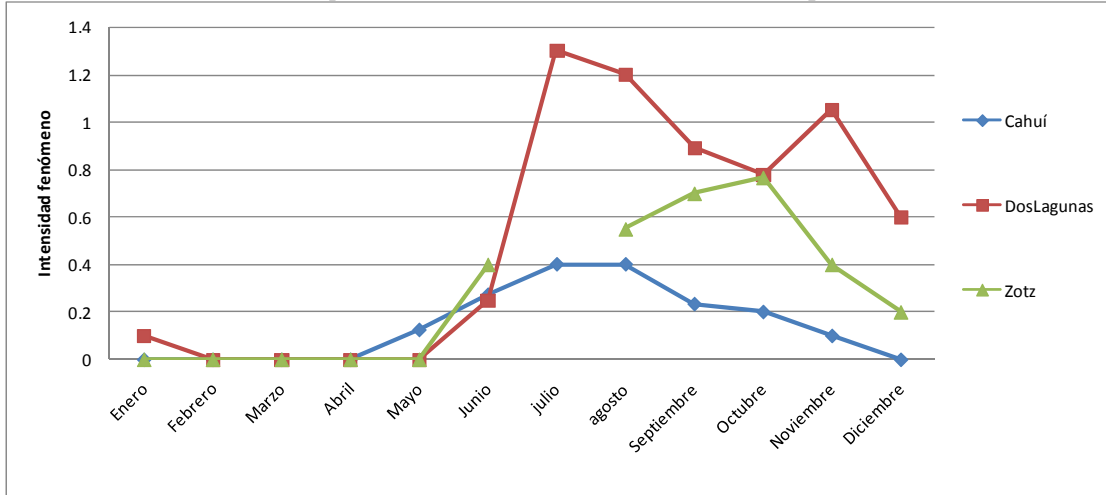
Fuente: datos de campo.

Gráfica 65. Floración de *Spondias mombin* (Jobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 66. Fructificación de *Spondias mombin* (Jobo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

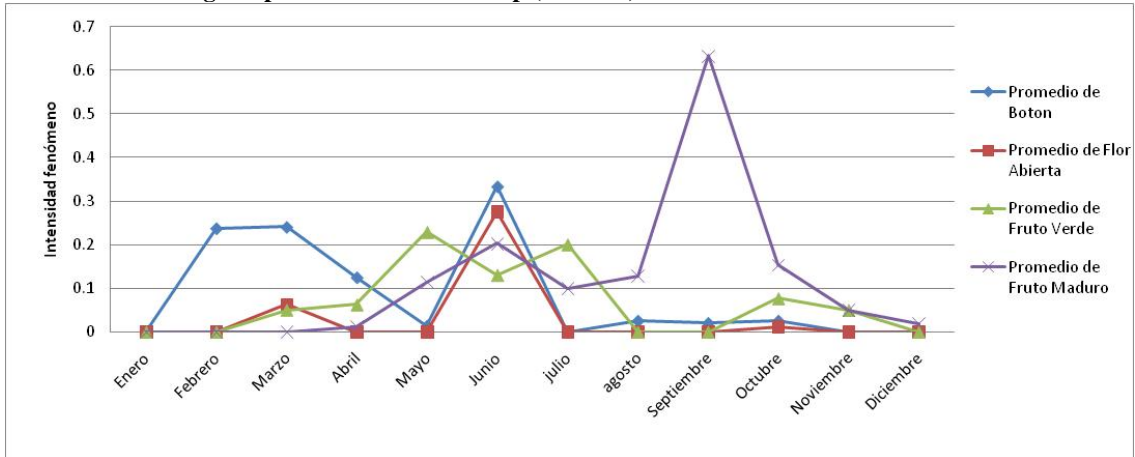


Fuente: datos de campo.

Guarea sp (Cedrillo)

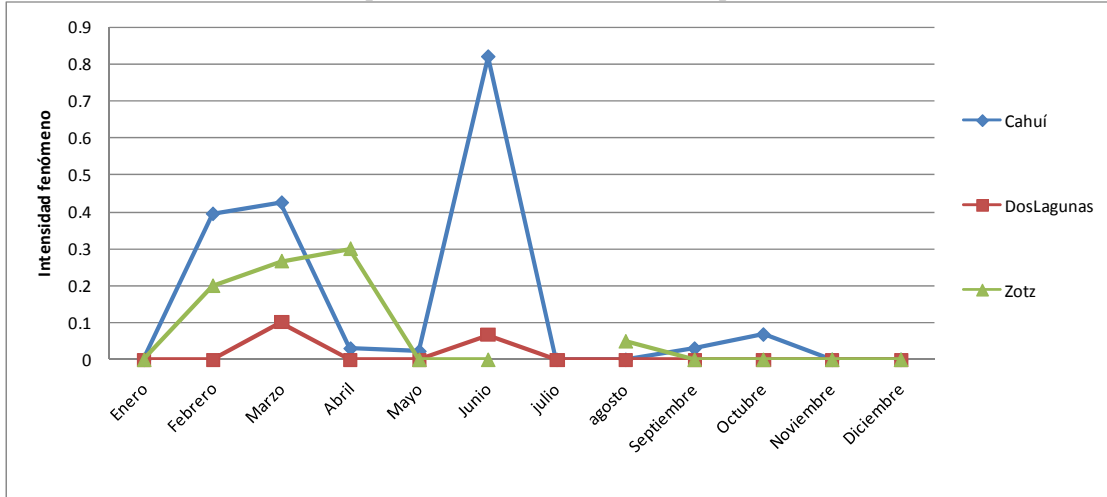
Esta especie presenta actividad fenológica de febrero a diciembre. La floración ocurre de febrero a junio, con un aumento de flor abierta en el mes de marzo para los Biotopos Naachtún Dos Lagunas y El Zotz, y en el mes de junio en el Biotopo Cerro Cahuí. La producción de frutos ocurre de marzo a diciembre, con un aumento en los meses de mayo y junio en los 3 Biotopos, y una producción elevada en los meses de agosto a octubre para el Biotopo Cerro Cahuí, en relación con los otros 2 Biotopos.

Gráfica 67. Fenología reproductiva de *Guarea* sp (Cedrillo) 2011-2013



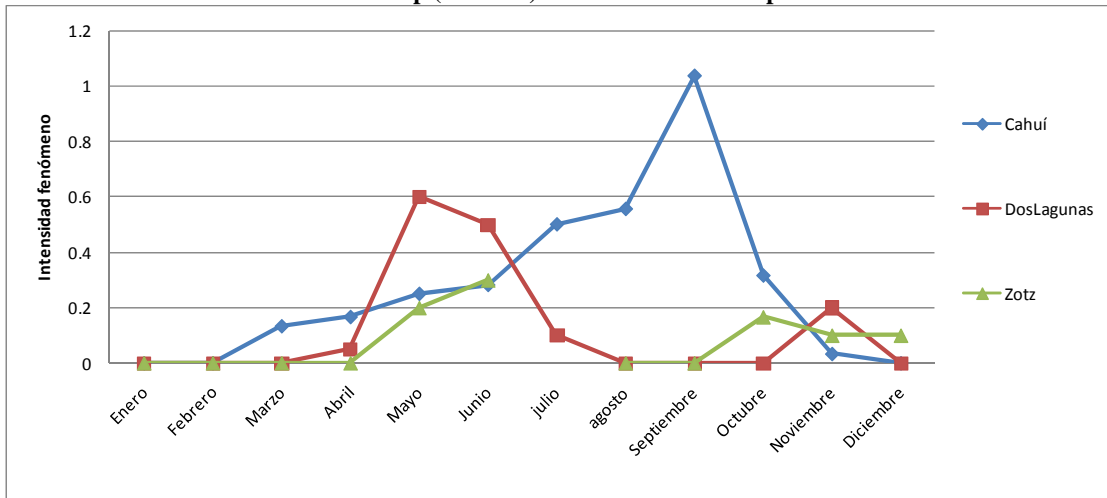
Fuente: datos de campo.

Gráfica 68. Floración de *Guarea sp* (Cedrillo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 69. Fructificación de *Guarea sp* (Cedrillo) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén

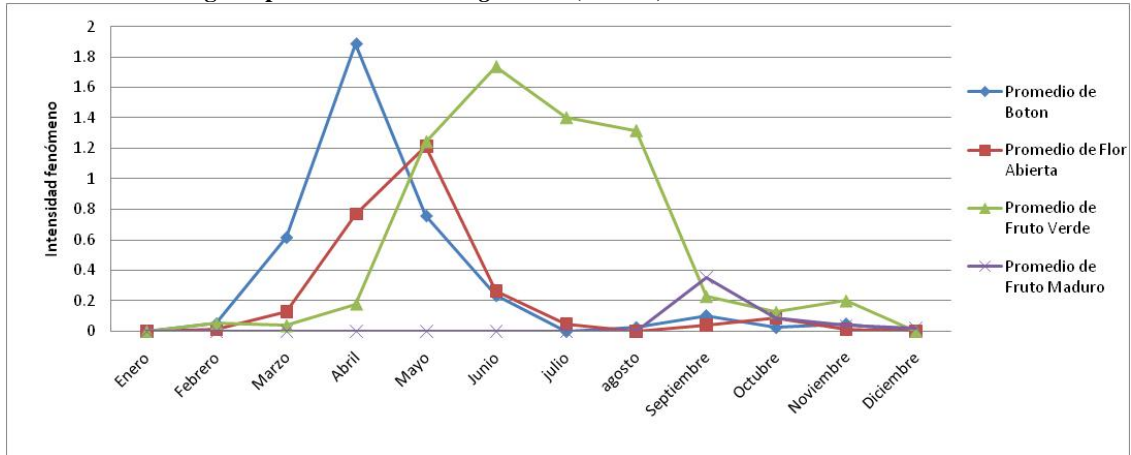


Fuente: datos de campo.

Vitex gaumeri (Yaxnic)

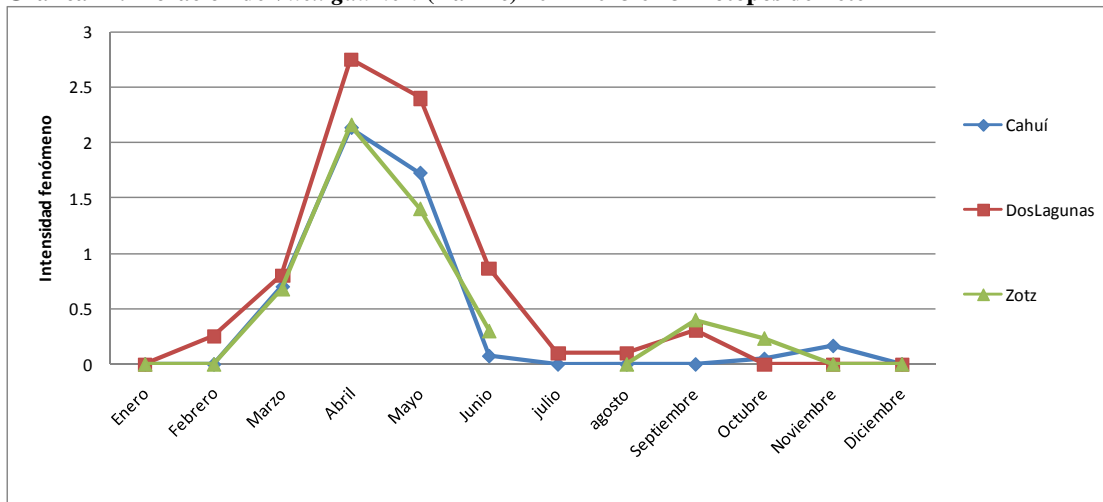
Esta especie presenta actividad fenológica de febrero a noviembre. La floración ocurre de febrero a noviembre, con flores abiertas de febrero a octubre, con un aumento de marzo a mayo en los 3 Biotopos, y presencia de flores abiertas en los meses de septiembre en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas y en octubre en el Biotopo El Zotz. La producción de fruto ocurre de febrero a noviembre, con un patrón similar en los 3 Biotopos, con un aumento en los meses de mayo a septiembre.

Gráfica 70. Fenología reproductiva de *Vitex gaumeri* (Yaxnic) 2011-2013



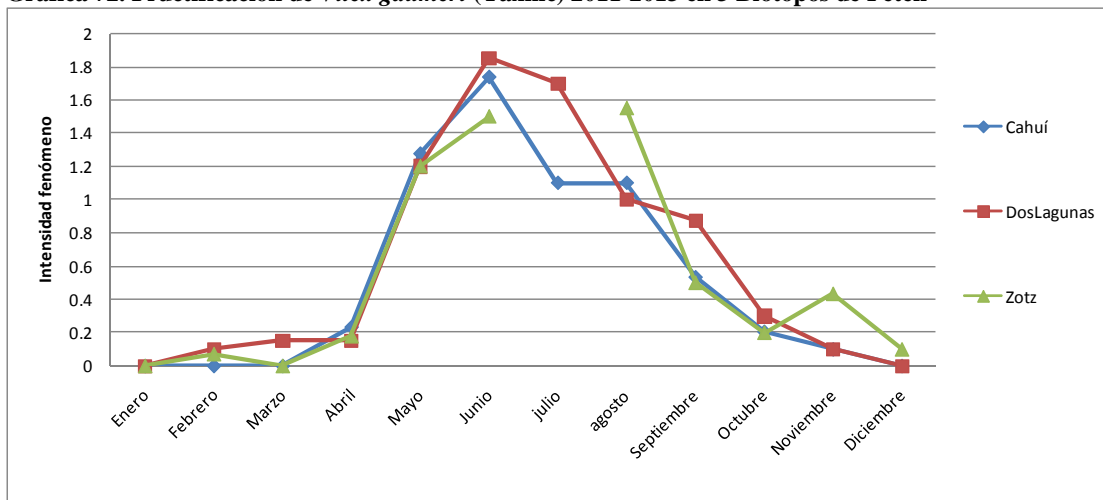
Fuente: datos de campo.

