



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos
y Programa Universitario en Historia de Guatemala

INFORME FINAL

Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica

Equipo de Investigación

MSc. Carolina Rosales Zamora de Zea (Coordinadora)

María José Hernández (Auxiliar de Investigación II)

Pablo José Lee Castillo (Auxiliar de Investigación I)

Colaboradores: Licda. Claudia Lucía Morales Flores (Investigadora Asociada Cecon), Personal Biotopos Petén: Byron Cruz Román, Jaime Fernando Gutiérrez, Saúl Castillo Hernández, Darwin Aguirre Castillo, Victor Hugo Hernández Gonzales, Carlos Enrique Caal Tzul, Aderly Alejandro Morales García, Elvis Solís Montufar, Miguel Hernández, Mario Chun, Juan José Romero. Wildlife Conservation Society (WCS).

Guatemala enero de 2018

Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas –IIQB-

Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-

Jardín Botánico-Herbario USCG e *Index Seminum*

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Dra. Sandra E. Herrera Ruiz
Coordinadora Programa Universitario de Asentamientos Humanos

M.Sc. Carolina Rosales Zamora de Zea
Coordinadora del Proyecto de Investigación

Br. María José Hernández
Auxiliar de Investigación II

Br. Pablo José Lee Castillo
Auxiliar de Investigación I

Licda. Claudia Lucia Morales Flores
Investigadora asociada

Partida Presupuestaria
DIGI4.8.63.9.02

Año de ejecución: 2017

Índice general

Índice de figuras	1
Índice de cuadros.....	1
Título	2
Resumen	2
Abstract	3
Introducción.....	4
Marco teórico y estado del arte	6
Vegetación en la Reserva de la Biosfera Maya	6
Colecciones de frutos y semillas –carpotecas-	6
Carpotecas como herramienta para la identificación de plantas.....	7
Importancia de la identificación de semillas en estudios ecológicos	8
Relación e importancia de los Rasgos Funcionales de Plantas y los Servicios Ecosistémicos	10
Materiales y métodos.....	12
Área e estudio.....	12
Técnicas e instrumentos:	13
Método:	13
Técnica:	13
Instrumento:.....	14
Muestreo y diseño de muestreo	15
Operacionalización de las variables o unidades de análisis:	16
Procesamiento de datos y plan de análisis:.....	