Gráfica 71. Floración de *Vitex gaumeri* (Yaxnic) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Gráfica 72. Fructificación de *Vitex gaumeri* (Yaxnic) 2011-2013 en 3 Biotopos de Petén



Fuente: datos de campo.

Especies de vertebrados asociados

Durante los recorridos para la toma de datos de fenología y el traslado hacia los sitios de estudio, se registraron un total de 50 especies de fauna que corresponden a 5 anfibios, 6 reptiles, 24 aves y 15 mamíferos (Anexo 7).

De estas especies, directamente relacionadas con las especies vegetales incluidas en el estudio se registraron 10 especies, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Listado de especies de vertebrados asociados a las especies vegetales incluidas en el estudio

Especie de fauna	Especies vegetales del estudio	Otras especies
<i>Alouatta pigra</i> (mono aullador)	<i>Brosimum alicastrum</i> (hojas), y <i>Manilkara zapota</i> .	Especie desconocida Familia Lauraceae
<i>Ateles geoffroyi</i> (mono araña)	<i>Spondias mombin</i> (frutos), <i>Brosimum alicastrum</i> (brotes), <i>Pouteria reticulata</i> (fruto), y <i>Manilkara zapota</i> (frutos verdes y maduros)	<i>Oreopanax arboreus</i> (frutos), <i>Metopium brownei</i> (frutos), especie desconocida Familia Vitaceae, y <i>Melicoccus bijugatus</i> (fruto)
<i>Amazona albifrons</i> (loro frente blanca)	<i>Manilkara zapota</i> (frutos)	
<i>Crax rubra</i> (faisán)	<i>Cryosophila stauracantha</i> (frutos y semillas)	
<i>Dasyprocta punctata</i> (cotuza)	<i>Spondias mombin</i> (frutos)	
<i>Meleagris ocellata</i> (pavo ocelado)	<i>Cryosophila stauracantha</i> (frutos y semillas)	
Murciélago (Orden Chiroptera)	<i>Pouteria campechiana</i> (fruto)	
<i>Ramphastos sulphuratus</i> (tucán)	<i>Spondias mombin</i> (fruto)	
<i>Tayassu pecari</i> (coche de monte)	<i>Brosimum alicastrum</i> (frutos caídos en el suelo)	
<i>Trogon</i> sp (trogón)	<i>Spondias mombin</i> (fruto)	

Se realizaron recorridos nocturnos en el Biotopo Cerro Cahuí como parte de la investigación del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la estudiante de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos, Paola Herrera. Durante dichos recorridos se registraron un total de 4 especies: *Potos flavus* (mico de noche o micoleón), *Caluromys derbianus* (tacuacín), *Ototylomys phyllostis* (rata trepadora) y *Dasyypus novencinctus* (armadillo), sin embargo no fue posible registrar ninguna interacción con a las especies vegetales de interés.

Programa de monitoreo de la fenología reproductiva en la RBM

Talleres de capacitación

Se llevaron a cabo 3 talleres para el desarrollo de un programa de monitoreo de la fenología reproductiva de 12 especies de importancia ecológica en la RBM, utilizando los Biotopos universitarios como muestras de la Reserva.

El primer taller incluyó la capacitación de guarda recursos del CECON en el uso y cuidado del equipo para la toma de datos (GPS, cámara fotográfica y binoculares), así como en la metodología en campo y llenado de boletas. El evento fue realizado en el Biotopo Cerro Cahuí en el mes de marzo 2012 (ver Informe de la actividad en Anexos). Se realizó una réplica del taller para los guarda recursos que se encontraban dentro de las áreas protegidas para la fecha de realización del primer taller.

El segundo taller incluyó la capacitación de guarda recursos del CECON en metodologías para la detección y registro de fauna silvestre relacionada con las especies vegetales de interés. Los temas tratados fueron el uso y cuidado de cámaras-trampa para el registro de vertebrados medianos y mayores y la observación de aves con énfasis a las especies presentes en la RBM (ver Informe de la actividad en Anexos).

El tercer taller consistió en la presentación de los resultados del estudio, incluyendo una explicación para la interpretación de gráficos estadísticos, así como los objetivos y antecedentes del estudio. Se incluyó un espacio de discusión para la implementación de un programa de monitoreo de la fenología reproductiva como seguimiento al proyecto (ver Informe de la actividad en Anexos).

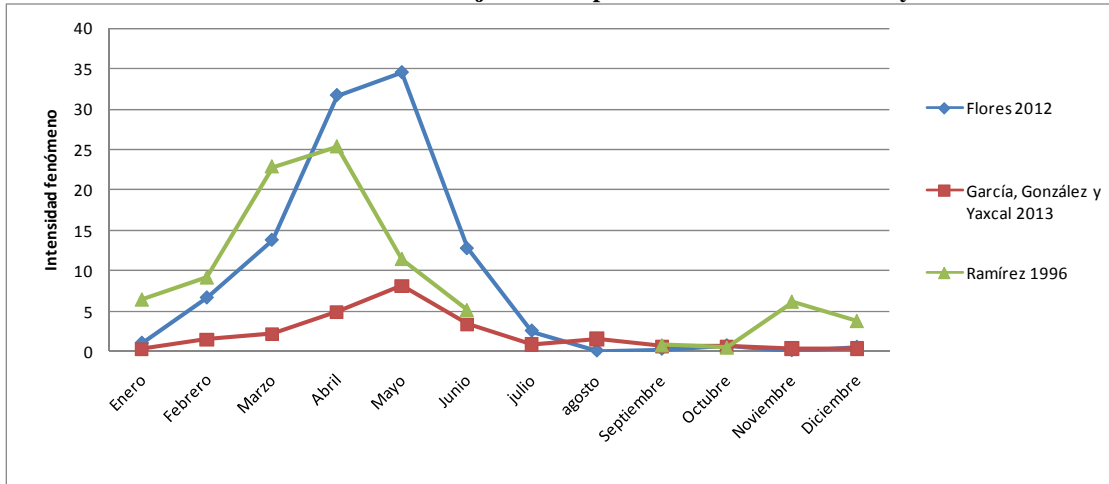
Establecimiento de Transectos en 3 Biotopos de la RBM

Se establecieron transectos en los Biotopos Cerro Cahuí, San Miguel La Palotada El Zotz y Naachtún Dos Lagunas para la toma de datos de este estudio, y en el futuro. Los transectos y árboles seleccionados se encuentran georreferenciados y marcados en el campo para su futura identificación en campo. Así mismo, se desarrollaron las boletas para la toma de datos, las cuales son específicas para cada Biotopo.

Validación de programa de monitoreo

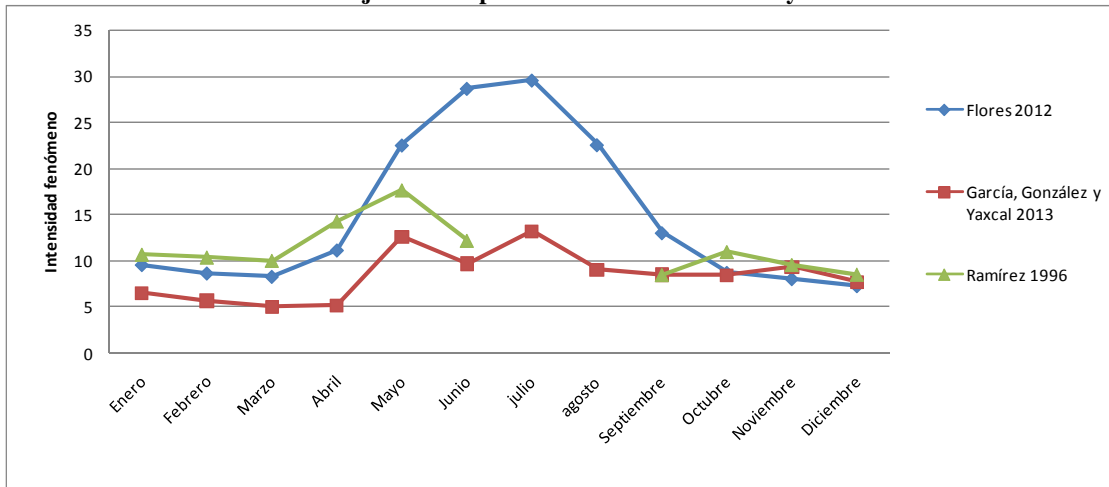
Los datos obtenidos en el presente estudio fueron comparados con los estudios de Ramírez (1997) y Flores (2012), los cuales emplean la misma metodología y se enfocan en las mismas especies para el caso de Ramírez (1997), y algunas de estas con Flores (2012), y fueron realizados dentro de la RBM. Los patrones encontrados son similares para los 3 estudios, con diferencias principalmente en cuanto a la intensidad del fenómeno. Se presentan una pico o aumento de la floración del conjunto de especies para los meses de febrero a julio (Gráfica 73), y un aumento de la fructificación del conjunto de especies en los meses de abril a septiembre (Gráfica 74).

Gráfica 73. Promedio de flor abierta del conjunto de especies en la RBM 1996-1997 y 2011-2013



Fuente: datos de campo.

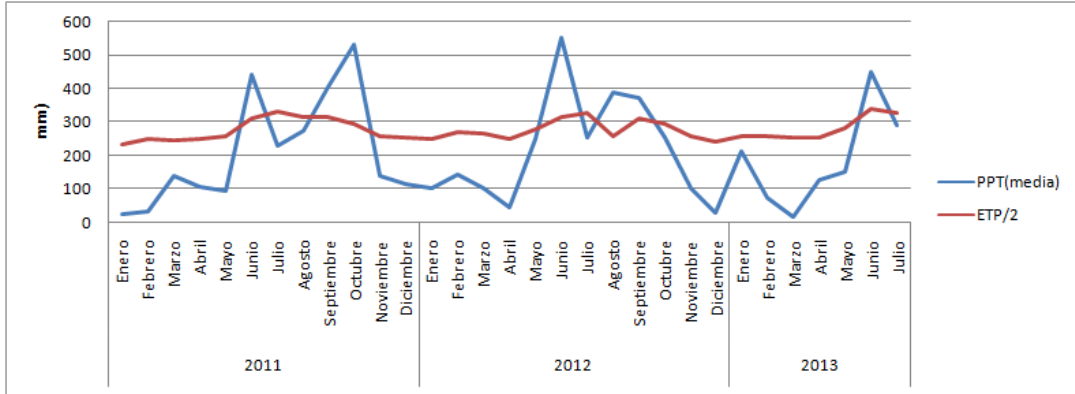
Gráfica 74. Fructificación del conjunto de especies en la RBM 1996-1997 y 2011-2013



Fuente: datos de campo.

A partir de los datos de la estación de Flores del INSIVUMEH para el período del estudio se elaboró una gráfica de evapotranspiración, en la cual se nota la existencia de 2 períodos lluviosos en el año (Gráfica 75). Un primer período lluvioso ocurre de mayo a julio y el segundo período ocurre de agosto a octubre.

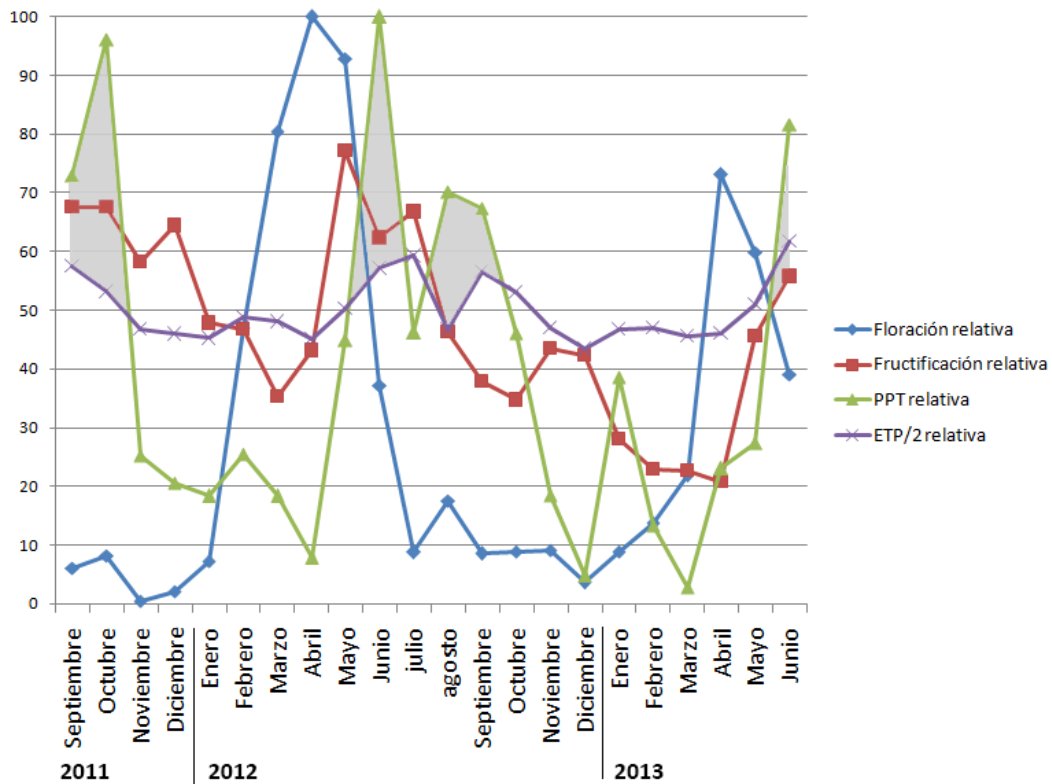
Gráfica 75. Valores de precipitación media y evapotranspiración.



Fuente: INSIVUMEH.

En cuanto a los valores relativos de la floración y la fructificación del conjunto de especies, y su relación con la precipitación relativa (PPT), puede notarse que el pico de floración ocurre previo al primer período lluvioso, y la fructificación presenta dos picos durante la temporada lluviosa (Gráfica 76). En la Gráfica 76 los períodos lluviosos corresponden a las áreas de color gris.

Gráfica 76. Valores relativos de floración y fructificación para el conjunto de las especies con la temperatura y precipitación



Fuente: datos de campo e INSIVUMEH.

Divulgación de resultados

Como material de divulgación de los resultados del proyecto, se desarrolló el manual “Doce especies de importancia en la Reserva de Biosfera Maya” y el folleto “Doce especies de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya”. En el primero, se presenta información técnica acerca de las especies y la metodología para el establecimiento de un programa de monitoreo de la fenología reproductiva. Y el segundo, está orientado a fortalecer el programa de educación ambiental del CECON con escuelas locales.

Taller de divulgación

Se llevó a cabo un taller para la divulgación de los resultados del proyecto, dirigido a instituciones locales que se dedican a la investigación y manejo de los recursos naturales en la Reserva de Biosfera Maya. Un resultado importante de este taller, fue que la metodología empleada por este estudio fue incluida dentro de las estrategias que componen el Programa de investigación y monitoreo del Plan maestro de la RBM que se encuentra en actualización, con lo cual se espera, que este estudio sirva como base para el desarrollo de nuevos programas de monitoreo de la fenología reproductiva en otras áreas de la reserva, para que el esfuerzo en conjunto de varias instituciones aporte información para toda la reserva y áreas afines.

III.1 **Discusión de Resultados**

Fenología de las 12 especies

Un resultado importante de este estudio es la adopción de la metodología empleada como base para el desarrollo del subprograma de monitoreo de cambio climático del programa de investigación y monitoreo del plan maestro de la RBM que se encuentra en actualización, con lo que se asegura la transferencia del conocimiento generado a instituciones locales relacionadas con el manejo y conservación de los recursos naturales dentro de la RBM. Este método fue empleado para la RBM inicialmente por Ramírez (1997) y Flores (2012), estudios con los cuales se encontraron patrones similares en este estudio, con lo que se evidencia la efectividad del método para registrar la fenología reproductiva de las especies presentes en la reserva.

Una metodología similar fue empleada por Ramírez (2009) en los llanos centrales venezolanos, utilizando de 5 a 10 individuos de cada una de las especies evaluadas, ubicados en distintas condiciones de hábitat. La intensidad del fenómeno fue evaluado a nivel de comunidad como el número de individuos de cada forma de vida con la presencia del fenómeno fenológico, a través de evaluaciones mensuales. Vílchez, Chazdon y Alvarado (2007) en Costa Rica, evaluaron la fenología reproductiva de especies vegetales en distintos estados de regeneración del bosque, a través de mediciones mensuales. La intensidad del fenómeno fue evaluada por medio de la escala de 0-4. Encontraron diferencias entre el número de individuos en floración y fructificación en distintas localidades en distintas etapas de regeneración.

Fenología del conjunto de especies

Con respecto al número de especies en floración y fructificación por mes, se presenta un patrón similar al reportado por Ramírez (1997), pero con mayor número de especies en casi todos los meses. Esta diferencia puede deberse a que en el presente estudio se cuenta con una mayor muestra en cantidad de árboles 360 vs 120 de Ramírez (1997) y cobertura geográfica (3 áreas protegidas distribuidas en la RBM).

Patrones de las especies

Se registraron patrones de foliación similares a los reportados por Ramírez (1997) en el PN Tikal, con respecto a la floración y la foliación de las especies, a excepción de las especies *Protium copal* y *Brosimum alicastrum*, las cuales presentaron una floración simultánea a la foliación, a diferencia de floración antes de la foliación y patrón indefinido, respectivamente. Una muestra de mayor tamaño, puede tener mayor representatividad, y como en el caso de *Brosimum alicastrum*, poder definir un patrón.

Llama la atención el patrón de *Cryosophila stauracantha* (escobo), el cual es inverso al resto de especies, lo que se conoce como patrón invertido, y corresponde a una estrategia para reducir la competencia con otras especies de plantas para la dispersión de semillas (del Val y Boegue, 2011). En este caso, *C. stauracantha* presenta la fructificación en los meses en que la mayoría de especies no poseen frutos, por lo que las especies de fauna se concentran en aquellas que provean alimento en temporada de escasez, aumentando la probabilidad de dispersión de sus semillas.

Se observan diferencias en los patrones de floración descritos por Ramírez (1997) para el PN Tikal. En cuanto a la relación de la floración con el clima, El Grupo 1,

corresponde con el patrón “florece en la época seca” de Ramírez (1997), el Grupo 2, posee especies que de acuerdo con Ramírez “inician a florecer en época lluviosa y terminan en época seca” y “florece en época seca”. El patrón de *Brosimum alicastrum* y *Cryosophila stauracantha* coinciden con los indicados por Ramírez (1997). Y en cuanto a la fructificación los Grupos 1 y 2 (con excepción de *Brosimum alicastrum*) corresponden al grupo “fructifican en época lluviosa” de Ramírez (1997), y el Grupo 3 junto con *Cryosophila stauracantha* el grupo “inician a fructificar en época lluviosa y concluyen en época seca”. En el estudio de Ramírez (2009) en Venezuela, encontró que los árboles tienden a florecer en el período seco, al final del mismo o al inicio de la temporada lluviosa, lo cual coincide con el patrón encontrado en este estudio para la RBM.

En cuanto a la productividad de los individuos estudiados, se observaron valores ligeramente mayores de floración y fructificación que los reportados por Ramírez (1997) para el PN Tikal. Las diferencias pueden deberse a que se tuvo una muestra mayor, además de una mayor cobertura geográfica. En este estudio, en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas, se mostraron altos valores de fructificación para algunas especies con respecto a los otros dos biotopos muestreados. En el estudio de Vélchez, Chazdon y Alvarado (2007) en un bosque tropical de Costa Rica, observaron una mayor productividad de fructificación (74.3%) que floración (25.7%). De manera similar, como en el caso de algunas especies en este estudio, puede deberse a una baja detección de las flores y de los botones florales. Regularmente es mayor la floración que la fructificación, ya que ocurre el aborto de estructuras florales en distintas etapas del desarrollo de la planta como parte de estrategias de adaptación a los recursos disponibles y reducción de parásitos (Verdú y García-Fayos, 1998). Sin embargo la baja productividad de especies como *Blomia prisca* (Tzol) puede estar indicando ya un efecto del cambio climático en la fenología de las especies, disminuyendo la viabilidad de las mismas en el mediano y largo plazo.

Fenología de las especies

Con respecto a los patrones analizados por especie, es importante notar, que corresponden a los datos obtenidos del conjunto de 30 individuos (10 en cada Biotopo) utilizados como muestra en el presente estudio, existiendo también una variación intraespecífica, ya que no todos los individuos presentan el mismo patrón temporal. Es decir, no todos los individuos de *Manilkara zapota* (chicozapote) presentan frutos a lo largo de todo el año, pero el conjunto de individuos ofrece este recurso a lo largo de todo el año. El patrón fenológico registrado para la especie *Brosimum alicastrum* (ramón) difiere del reportado por Morales y Herrera (2009) para el estado de Yucatán. Variaciones de humedad a lo largo de la península y su continuación en Guatemala pueden ocasionar variaciones en el patrón fenológico de las especies vegetales. Bjork (2004) registró migraciones estacionales de loros reales (*Amazona farinosa*) que se reproducen en el PN Tikal, hacia zonas al norte de la RBM, y al sur de Petén, las cuales corresponden a variaciones en la fenología de especies nutricias, tales como *B.alicastrum*.

Especies de vertebrados asociadas a las especies vegetales incluidas en el estudio

Interacciones bióticas

El estudio de Bjork (2004) evidencia que el área de la RBM no es suficiente para la conservación de los loros reales (*Amazona farinosa*), ya que la población que se

reproduce en el PN Tikal, realiza migraciones estacionales hacia el norte de la RBM y sur de México, así como áreas al sur de Petén. Por lo cual, es importante considerar las interacciones bióticas para la conservación, más que solamente especies (Cornejo-Latorre et al., 2011).

Polinización

No se registró ningún vertebrado como polinizador potencial de las especies vegetales incluidas en el estudio. De acuerdo a la literatura, la polinización de algunos géneros o especies incluidas en el estudio son principalmente por el viento o insectos (Maráz et al., 1997). El estudio de este fenómeno es gran importancia, ya que la relación entre la fenología de las plantas y la presencia de los polinizadores requiere de una sincronización que puede verse afectada por los efectos del cambio climático. La fragmentación de hábitat causa el aislamiento de poblaciones de plantas, lo que puede representar un problema para la polinización de especies, especialmente aquellas polinizadas por el viento como el género *Brosimum* (Maráz et al., 1997). Así mismo, el aislamiento de poblaciones animales que son polinizadores, puede tener un efecto en la disminución de la variabilidad genética o en la productividad de poblaciones vegetales.

Dispersión de semillas

Se registraron varias especies como potenciales dispersoras y depredadoras de semillas de las especies vegetales incluidas en el estudio. Las especies dispersoras juegan un papel importante en la regeneración del bosque (Arroyo-Rodríguez et al., SF). Entre las especies más características se encuentran los monos araña (*Ateles geoffroyi*) los cuales ya han sido reportados por otros estudios, como especies dispersoras de varias especies incluyendo (*Spondias mombin*) (Arroyo-Rodríguez et al., 2011).

De manera similar a la polinización, la pérdida de hábitat y la consecuente fragmentación, pueden tener un efecto en la dispersión de semillas por especies animales, al tal grado que se ocasione una alteración en la estructura y composición de la vegetación (Stern et al., 2002) y por lo tanto en la disponibilidad de alimento (Arroyo-Rodríguez et al., 2011).

La pérdida o disminución de las poblaciones animales, es otro factor de riesgo para la viabilidad en el mediano y largo plazo de poblaciones vegetales. La dispersión de especies con semillas >1cm pueden verse afectada por la extinción local o disminución de la abundancia de especies grandes de vertebrados, afectándose también la capacidad de regeneración de los bosques (Arroyo-Rodríguez et al., 2011).

Importancia ecológica de las especies vegetales incluidas en el estudio

El papel ecológico que desempeñan las especies vegetales incluidas en el estudio, pudo ser comprobada, por medio de las observaciones realizadas en campo y la revisión de literatura, principalmente en cuanto a la disponibilidad de alimento para la fauna silvestre, incluyendo varias especies endémicas regionales y otras amenazadas. La distribución espacial y temporal de especies de fauna puede estar correlacionada con la disponibilidad de recursos de flores y frutos, los cuales no son constantes en el tiempo (Bjork 2004, Cornejo-Latorre et al., 2011). Estas especies también son de importancia para el anidamiento de especies de aves (Bjork 2004)

Debido a sus características ecológicas, y que son consumidas por gran cantidad de especies de fauna silvestre, especies como *Brosimum alicastrum* (ramón) y *Spondias*

mombin (jobo) son especies recomendadas para la restauración ecológica (Román et al., SF)

Fauna nocturna

En los muestreos nocturnos se registraron algunas especies arborícolas que son importantes dispersores de semillas potenciales de especies de flora del área de estudio. Sin embargo no se muestrearon los murciélagos, los cuales representan un grupo de gran importancia para la polinización y dispersión de una gran variedad de especies vegetales (Cornejo-Latorre et al., 2011).

Programa de monitoreo

Relación fenología clima

La mayoría de procesos biológicos responden a la temperatura, por lo que debe haber una temperatura mínima, óptima y máxima (Yan y Wallace 1998). La respuesta de los procesos fisiológicos asociados con la fenología reproductiva de las plantas a la temperatura y otras variables climáticas, hacen que a la fenología un indicador de la respuesta de los organismos y ecosistemas a variaciones climáticas y por lo tanto de cambio climático. Estudios realizados en otras partes del mundo, han encontrado efectos potenciales del cambio climático sobre la fenología de las plantas, especialmente en zonas templadas (Schwartz 1990, Zhang, Tarpley y Sullivan 2007). Los resultados obtenidos en este estudio, y su relación con la precipitación relativa y la evapotranspiración coinciden con los estudios de Ramírez (1997) y Flores (2012) realizados también en la RBM, con lo que la información generada por los mismos y el presente estudio, conforman la línea base para el desarrollo de un programa de monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva en la RBM. Como ya se mencionó anteriormente, la metodología fue incorporada en el plan maestro de la RBM que se encuentra en actualización, con lo que se asegura el seguimiento y aplicación de los resultados del proyecto.

En el estudio de Ramírez (2009) en los altos llanos de Venezuela, evaluó la correlación entre la fenología de una comunidad con un total de 171 especies y variables climáticas. Encontró una correlación negativa entre la precipitación y humedad relativa, y positiva de la temperatura y evapotranspiración con la floración de especies de árboles; los frutos inmaduros presentaron una correlación negativa con la radiación para árboles, y positiva con la humedad relativa. Para el programa de la RBM, es importante considerar otras variables climáticas con las cuales podría estar correlacionada la fenología de las especies vegetales de importancia ecológica.

Otros programas

En Estados Unidos existen distintas iniciativas para el monitoreo de la fenología reproductiva de especies de importancia ecológica. Una de ellas es la USA National Phenology Network (Red nacional de fenología), en la cual participan distintas organizaciones que realizan monitoreo de la fenología reproductiva en los estados que integra dicho país. En el estado de California, existe un programa de monitoreo de la fenología, basado en la participación ciudadana (www.usanpn.org/cpp).

PARTE IV.

IV.1 CONCLUSIONES

Se caracterizó la fenología reproductiva de las siguientes especies de importancia ecológica en la RBM: *Blomia prisca* (tzol), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Bursera simaruba* (chacaj), *Cryosophila stauracantha* (escobo), *Guarea sp* (cedrillo), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Pimenta dioica* (pimienta), *Pouteria campechiana* (zapotillo hoja ancha canisté), *Pouteria reticulata* (Zapotillo hoja fina), *Protium copal* (copal), *Spondias mombin* (jocote jobo) y *Vitex gaumei* (yaxnic). Para el conjunto de especies un aumento en la floración en los meses de verano y una fructificación relativamente constante. Las especies estudiadas pueden ser ordenadas en 3 grupos de acuerdo a su floración y fructificación, y la especie *Cryosophila stauracantha* (escobo) presenta un patrón diferente al resto de las especies.

Se registraron 10 especies de vertebrados que consumen los frutos u hojas de las especies vegetales incluidas en el estudio. Las especies registradas fueron: *Alouatta pigra* (mono aullador), *Ateles geoffroyi* (mono araña), *Amazona albifrons* (loro frente blanca), *Crax rubra* (faisán), *Dasyprocta punctata* (cotuza), *Meleagris ocellata* (pavo ocelado), Murciélago (Orden Chiroptera), *Ramphastos sulphuratus* (tucán), *Tayassu pecari* (coche de monte) y *Trogon sp* (trogón).

Se desarrolló y validó el programa de monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de 12 especies de importancia ecológica para los Biotopos de Petén. Así mismo, los resultados obtenidos en el presente estudio, así como los obtenidos previamente por Ramírez (1997) y Flores (2012), constituyen la base para el desarrollo de un programa de monitoreo de la fenología reproductiva para toda la RBM.

Los resultados del estudio fueron divulgados a autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia, por medio de la realización de 2 talleres para la divulgación de resultados (uno con personal de campo y técnicos del CECON-USAC, y otro dirigido a instituciones), así como la edición e impresión de 2 documentos mediáticos.

IV.2 RECOMENDACIONES

En cuanto al método empleado, se recomienda, al igual que Ramírez (1997) y Flores (2012) que el período mínimo para la realización de estudios fenológicos sea de 2 años, ya que muchas especies presentan ciclos bianuales. Así mismo es importante realizar la colecta de muestras botánicas para todos los individuos que sean incluidos en el muestreo, con el fin de determinar con mayor precisión la identidad taxonómica de cada uno. Las muestras botánicas deben colectarse en el momento que los individuos presenten estructuras reproductivas (flores y/o frutos).

Para la detección de especies de fauna asociada, se recomienda la utilización de metodologías que permitan el registro automático, tales como cámaras-trampa, que complementen las observaciones directas de individuos y sus rastros, ya que, debido al comportamiento nocturno o evasivo de muchas especies no es posible registrarlas directamente. Así mismo, se recomienda la realización de estudios de viabilidad de semillas contenidas en heces de vertebrados con el fin de conocer y documentar el papel que estos tienen en cuanto a la dispersión de semillas de especies vegetales de importancia ecológica. Se recomienda también, el desarrollo de nuevos estudios con contribuyan a enriquecer el conocimiento sobre el papel que juegan los murciélagos tanto en la polinización, así como en la dispersión de semillas de las especies vegetales de interés y otras de importancia ecológica., ya que este grupo de mamíferos desempeña una gran variedad de funciones ecológicas en los ecosistemas. Así mismo, se recomienda el desarrollo de estudios sobre el papel que desempeñan los invertebrados (insectos principalmente) en la polinización y dispersión de semillas (escarabajos y hormigas), ya que este es otro grupo reconocido mundialmente por su contribución en los procesos reproductivos de especies vegetales.

Se recomienda continuar con el desarrollo del programa de monitoreo en los Biotopos Universitarios, tanto con la toma de datos, así como talleres de capacitación en temas relacionados con la fenología reproductiva de las especies vegetales de interés, así como las especies de fauna asociada. Es importante ampliar el programa de monitoreo hacia especies de importancia comercial y otras de importancia ecológica que no hayan sido consideradas en este estudio.

Se recomienda fortalecer los programas de educación ambiental formal y no formal, a través de la información generada por investigaciones científicas, en temas relacionados con la reproducción y productividad de las plantas tales como: fenología reproductiva, anatomía de flores y frutos, procesos ecológicos como la polinización y la dispersión de semillas, interacciones bióticas asociadas a procesos ecológicos, y el monitoreo biológico.

IV.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, J., y Aguilar, M. (1992). *Árboles de la Biosfera Maya Petén*. Guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Centro de Estudios Conservacionistas. 272 pp.
2. Arroyo-Rodríguez, V., Chaves, O. M., Gúzman-Romero, B., Ávila, E. F., y K. E. Storer. (2011). *Dispersión de semillas por monos araña y su implicación para la regeneración de las selvas*. En *La Conservación de los primates en México*.
3. Azurdia, Z. (2006). *Tres Especies de Zapote en América Tropical: Pouteria campechiana, P. zapota y P. viridis*. Southampton Centre for under-utilized crops, Universidad de Southampton, UK. 214 pp.
4. Barillas, J. F. 1985. Calendario fenológico, localización de rodales y recolección de semillas de especies forestales utilizadas por el proyecto Leña de Guatemala. *Chijinkhjá* Vol (5), 1-2.
5. Barrientos, M. E., Avendaño, C., Yurrita, C. L., Hernández, J., Y M. Barrios. 2008. *Interacción de los polinizadores con la estructura y funcionamiento del paisaje en Chelemhá, Alta Verapaz*. Informe final proyecto FODECYT 24-2005. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Guatemala.
6. Baur, E. 2008. *Structure of a lowland neotropical galliform bird guild*. Tesis para optar al grado de M.Sc. Universidad de Florida. EEUU.
7. Bjork, R. D. 2004. *Delineating pattern and process in tropical lowlands: Mealy parrot dynamics as a guide for regional conservation planning*. Tesis para optar al título de Doctora en Filosofía en Ciencias de la Vida Silvestre por la Universidad de Estatal de Oregón, Estados Unidos.
8. Cáceres, A. (1999). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala.
9. Cajas, J. 2005. *Polen transportado en el pelo de murciélagos nectarívoros en cuatro bosques secos de Guatemala*. Tesis para optar al grado de licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Calderón, A. P. 2009. *Evaluación del estado de conservación del Biotopo San Miguel La Palotada-El Zotz utilizando murciélagos como indicadores de perturbación*. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas de la Universidad San Carlos de Guatemala. 15 pp.
11. Cornejo-Latorre, C., Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M., y L. G. Juárez-Castillo. 2011. Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos quiropterófilos en dos tipos de vegetación de la Reserva de Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Therya* Vol.2 (2), 169-182.

12. Curruchiche, J. 1989. *Estudio fenológico del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en relación a la fertilización con niveles de N. P 205 y K 20 en el municipio de Guatemala*. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
13. del Val, E. y Boegue, K. 2012. *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*. Fondo de Cultura Económica, CIEco-UNAM. México.
14. Ellison, D & Ellison, A. (2001). *Cultivated palms of the World*. 1ra ed. University of New South Wales Press Ltd. 257 pp.
15. Enríquez, E. 2007. *Diversidad de potenciales polinizadores del grupo de los insectos en el Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia a lo largo de un año*. Informe final Proyecto FODECYT 17-2006. Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología. Guatemala.
16. Flores, M. 2012. *Estudio fenológico de 15 especies arbóreas preferidas para alimentación por fauna silvestre del Bosque Húmedo Tropical de Sitio Arqueológico Yaxhá, Petén, Guatemala*. Tesis para optar al grado de licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
17. Fuentes, E. 1997. *Caracterización agromorfológica in situ de aguacate criollo Persea americana Mill, del departamento de Sololá, Guatemala*. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
18. García, A. 1985. *Estudio fenológico de ocho variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de campo e invernadero en el municipio de Guatemala*. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
19. García, M., Leonardo, R., Castillo, F., García, L., e I. Gómez. 2010. *El tapir como herramienta para el fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas*. Informe Final. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala.
20. Gordo, O. y Sanz, J. 2010. Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. *Global change biology* Vol 16 (3), 1082-1106.
21. Hammer y Harper. 2003. PAST. Disponible en <http://folk.uio.no/ohammer/past>
22. Henderson, A., Galeano, G., Bernal y R. Princeton. (1995). *A field guide to the palms of the Americas*. University Press. USA. 352pp
23. Herrera, M. 1983. *Abscisión, fenología y fenometría en inflorescencias, flores y frutos de cardamomo (Elletaria cardamomun L. Maton Grupo Minúscula Burkill), en Cobán, Alta Verapaz*. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.

24. Ixcot, L., Acevedo, M., Cano, E., Flores, M., Pérez, S., Villar, L. 2005. *Estudio de biodiversidad en los biotopos San Miguel la Palotada El Zotz y Naachtún Dos Lagunas, Petén, Guatemala*. Informe final. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. 106 p.
25. Khanduri, V. P., Sharma, C. M. y S. P. Singh. 2008. The effects of climate change on plant phenology. *The environmentalist* Vol 28 (2), 143-147.
26. Maráz, L., Oppawsky, T., Oppelt, A., Pickl, S., Rank, I., Schmid, J., y R. Stein. 1997. *Descripción de siete especies forestales nativas del bosque húmedo tropical en el sur de Costa Rica*. Ecología de Bosques Tropicales. Programa de Acompañamiento en Ecología Tropical y Cátedra en Botánica de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Ludwig-Maximilian de Munich.
27. Martínez, L. 1984. *Estudio fenológico de nueve variedades de soya (Glycine max) en dos ambientes de campo e invernadero en el municipio de Guatemala*. Tesis ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
28. McCarty, J. P. 2002. Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology* Vol 15 (2), 320-331.
29. McCune, B. and M. J. Mefford. 1999. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 5.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
30. Morales, E. R., y L. G. Herrera. 2009. *Ramón (Brosimum alicastrum Swartz.) Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje*. Comisión Nacional Forestal Región XII Península de Yucatán. Programa de germoplasma forestal Estado de Yucatán.
31. Orellana, A. 1986. *Estudio fenológico del tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en relación a la fertilización con niveles de N, P2 O5 y K2 O en Monjas, Jalapa*. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
32. Parker, T. (2008). *Trees of Guatemala*. 1st ed. The Tree Press. USA. 1033 pp.
33. Pennington, T. D. (1990). *Flora Neotropica: Sapotaceae*. Monograph 52 Organization for Flora Neotropica. New York Botanical Garden. 770 pp
34. Pennington, T y Sarukhan , J. (2005). *Árboles tropicales de México*. Manual para la identificación de las principales especies. 3ra ed. Universidad Nacional Autónoma de México. 523 pp.
35. Peña-Chocarro, M y Knapp, S. (Eds) (2011). *Árboles del Mundo Maya*. 1ra Ed. Editorial Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 263 pp
36. Pedroza, B. 1989. *La etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomun (L) Maton grupo minúscula Burkhill) variedad Vazhukka en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala*. Tesis para optar al título de ingeniero

agronomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

37. Ramírez, C. 1997. *Fenología reproductiva de 14 especies preferidas para alimentación por fauna cinegética en el bosque húmedo tropical del Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala*. Tesis para optar al grado de licenciada en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
38. Ramírez, N. 2009. Correlaciones entre la fenología reproductiva de la vegetación y variables climáticas en los altos llanos centrales venezolanos. *Acta Botánica Venezolana* Vol 32 (2).
39. Rivas, J. 1995. *Preferencias alimenticias del faisán o pajuil (Crax rubra L.) en condiciones naturales*. Tesis Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
40. Rivas, J. A., Morales, J. y M. Flores. 2004. *El papel de los crácidos (Aves: Galliformes) como dispersores y depredadores de semillas*. Informe final. SENACYT - FCG. 54pp.
41. Rodas Castellanos, R. S. 1998. *Evaluación de la riqueza de especies del dosel y del sotobosque en la estación biológica "Las Guacamayas", Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén*. Tesis para optar al grado de licenciado en Biología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
42. Román, F. J., Tacher, S. L., Aguirre, J. R., y A. Sánchez. SF. *Árboles de la Selva Lacandona útiles para la restauración ecológica*. Comisión Nacional Forestal. México.
43. Schulze, M. D., y Whitacre, D. F. 1999. A classification and ordination of the tree community of Tikal National Park, Petén, Guatemala. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History* Vol 41 (3), 169-297.
44. Schwartz, M. D. 1990. Detecting the onset of spring: a possible application of phenological models. *Climate Research* Vol.1, 23-29.
45. Sparks, T y Menzel, A. 2007. *Plant phenology changes and climate change*. In: *Encyclopedia of Biodiversity* Online update 1. Elsevier/Academic Press, 7pp.
46. Standley, P y Steyermark, J. (1958). *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany , Vol. 24. Chicago Natural History Museum.
47. Stern, M., Quesada, M., y K. E. Stoner. 2002. Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing. *Rev. Biol. Trop.* Vol 50(3/4),1021-1034.
48. 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 Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.

49. Verdú, M., y P. García-Fayos. 1998. Ecological causes, function, and evolution of abortion and parthenocarpy in *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae). *Can. J. Bot* 76,134-141.
50. Vílchez, B., Chazdon, R., y W. Alvarado. 2007. Fenología reproductiva de las especies del dosel superior en seis sitios de la región Huetar Norte de Costa Rica. *Kurú: Revista forestal* 4 (10),1-16.
51. Yan, W., y D. H., Wallace. 1998. Simulation and prediction of plant phenology for five crops photoperiod x temperature interactions. *Annals of Botany* 81,705-716.
52. Zhang, X., Tarpley, D., y J. T. Sullivan. 2007. Diverse response of vegetation phenology to a warming climate. *Geophysical Research Letters* Vol.34 L19405.

ANEXOS

IV.4 ANEXOS

Anexo 1. Boleta para la toma de datos de la fenología reproductiva en el Biotopo Cerro Cahuí



HOJA DE DATOS FENOLOGICOS BP CERRO CAHUI

SENDERO _____

FECHA _____

OBSERVADORES _____

1-72 SC 73-120 SL

No.

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
1	BS1	Inicio 6m lado derecho	M	U	E	R	T	O	
2	BS2	7m lado izquierdo							
3	SM1	1m lado izquierdo							
4	SM2	1m lado derecho							
5	BS3	6 m lado izquierdo							
6	SM3	50 cm lado izquierdo							
7	BS4	23 pasos izquierdo							
8	TM1	1m lado izquierdo							
9	BS5	7m lado izquierdo							
10	SM4	9 m lado izquierdo							
11	SM5	10 pasos lado derecho							
12	PCo1	50 cm lado derecho							
13	SM6	1m lado izquierdo							
14	Pco2	1m lado derecho							
15	BS6	4m lado izquierdo							
16	BS7	4m lado izquierdo							
17	Pco3	12 pasos derecha							
18	Pco4	1m lado izquierdo							
19	PC1	5m lado izquierdo							
20	PC2	2m lado izquierdo							
21	Pco5	50 cm lado izquierdo							
22	VG1	10 pasos lado derecho							
23	Pco6	2m lado izquierdo							
24	Pd1	50 cm lado izquierdo							
25	VG2	50 cm lado derecho							
26	VG3	4m lado izquierdo							
27	VG4	2m lado izquierdo							
28	SM7	50cm lado derecho							
29	VG5	50cm lado derecho							
30	TM2	1m lado derecho							

31	Pd2	25 pasos lado derecho							
32	PC3	30 pasos lado derecho							
33	PC4	2m lado derecho							
34	TM3	50cm lado izquierdo							
35	VG6	2m lado derecho							
36	TM4	50cm lado derecho							
37	BS8	6m lado izquierdo							
38	BA1	1m lado izquierdo							
39	BA2	8m lado izquierdo							
40	TM5	1 m lado derecho							
41	CA1	50cm lado derecho							
42	MZ1	32 pasos lado derecho							
43	CA2	1m lado derecho							
44	TM6	10m lado izquierdo	M	U	E	R	T	O	
45	CA3	2m lado derecho							
46	VG7	3m lado izquierdo							
47	TM7	3m lado izquierdo							
48	CA4	50cm lado izquierdo							
49	Pd3	20 pasos lado izquierdo							
50	PR1	50 cm lado derecho							
51	BS11	lado izquierdo							
52	PC5	1m lado izquierdo							
53	CA5	1 m lado izquierdo							
54	BS9	15 m lado derecho							
55	TM11	lado derecho							
56	PCo7	5 m lado izquierdo							
57	PR2	12 m lado derecho							
58	CA6	1 m lado izquierdo							
59	Pd4	57 pasos lado derecho							
60	BP1	50 cm lado derecho							
61	MZ2	8 m lado izquierdo							
62	Pd5	8m lado derecho							
63	PR3	8m lado izquierdo							
64	BP2	6m lado derecho							
65	PR4	15 m lado derecho							
66	BP4	10 m lado derecho							
67	BP3	15m lado derecho							
68	BA3	15 lado izquierdo							
69	MZ3	10 m lado izquierdo							
70	BP5	50 cm lado izquierdo							
71	MZ4	25 m lado izquierdo							
72	PCo8	20 m lado izquierdo							
73	PCo9	18m lado izquierdo							
74	Pd6	15m lado izquierdo							
75	PR5	5m lado izquierdo							

76	BA4	2m lado izquierdo							
77	PC6	1m lado izquierdo							
78	VG8	50 cm lado derecho							
79	PR6	50cm lado derecho							
80	TM8	4m lado derecho							
81	BA5	8m lado derecho							
82	MZ5	10m lado derecho							
83	TM9	50cm lado derecho							
84	PR7	50cm lado derecho							
85	CA8	2m lado derecho							
86	Pd7	8m lado derecho							
87	BP7	3m lado derecho							
88	PD8	15 m lado derecho							
89	TM10	50cm lado derecho							
90	Pd9	6m lado izquierdo							
91	PC7	3m lado derecho							
92	PR8	50cm lado derecho							
93	BP6	10m lado derecho							
94	Pd10	15m lado derecho							
95	BA6	7m lado derecho							
96	CA9	2m lado izquierdo							
97	MZ6	8m lado izquierdo							
98	SM8	50cm lado izquierdo							
99	PCo10	50cm lado izquierdo							
100	MZ7	lado izquierdo							
101	Ba7	5m lado derecho							
102	PR9	50 cm lado derecho							
103	CA10	1m lado derecho							
104	PR10	1 m lado izquierdo							
105	CA11	3m lado derecho							
106	PC8	5m lado derecho							
107	BA8	1m lado derecho							
108	BP8	1m lado izquierdo							
109	BA9	1m lado izquierdo							
110	MZ8	50 cm lado derecho							
111	SM9	2m lado derecho							
112	MZ9	50cm lado derecho							
113	PC9	50 cm lado izquierdo							
114	SM10	1m lado derecho							
115	PC11	50cm lado izquierdo							
116	BP9	50 cm lado derecho							
117	BP10	50 cm lado derecho							
118	BA 10	50 cm lado izquierdo							
119	VG9	30 cm lado derecho							
120	MZ10	Ruta corta lado izq							

121	VG10	2m lado izquierdo						
122	BS10	50cm lado izquierdo						

CLIMA

DIA ANTERIOR: _____

DIA DEL MONITOREO: _____

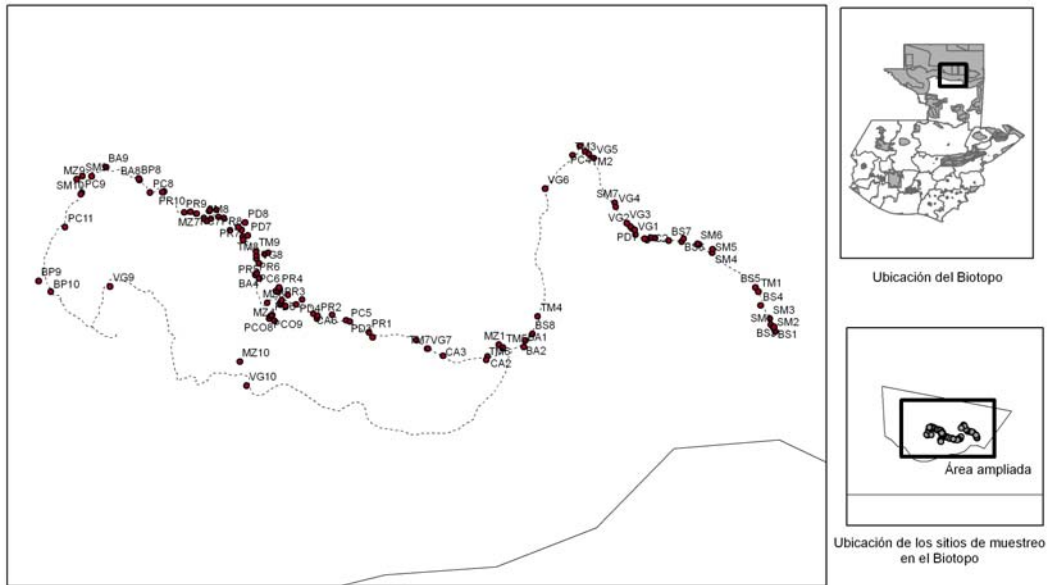
Anexo 2. Mapa con la ubicación de los individuos a monitorear en el Biotopo Cerro Cahuí.



Biotopo Cerro Cahuí



Ubicación de los árboles seleccionados para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de 12 especies vegetales de importancia ecológica en la RBM



Proyecto FD26-2011 "Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

Anexo 3. Boleta para la toma de datos de la fenología reproductiva en el Biotopo San Miguel La Palotada El Zotz.



HOJA DE DATOS FENOLOGICOS BP EL ZOTZ

SENDERO _____
OBSERVADORES _____

FECHA _____
1-72 TH 73-120 LB

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
1	SM9	15m lado izquierdo							
2	SM10	10m lado izquierdo							
3	SM4	5m lado izquierdo							
4	SM5	1m lado derecho							
5	BS8	10m lado izquierdo							
6	SM6	10m lado izquierdo							
7	SM7	8m lado izquierdo							
8	SM8	5m lado izquierdo							
9	BS7	1m lado izquierdo							
10	BS9	10m lado izquierdo							
11	BS10	1m lado izquierdo							
12	MZ1	1m lado derecho							
13	Ba1	2m lado derecho							
14	PC1	18m lado derecho							
15	Ba2	20m lado derecho							
16	Bp1	18m lado derecho							
17	Bp2	15m lado derecho							
18	PC2	30m lado derecho							
19	Pd1	32m lado derecho							
20	Pd2	34m lado derecho							
21	Bp3	30m lado derecho							
22	Pr1	8m lado izquierdo							
23	Mz2	15m lado izquierdo							
24	Bp4	8m lado izquierdo							
25	PC3	8m lado izquierdo							
26	Pd3	25m lado izquierdo							
27	Bs1	35m lado izquierdo							
28	Mz3	15m lado izquierdo							
29	Pd4	10m lado izquierdo							
30	Ba3	5m lado derecho							
31	TM6	10 m lado izquierdo							

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
32	TM7	14 m lado izquierdo							
33	TM8	18 m lado izquierdo							
34	TM9	6m lado derecho							
35	TM10	5m lado derecho							
36	Mz4	3m lado derecho							
37	Ba4	5m lado izquierdo							
38	Ca1	2m lado izquierdo							
39	Vg1	2.5m lado derecho							
40	Vg2	5m lado izquierdo							
41	SM1	7m lado derecho							
42	PC4	3m lado izquierdo							
43	Pd5	10m lado izquierdo							
44	TM3	18m lado izquierdo							
45	TM1	1 m lado derecho							
46	PCo1	2m lado derecho							
47	PC5	3m lado izquierdo							
48	PR2	50cm lado derecho							
49	PR3	50cm lado izquierdo							
50	Ca2	50cm lado izquierdo							
51	PC6	50cm lado izquierdo							
52	PR4	8m lado izquierdo							
53	Ca3	1.5m lado derecho							
54	Vg3	3m lado derecho							
55	Vg4	1m lado derecho							
56	Ca4	1m lado izquierdo							
57	Ba5	4m lado derecho							
58	PR5	50cm lado izquierdo							
59	PC7	2.5m lado izquierdo							
60	Mz5	1m lado izquierdo							
61	Pd6	8m lado izquierdo							
62	Pd7	3m lado derecho							
63	Ca5	50cm lado izquierdo							
64	PC8	1m lado derecho							
65	Ca6	50cm lado derecho							
66	Bp5	2m lado derecho							
67	Bp6	1.5m lado izquierdo							
68	Mz6	5m lado izquierdo							
69	Pd8	15m lado derecho							
70	PR6	10m lado izquierdo							
71	Pr7	1m lado izquierdo							
72	TM2	2m lado izquierdo							
73	BS2	2m lado derecho							

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
74	PCo2	50cm lado derecho							
75	Pd9	50cm lado derecho							
76	Pd10	1m lado izquierdo							
77	BS3	50cm lado derecho							
78	TM4	50cm lado derecho							
79	MZ7	50cm lado derecho							
80	BS4	10m lado izquierdo							
81	Ba6	8m lado izquierdo							
82	PR8	1m lado izquierdo							
83	PC9	2.5m lado derecho							
84	PCo3	2m lado izquierdo							
85	PC10	1m lado izquierdo							
86	CA7	30m lado izquierdo							
87	PCO4	32m lado izquierdo							
88	SM2	40m izq, subir X PCo4							
89	VG5	Ir a PC10 y 1 m der							
90	CA8	3m lado derecho							
91	SM3	1m lado derecho							
92	Ba7	5m lado derecho							
93	PR9	6m lado derecho							
94	Bp7	10m lado izquierdo							
95	PCo5	50cm lado izquierdo							
96	PCo6	15m lado izquierdo							
97	PR10	2m lado izquierdo							
98	VG6	8m lado derecho							
99	MZ8	15m lado derecho							
100	BP8	9 m lado derecho							
101	BP9	1m lado derecho							
102	Ba8	50 cm lado derecho							
103	TM5	3m lado derecho							
104	VG7	9m lado derecho							
105	PCo7	10m lado derecho							
106	BP10	13m lado derecho							
107	CA9	4m lado izquierdo							
108	Bs5	5m lado izquierdo							
109	VG8	5m lado izquierdo							
110	MZ9	50 cm lado izquierdo							
111	Ba9	9m lado derecho							
112	PCo8	8m lado derecho							
113	VG9	50cm lado derecho							
114	MZ10	5m lado izquierdo							
115	CA10	50cm lado izquierdo							

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
116	BA10	2m lado izquierdo							
117	VG10	3m lado izquierdo							
118	PCo9	50 cm lado izquierdo							
119	PCo10	1m lado izquierdo							
120	BS6	50 cm lado izquierdo							

CLIMA

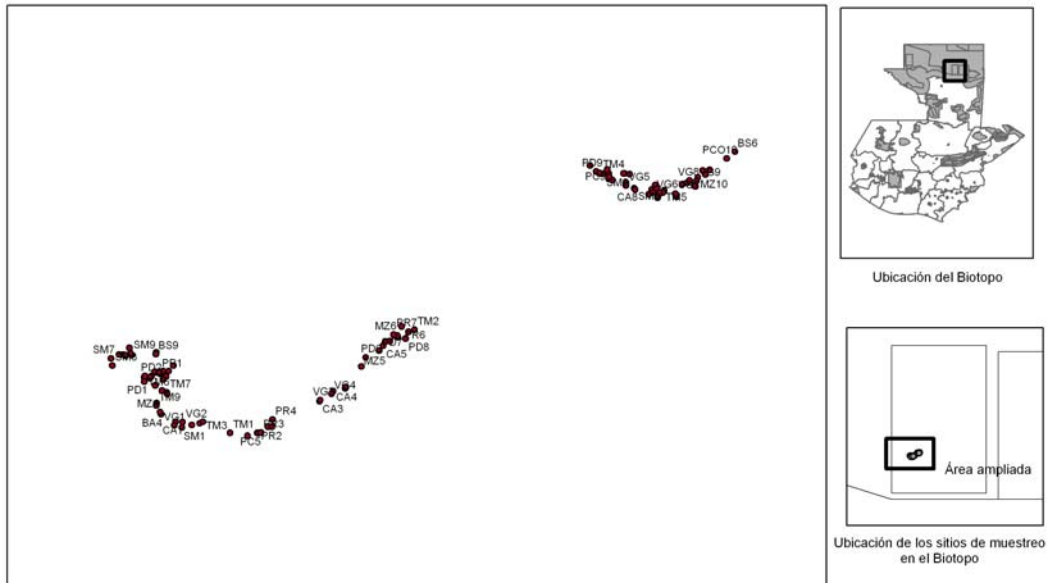
DIA ANTERIOR: _____

DIA DEL MONITOREO: _____

Anexo 4. Mapa con la ubicación de los individuos a monitorear en el Biotopo San Miguel La Palotada El Zotz



Ubicación de los árboles seleccionados para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de 12 especies vegetales de importancia ecológica en la RBM



Proyecto FD26-2011 "Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

Anexo 5. Boleta para la toma de datos de la fenología reproductiva en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas.



No.

HOJA DE DATOS FENOLOGICOS BP NAACHTUN-DOS LAGUNAS

SENDERO _____

FECHA _____

OBSERVADORES _____

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
1	SM9	Inicio 6m lado derecho							
2	SM10	12 m lado izquierdo							
3	VG1	2m lado izquierdo							
4	MZ1	5m lado derecho							
5	VG2	18 m lado derecho							
6	PR1	62 pasos lado derecho							
7	PR2	50 cm lado izquierdo							
8	BS1	40 pasos lado derecho							
9	PD1	36 pasos lado derecho							
10	CA1	1 m lado derecho							
11	PCo1	6m lado derecho							
12	PD2	28 pasos lado derecho							
13	PCo2	28 pasos lado derecho							
14	PC1	35 pasos lado derecho							
15	TM1	60 pasos lado derecho							
16	BP1	60 pasos lado derecho							
17	BS2	2 m Ldo izquierdo							
18	PCo3	8 m lado izquierdo							
19	PD3	20 m lado izquierdo							
20	PC2	10 m lado derecho							
21	MZ2	18 m lado derecho							
22	BS3	8 m lado derecho							
23	PC3	12 m lado derecho							
24	PCo4	14 m lado derecho							
25	VG3	5 m lado derecho							
26	CA2	12 m lado izquierdo							
27	PC4	17 m lado izquierdo							
28	PR3	61 pasos lado izquierdo							
29	PD4	61 pasos lado izquierdo							

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
30	PCo5	3 m lado derecho							
31	BS4	2 m lado derecho							
32	CA3	2 m lado izquierdo							
33	PC5	5 m lado derecho							
34	BP2	8 m lado izquierdo							
35	MZ3	9 m lado izquierdo							
36	BA1	3 m lado izquierdo							
37	BP3	3 m lado izquierdo							
38	MZ4	50 cm lado izquierdo							
39	TM2	1 m lado izquierdo							
40	MZ5	1 m lado derecho							
41	BS5	2 m lado derecho							
42	TM3	4 m lado derecho							
43	CA4	3 m lado izquierdo							
44	PCo6	8 m lado derecho							
45	VG4	50 cm lado izquierdo							
46	TM4	1 m lado izquierdo							
47	TM5	5 m lado izquierdo							
48	TM6	6 m lado izquierdo							
49	PR4	50 cm lado izquierdo							
50	CA5	8 m lado izquierdo							
51	VG5	1 m lado derecho							
52	BP4	11 m lado derecho							
53	CA6	3 m lado izquierdo							
54	PC6	3m lado derecho							
55	TM7	2 m lado derecho							
56	BS6	3 m lado izquierdo							
57	PD5	6 m lado izquierdo							
58	SM1	8 m lado izquierdo							
59	PCo7	1 m lado derecho							
60	TM8	6 m lado izquierdo							
61	SM2	7 m lado izquierdo							
62	CA7	5 m lado izquierdo							
63	SM3	3 m lado izquierdo							
64	PD6	10 m lado derecho							
65	PC7	3 m lado derecho							
66	BA2	1 m lado derecho							
67	VG6	4 m lado izquierdo							
68	BS7	2 m lado derecho							
69	PR5	1 m lado derecho							
70	MZ6	2 m lado izquierdo							
71	TM9	3 m lado derecho							

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
72	CA8	3 m lado izquierdo							
73	BP5	3m lado izquierdo							
74	MZ7	50 cm lado derecho							
75	VG7	3 m lado izquierdo							
76	PC8	3 m lado izquierdo							
77	CA9	4 m lado derecho							
78	PC9	4 m lado izquierdo							
79	BP6	5 m lado izquierdo							
80	MZ8	6 m lado izquierdo							
81	CA10	1 m lado derecho							
82	BP7	9 m lado izquierdo							
83	PCo8	5 m lado izquierdo							
84	VG8	3 m lado izquierdo							
85	MZ9	1 m lado derecho							
86	PC10	2.5 m lado derecho							
87	BS9	1 m lado izquierdo							
88	PR8	15 m lado izquierdo							
89	BP8	1 m lado izquierdo							
90	BP9	3 m lado derecho							
91	PR9	2 m lado izquierdo							
92	PR10	2 m lado derecho							
93	BP10	20 m lado izquierdo							
94	BA9	5 m lado derecho							
95	BS10	2 m lado izquierdo							
96	PD8	1 m lado izquierdo							
97	MZ10	4 m lado izquierdo							
98	PD9	4 m lado derecho							
99	BA10	8 m lado derecho							
100	PD10	1 m lado derecho							
101	VG10	1 m lado derecho							
102	BA3	1 m lado derecho							
103	Ba4	8 m lado izquierdo							
104	Ba5	2.5 m lado izquierdo							
105	VG9	1 m lado izquierdo							
106	PCo9	4 m lado izquierdo							
107	SM4	6 m lado izquierdo							
108	BA6	8 m lado derecho							
109	SM5	20 m lado izquierdo							
110	PR6	8 m lado derecho							
111	SM6	17 m lado derecho							
112	BS8	1 m lado derecho							
113	PCo10	7 m lado izquierdo							

No.	Código	Localización	Brote	Botón	Flor Abierta	Fruto	% Fruto Verde	% Fruto Maduro	Observaciones
114	SM7	1 m lado derecho							
115	Ba7	6m lado izquierdo							
116	SM8	3m lado derecho							
117	PR7	6 m lado derecho							
118	BA8	5 m lado izquierdo							
119	PD7	4 m lado derecho							
120	TM10	5 m lado izquierdo							

CLIMA

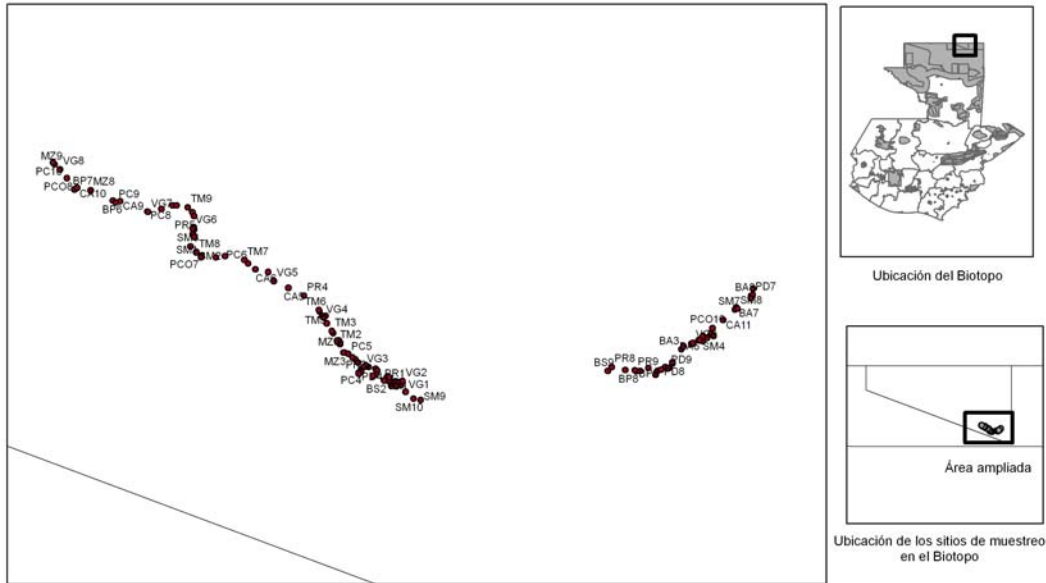
DÍA ANTERIOR: _____

DÍA DEL MONITOREO: _____

Anexo 6. Mapa con la ubicación de los individuos a monitorear en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas



Ubicación de los árboles seleccionados para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de 12 especies vegetales de importancia ecológica en la RBM



Proyecto FD26-2011 "Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

Anexo 7. Listado de vertebrados registrados en el área de estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cahuí	Zotz	Dos Lagunas	
Amphibia	Anura	Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo Moi			X	
		Microhylidae	<i>Gastrophryne elegans</i>	Termitero balador				
		Hylidae	<i>Triprrion petasatus</i>	Rana yucateca cabeza de pala			X	
		Bufo	<i>Incilius campbelli</i> <i>Incilius sp</i>	Sapo Sapito dorado	X X			
Reptilia	Testudines Caudata	Kinosternidae	<i>Kinosternon sp.</i>	Tortuga			X	
		Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	X			
		Colubridae	<i>Elaphe flavirufa</i>	Culebra			X	
			<i>Xenodon rabdocephalus</i>	Falsa barba amarilla		X		
		Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Barba amarilla			X	
	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano			X	
Aves	Tinamiformes Galliformes	Tinamidae	<i>Tinamus sp</i>	Tinamú		X		
		Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo	X	X	X	
		Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	X	X		
			<i>Crax rubra</i>	Faisán			X	
			<i>Penelope purpurascens</i>	Cojolita			X	
	Accitripidormes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Gavilán de bosque		X		
		Accitripidae	<i>Ictinia plumbea</i> <i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán blanco		X	X	
	Psittaciformes	Psittacidae	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Pato			X
			<i>Amazona autumnalis</i>	Loro			X	
			<i>Amazona albifrons</i> <i>Amazona farinosa</i>	Loro frente blanca Loro real		X	X	
	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón	X	X		
	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico			X	
			<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín pescador enano		X		
	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero		X	X	
		Ramphastidae	<i>Ramphastos sulphuratus</i>	Tucán real		X	X	
<i>Pteroglossus torquatus</i>			Tucaneta		X	X		

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cahuí	Zotz	Dos Lagunas
	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Piscoy	X	X	
	Passeriformes	Poliophtilidae	<i>Rhampocaeus melanurus</i>	Picudo	X	X	
		Furnariidae	<i>Dendocincla anabatina</i>	Trepador		X	
		Parulidae	<i>Wilsonia citrina</i>	Chipe			X
			<i>Habia rubica</i>		X	X	X
		Icteridae	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola			X
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>		X		
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	X		
	Primates	Atelidae	<i>Alouatta pigra</i>		X	X	X
			<i>Ateles geoffroyi</i>		X	X	X
	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus sp</i>		X	X	
		Cricetidae	<i>Ototylomys phyllostis</i>				
		Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>		X	X	
	Hysticomorpha	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>			X	
	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>			X	
		Procyonidae	<i>Potos flavus</i>		X		
	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama temama</i>				X
			<i>Odocoileus virginianus</i>		X		X
		Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>			X	X
			<i>Pecari tajacu</i>				X
	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>			X	X

Anexo 8. Informe de actividad del Taller 1.

Proyecto FD 026-2011

"Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

Informe de Actividad

Taller de capacitación 1. Uso de GPS, cámara fotográfica y registro de fauna para el monitoreo de la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica.

Fecha: 21 y 22 de febrero 2012

Lugar: Biotopo Cerro Cahuí, Petén

Dirigido a: Personal técnico y de campo del Centro de Estudios Conservacionistas, Biotopos Cerro Cahuí, San Miguel-La Palotada-El Zotz y Naachtún-Dos Lagunas.

Objetivo general del taller:

Inducir al personal de campo en la temática y uso de equipo para el monitoreo de fenología reproductiva.

Temas a incluidos en el taller:

1. Fenología reproductiva de plantas
 - 1.1 El ciclo reproductivo de las plantas superiores.
 - 1.2 Anatomía de flores y frutos, tipos de frutos.
 - 1.3 El Polen y la polinización.
 - 1.4 Dispersión de semillas.
2. Uso y cuidado de GPS
 - 2.1 Proyecciones y datum.
 - 2.2 Toma de datos en el campo.
3. Registro de fauna asociada
 - 3.1 Uso y cuidado de Binoculares.
 - 3.2 Uso y cuidado de la cámara de fotos.
 - 3.3 Toma de fotos de rastros.
 - 3.4 Toma de moldes con yeso.

Resultados de la actividad

La capacitación se llevó a cabo de acuerdo a la agenda propuesta (Anexo 1) en las instalaciones del Biotopo Cerro Cahuí. Se contó con 21 participantes (17 y 20 cada día respectivamente) pertenecientes al personal técnico y de campo de los Biotopos de Petén (Anexo 2).

Los participantes recibieron charlas magistrales y exposiciones de los temas incluidos, y posteriormente, se realizaron prácticas para reforzar los conocimientos adquiridos (Anexos 3 y 4). Los participantes recibieron información sobre el proyecto y la toma de datos en el campo, así como temas relacionados con el proyecto como el ciclo reproductivo de las plantas superiores, anatomía y clasificación de frutos, y técnicas de registro de fauna.

Lic. Manolo García
Investigador principal

VoBo. PhD. Oscar Cobar
Decano
Fac. CCQQ y Farmacia –USAC

Anexos.

Anexo 1. Agenda de la capacitación.

Agenda

Martes 21 de febrero 2012

Hora	Tema	Actividades	Responsable
8:30	Anatomía de flores y frutos	Charla y práctica tipo laboratorio	Vivian González
10:30	Receso		
11:00	Uso y cuidado de GPS	Teoría y práctica	Manolo García
12:00	Almuerzo		
13:00	Continúa GPS		
14:30	Registro de fauna asociada	Teoría y práctica	Percy Yaxcal
15:30	Cierre del día		

Miércoles 22 de febrero 2012

Hora	Tema	Actividades	Responsable
8:00	Diseño, metodología y toma de datos del estudio	Presentación	Equipo de investigación FD 26-2011
8:30	Proyecto FD26-2011 y fenología de especies vegetales	Teoría	Manolo García
	Especies vegetales a incluir en el monitoreo	Teoría	Manolo García
	Boletas para la toma de	Teoría y práctica	Vivian González y

	datos		Percy Yaxcal
9:45	Receso		
10:00	Toma de datos para el monitoreo de especies vegetales	Práctica	
12:30	Cierre del taller		
13:00	Almuerzo		

Anexo 2. Listado de participantes

Nombre	Institución	Puesto
Cleofes Olivares	CECON	Guarda recurso
Elías Damario España	CECON	--
Carlos Enrique Caal Tzul	CECON	Peón
Carlos Heriberto Hernández	CECON	--
Carlos Raúl Rosales	CECON	--
Ernesto Ramírez	CECON	Guarda recurso
Catalino García	CECON	Guarda recurso
Jorge Waldemar García	CECON	Guarda recurso
Byron Cruz	CECON	Peón
Salatíel Núñez	CECON	Guarda recurso
Juan Pablo Najarro	CECON	Peón
Luis Felipe Rodas	CECON	Encargado de personal de campo
Marvin Rosales	CECON	Coordinador de Biotopos Petén.
Merlin Fabian Ramírez	CECON	Encargada de cobros Biotopo Cerro Cahuí
Marvin Ochaeta	CECON	--
Juan Carlos Rodas	CECON	Guarda recurso
Erwin René	CECON	Peón
Agustin Caal	CECON	--
Marvin Noé García Felipe	CECON	Peón
Saul Castillo Hernández	CECON	Guarda recurso
Isidro O. Meléndrez	CECON	Peón

Anexo 9. Informe de actividad del Taller 2.

Proyecto FD 026-2011

"Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

INFORME DE ACTIVIDAD

Taller de capacitación II. Técnicas para el registro de vertebrados asociados a especies vegetales de importancia ecológica en la RBM.

Fecha: 20 de Febrero del 2013

Lugar: Biotopo Cerro Cahuí, Petén

Dirigido a: Personal técnico y de campo del Centro de Estudios Conservacionistas, Biotopos Cerro Cahuí, San Miguel-La Palotada-El Zotz y Naachtún-Dos Lagunas.

Objetivo general del taller: Inducir al personal de campo en la temática y uso de equipo para el monitoreo de vertebrados asociados a especies vegetales de importancia ecológica en la RBM.

Temas a incluidos en el taller:

1. Las trampas cámara para el registro de vertebrados.
 - 1.1 Historia de las trampas cámara.
 - 1.2 Tipos de trampas cámara.
 - 1.3 Ventajas y Desventajas en el uso de trampas cámara.
 - 1.4 Uso de trampas cámara para el registro de presencia/ausencia, registro de comportamiento, patrones de actividad, estimación de abundancia y densidad de vertebrados.
 - 1.5. Sitios para la ubicación de trampas cámara.
 - 1.6. Instalación de las trampas cámara.
 - 1.7. ConGráficación de las trampas cámara.

2. Introducción a la identificación de aves de la Selva Maya. Generalidades y métodos de estudio.
 - 2.1 La Clase Aves
 - 2.2 Generalidades de las aves
 - 2.3 Importancia ecológica de las aves (polinización y dispersión)
 - 2.4 Métodos para el estudio de aves
 - 2.5 Las aves de la Reserva de Biosfera Maya

Resultados de la actividad

La presente capacitación “Técnicas para el registro de vertebrados asociados a especies vegetales de importancia ecológica en la RBM” fue realizada de acuerdo a la agenda previamente propuesta (Anexo 1). Se contó con la participación de personal técnico y de campo del Centro de Estudios Conservacionistas de los Biotopos de Petén, quince en total. Así mismo se conto con la participación de tres personas que pertenecen a la ONG Wildlife Conservation Society, además de los organizadores de dicho taller (Anexo 2) con un total de veintidós participantes.

Los asistentes recibieron charlas teóricas de los temas para fortalecer el conocimiento en cuanto a metodologías que pueden ser utilizadas para el registro de vertebrados, tal es el caso del uso de trampas cámara. Además de recibir instrucciones del adecuado manejo, instalación y conGráficación de estas, los participantes a manera de práctica instalaron y colocaron las trampas

cámara en los alrededores y luego se hizo una revisión de las fotocapturas realizadas por cámara instalada. Se incluyó el tema del uso de trampas-cámara como método complementario para el registro de vertebrados, ya que, en la mayoría de sitios, el sustrato no permite la impresión de huellas y otros rastros. También fue impartida una charla para la identificación de aves de la región de la Selva Maya y sus métodos de monitoreo y estudio para reforzar el conocimiento en cuanto a las generalidades de las aves, familias presentes en la Selva Maya, su identificación y métodos de estudio.

Lic. Manolo García
Investigador principal

VoBo. PhD. Oscar Cobar
Decano
Fac. CCQQ y Farmacia –USAC

Agenda de la capacitación.

Hora	Tema	Actividades	Responsable
8:00	Bienvenida a taller		Vivian González
8:15	Las trampas cámara y su uso para el registro de vertebrados.	Teoría	Paola Herrera
8:30	Partes de la cámara, configuración e instalación de trampas cámara.	Teoría	Vivian González
10:00	Receso		
10:30	Estudio de caso presentado por personal de WCS.	Teoría	Licda. Gabriela Ponce
11:30	Instalación de trampas en sendero interpretativo	Practica	Equipo de Investigación
12:30	Almuerzo		
13:30	Introducción a la identificación de aves de la selva maya. Generalidades y métodos de captura	Teoría	Lic. Manolo García
3:00	Cierre del taller		

Listado de participantes

Nombre	Institución	Puesto
Pablo Cal Choc	CECON	Guardarrecurso
Saúl Castillo	CECON	Guardarrecurso
Ramiro Tobar	CECON	Guardarrecurso
Moisés Misti Caal	CECON	Guardarrecurso
Ernesto Ramírez	CECON	Guardarrecurso
David Misty	CECON	Guardarrecurso
Juan Pablo Najarro	CECON	Guardarrecurso
Marcial Hernández	CECON	Guardarrecurso
Carlos Caal Tzul	CECON	Peón
Marvin García	CECON	Peón
Byron Cruz	CECON	Peón
Marcial Córdova	WCS	Coordinador de campo

Rony García Anleu	WCS	Coordinador técnico
Gabriela Ponce	WCS	Guardarrecurso
Luis Erazo	CECON	Peón
Carlos Hernández	CECON	Guardarrecurso
Abraham Mateo López	CECON	Cobro de Ingresos
Merlin Fabián	CECON	Epesista
Paola Judith Herrera	CECON	Auxiliar de Investigación
Vivian González	CECON	Auxiliar de Investigación
Percy Yaxcal	CECON	Investigador principal
Lic. Manolo García Vettorazzi	CECON	

Fotografías de la capacitación.



Fotografía 1. Participantes del II Taller de capacitación



Fotografía 2. Introducción a las trampas cámara por parte de la estudiante Paola Herrera



Fotografía 3. Charla sobre la configuración e instalación de las trampas cámara.



Fotografía 4. Estudio de caso presentado por Gabriela Ponce, de la ONG WCS.



Fotografía 5. Practica sobre la instalación y configuración de las trampas cámara



Fotografía 6. Revisión de foto capturas realizadas por los participantes.



Fotografía 7. Revisión de fotocapturas realizadas por los asistentes.



Fotografía 8. Introducción a la identificación de aves de la selva maya

Anexo 10. Informe de actividad del Taller 3

Proyecto FD 026-2011

"Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

Informe de Actividad

Taller 3: Presentación de resultados y seguimiento a futuro

Fecha: Lunes 29 de julio 2013

Lugar: Biotopo Cerro Cahuí, El Remate, Petén

Total de participantes: 19

Descripción de la actividad

El lunes 29 de julio 2013, en las instalaciones administrativas del Biotopo Cerro Cahuí, se llevó a cabo el tercer taller de capacitación al personal de campo del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). Durante este taller se presentaron los resultados preliminares obtenidos en el Proyecto, y se evaluó el posible seguimiento al monitoreo en los Biotopos de Petén.

Las actividades se desarrollaron de acuerdo a la Agenda programada (Anexo1). Durante el taller se contó con la participación de 12 guarda recursos, 2 técnicos y 2 investigadores del CECON que laboran en los 3 Biotopos en los cuales se desarrolló el estudio. El equipo de investigación desarrolló la presentación de resultados por medio de ponencias orales, iniciando con los antecedentes del estudio y la metodología empleada. Previo a la presentación de resultados, se realizó una explicación para la interpretación de gráficos estadísticos, con el fin de asegurar que todos los participantes estuvieran capacitados para interpretar las gráficas de los resultados que les serían presentados.

Seguidamente, se presentaron los resultados del muestreo realizado de septiembre 2011 a junio 2013. La ponencia oral dio inicio con los resultados de la fenología reproductiva del conjunto de especies en total, tanto el número de individuos por mes, como la intensidad de los fenómenos de foliación, floración y fructificación por mes. Posteriormente, se presentaron análisis de agrupamiento jerárquico de las especies de acuerdo a sus patrones fenológicos, y la relación con la temperatura media y el acumulado mensual de precipitación. También se presentaron los resultados de análisis de correlación canónica con relación a los valores mensuales promedio de floración y fructificación de las especies con la temperatura media mensual y el acumulado mensual de precipitación, en los cuales se muestra que existe una correlación de la floración con la temperatura media y de la fructificación con el acumulado mensual de precipitación. Los datos climáticos fueron obtenidos de la Estación de Flores del INSIVUMEH.

Para finalizar la presentación de resultados, se mostraron los resultados para cada una de las especies, en los promedios mensuales de todo el período de estudio para la floración (en botón y con flora abierta) y la fructificación (fruto verde y fruto maduro), así como las comparaciones entre los 3 Biotopos incluidos en el estudio. Posteriormente, se tuvo un espacio para preguntas y discusión de los resultados presentados por el equipo de investigación. Se obtuvieron insumos que serán incorporados a informe final en las secciones de resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones. Uno de los temas incluidos en la discusión fue el seguimiento del monitoreo, al cual el personal técnico del Biotopo indicó que es posible llevar a cabo este seguimiento, ya que, se cuenta con personal capacitado y los árboles identificados y con una línea base para el desarrollo de un programa de monitoreo de la fenología reproductiva. El cierre del evento se llevó a cabo con el almuerzo, preparado por el personal del CECON en las instalaciones del Biotopo Cerro Cahuí.

Guatemala 01 de agosto 2013

Lic. Manolo García
Investigador principal
Proyecto FD26-2011

VoBo. Ph.D Oscar Cobar
Decano
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Agenda



Proyecto FD 026-2011

"Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

3er Taller: Presentación de resultados y seguimiento futuro

Lugar: Biotopo Cerro Cahú, Petén

Fecha: lunes 29 de julio 2013

Programa

Hora	Actividad
8:30	Inscripción de participantes
9:00	Bienvenida y presentación de los participantes
9:15	Antecedentes del proyecto FD 26-2011
9:30	Informe de actividades realizadas durante el estudio
9:45	Resultados obtenidos en el estudio
10:15	Refacción
10:30	Discusión para evaluación y retroalimentación de resultados
11:30	Discusión para el seguimiento futuro
12:30	Conclusiones finales y cierre del taller
13:00	Almuerzo

Fotografías del evento realizado el 29 de julio 2013



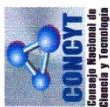
Fotografía 1. Auxiliares Vivian González y Percy Yaxcal durante la exposición de antecedentes del estudio.



Fotografía 2. Participantes del evento en las instalaciones administrativas del Biotopo Cerro Cahuí



Fotografía 3. Personal del CECON en la discusión y preguntas sobre la exposición realizada por el equipo de investigación.



Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología



Taller de presentación de resultados del Proyecto FD26-2011 "Levantamiento de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la RBM".
Biotopo Cerro Cahui 29 de julio 2013

No.	Nombre	Institución	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Firma
1	David Misty Quin	CECON	G.R.			
2	Luis Felipe Rodas	USAC CECON	Guarda-recursos			
3	Juan J. Ramirez	CECON / USAC	Sub-coord. Técnica			
4	Marina Chacon	CECON USAC LUDEP	EPS - EPSUM			
5	José Luis Rodas	USAC - CECON	Guarda-recursos			
6	Carlos Rosales Burgos	USAC - CECON	Guarda-recursos			
7	Ulivan Gonzalez	USAC - CECON	Guarda-recursos Asesor de Investigación			
8	Patty I. Jorcal	USAC - CECON	Auxiliar de Investigación			
9	Manolo García	CECON - USAC	Investigador			
10						

Listado de participantes (continuación).



Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología



Taller de presentación de resultados del Proyecto FD26-2011 "Levantamiento de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la RBM".
Biotopo Cerro Cahui 29 de julio 2013

No.	Nombre	Institución	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Firma
1	Saul Castillo	CECON	G. R.			
2	Manuel Mr. Riquen	CECON	Investigador			
3	Rosario Rodas Dante	CECON	Asistente del Laboratorio			
4	Martín Fabián R.	CECON	Voluntarios			
5	Moisés Kishi (enl.)	CECON	G. R.			
6	Carlos Raul Rosales	CECON	G. R.			
7	Catalina García	CECON-USA	G. R. D.			
8	Juan Pablo N. Quintero	CECON	I. A. N.			
9	George Jimenez	CECON	G. R. N.			
10	CIRO FES OLIVEROS	CECON	G. R. N.			

Anexo 11. Informe de actividad del Taller de divulgación de resultados

Proyecto FD 026-2011

"Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

Informe de Actividad

Taller: Fenología de 12 especies vegetales de importancia en la Reserva de Biósfera Maya: temporada 2011-2013

Fecha: Martes 30 de julio 2013

Lugar: Hotel Espléndido, Santa Elena, Petén

Total de participantes: 20

Descripción de la actividad

El martes 30 de julio 2013, se llevó a cabo el primer taller para la presentación de resultados del proyecto FD26-2011. Durante este taller se presentaron los resultados preliminares obtenidos en el Proyecto, y se evaluó la ampliación del monitoreo de la fenología reproductiva de especies de importancia ecológica en la Reserva de Biósfera Maya (RBM) hacia otras áreas protegidas administradas por otras instituciones y su integración como parte de la implementación de estrategias de mitigación de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la RBM.

Las actividades se desarrollaron de acuerdo a la Agenda programada (Anexo1). Durante el taller se contó con la participación de representantes del Departamento de vida silvestre del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), personal técnico del CECON y organizaciones no gubernamentales (ONGs) que se desarrollan en la temática ambiental en el área, así como personal del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT).

Seguidamente, se presentaron los resultados del muestreo realizado de septiembre 2011 a junio 2013. La ponencia oral dio inicio con los resultados de la fenología reproductiva del conjunto de especies en total, tanto el número de individuos por mes, como la intensidad de los fenómenos de foliación, floración y fructificación por mes. Posteriormente, se presentaron análisis de agrupamiento jerárquico de las especies de acuerdo a sus patrones fenológicos, y la relación con la temperatura media y el acumulado mensual de precipitación. También se presentaron los resultados de análisis de correlación canónica con relación a los valores mensuales promedio de floración y fructificación de las especies con la temperatura media mensual y el acumulado mensual de precipitación, en los cuales se muestra que existe una correlación de la floración con la temperatura media y de la fructificación con el acumulado mensual de precipitación. Los datos climáticos fueron obtenidos de la Estación de Flores del INSIVUMEH.

Para finalizar la presentación de resultados, se mostraron los resultados para cada una de las especies, en los promedios mensuales de todo el período de estudio para la floración (en botón y con flora abierta) y la fructificación (fruto verde y fruto maduro), así como las comparaciones entre los 3 Biotopos incluidos en el estudio. Posteriormente, se tuvo un espacio para preguntas, comentarios y discusión de los resultados pro parte de los asistentes. Se obtuvieron insumos que serán incorporados al informe final en las secciones de resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones. Se planteó la importancia del estudio, y su integración como línea base para el desarrollo de un programa para el monitoreo de la fenología reproductiva de especies vegetales en la RBM, siendo implementada la metodología también por instituciones como Fundación

Defensores de la Naturaleza en la Sierra de Lacandón y el Instituto de Antropología e Historia en el Parque Nacional Tikal, como fortalecimiento a la implementación del plan maestro de la RBM que se encuentra actualmente en actualización. El cierre del evento se llevó a cabo con un almuerzo en las instalaciones del Hotel Espléndido.

Guatemala 01 de agosto 2013

Lic. Manolo García
Investigador principal
Proyecto FD26-2011

VoBo. Ph.D Oscar Cobar
Decano
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Anexo 1. Agenda



Proyecto FD 026-2011

"Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya"

Taller: Fenología de 12 especies vegetales de importancia en la Reserva de Biósfera Maya: temporada 2011-2013

Lugar: Hotel Espléndido, Santa Elena Petén

Fecha: martes 30 de julio 2013

Programa

Hora	Actividad
9:30	Inscripción de participantes
10:00	Bienvenida y presentación de los participantes
10:15	Antecedentes del proyecto FD 26-2011
10:25	Metodología para la toma de datos de fenología
10:35	Resultados obtenidos en el estudio
11:05	Receso
11:15	Discusión para evaluación y retroalimentación de resultados
12:00	Conclusiones finales y cierre del taller
12:30	Almuerzo

Fotografías del evento realizado el día 30 de julio 2013



Fotografía 1. Participantes del evento en el Hotel Espléndido.



Fotografía 2. Participantes del evento, representantes de distintas instituciones locales.



Fotografía 3. Auxiliares Percy Yaxcal y Vivian González durante la presentación de antecedentes del proyecto.



Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología



Taller de presentación de resultados del Proyecto FD26-2011 "Levantamiento de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la RBM".
Hotel Espléndido, Petén 30 de julio 2013

No.	Nombre	Institución	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Firma
1	Rony García	WCS	Dr. Depto. Inv. Biol.			
2	Mercedes Orozco	Senacyt	Prof. de I+D.			
3	Francois de la Cruz	Senacyt	Auditor			
4	Julio Madrid	CONAP/peten	Director Depto. VI de la Sibatrop			
5	Danny A. Melian	CONAP/peten	Tecnico del Depto. Vida Sil.			
6	Daniel Ariano	comites WCS/USC	Plan maestro RBM			
7	William Zuc	Forstal-Comap.	Coord. Inv. y Sistem.			
8	Rony E. Yzuel O.	CECON/USDC	Auxiliar I			
9	Ulison Gonzalez	CECON/USAC	Auxiliar de Investigación			
10	Mandalo García	CECON/USAC	Investigador			

Listado de participantes (continuación).



Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología





Taller de presentación de resultados del Proyecto FD26-2011 "Levantamiento de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la RBM".
Hotel Espléndido, Petén 30 de julio 2013

No.	Nombre	Institución	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Firma
1	Juan José Reynel Zetina	CECON/USAC	Sub. coordinador Técnico	juan.zetina@concyt.gub.gq	86-274-111	
2	Francisco Asturias	FUNDAECO.	Director Petén coordinador			
3	Ernesto López	PDP/CEBAM	coordinador			
4	Marvin Rosales	CECON/USAC	coordinador Biotepecs Peten			
5	Marcial Hernández	CECON-USAC	Técnico			
6	Rudy Viqueles	Vida Silvestre CONAS P/Región VII	Técnico			
7	Fredy A. Solís	CEMEE-CONAP	Técnico			
8	Roberto Escobar M.	FAN	coordinadora de investigación			
9	Mirtha Cano	Tikal	coordinadora de la Unidad de Biología			
10	Gabriela Ronce	WIS	Coord. Técnico Depto. Inv. Biología			

PARTE V

PARTE V INFORME FINANCIERO

								AD-R-0013
 FICHA DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA 								
LINEA: FODECYT								
Nombre del Proyecto:		"Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biósfera Maya"						
Numero del Proyecto:		026-2011						
Investigador Principal y/o Responsable del Proyecto:		LIC. MANOLO GARCÍA VETTORAZZI						
Monto Autorizado:		Q272,950.00		Orden de Inicio (y/o Fecha primer pago):		01/08/2011		
Plazo en meses		24 meses						
Fecha de Inicio y Finalización:		01/08/2011 al 31/07/2013						
Grupo	Renglon	Nombre del Gasto	Asignacion Presupuestaria	TRANSFERENCIA		Ejecutado	Pendiente de Ejecutar	
				Menos (-)	Mas (+)			
1		Servicios no personales					2013	
	122	Impresión, encuadernación y reproducción	Q 650.00		Q 12,500.00	Q 13,000.00	Q 150.00	
	133	Viáticos en el interior	Q 60,000.00	Q 12,500.00		Q 42,300.00	Q 5,200.00	
	181	Estudios, investigaciones y proyectos de factibilidad	Q 148,000.00			Q 148,000.00	Q -	
	185	Servicios de capacitación			Q 8,800.00	Q 4,150.00	Q 4,650.00	
	189	Otros estudios y/o servicios (Evaluación externa de impacto)	Q 8,000.00				Q 8,000.00	
	199	Otros servicios no personales	Q 900.00				Q 900.00	
2		MATERIALES Y SUMINISTROS						
	211	Alimentos para personas	Q 10,000.00	Q 8,800.00		Q 680.68	Q 519.32	
	241	Papel de escritorio	Q 200.00			Q 194.75	Q 5.25	
	243	Productos de papel o cartón	Q 5,000.00			Q 823.20	Q 4,176.80	
	261	Elementos y compuestos químicos	Q 200.00			Q 165.00	Q 35.00	
	262	Combustibles y lubricantes	Q 12,000.00			Q 9,039.90	Q 2,960.10	
	266	Productos medicinales y farmacéuticos	Q 4,500.00	Q 4,500.00			Q -	
	267	Tintes, pinturas y colorantes	Q 500.00		Q 4,500.00	Q 1,783.95	Q 3,216.05	
	297	Útiles, accesorios y materiales eléctricos	Q 3,500.00			Q 2,934.99	Q 565.01	
3		PROPIEDAD, PLANTA, EQUIPO E INTANGIBLES						
	324	Equipo educacional, cultural y recreativo	Q 7,500.00			Q 7,389.00	Q 111.00	
	329	Otras maquinarias y equipos	Q 12,000.00			Q 11,940.00	Q 60.00	
			Q 272,950.00	Q 25,800.00	Q 25,800.00	Q 242,401.47	Q 30,548.53	
		MONTO AUTORIZADO	<u>Q 272,950.00</u>			Disponibilidad	Q 30,548.53	
		(-) EJECUTADO	Q 242,401.47					
		SUBTOTAL	Q 30,548.53					
		(-) CAJA CHICA						
		TOTAL POR EJECUTAR	Q 30,548.53					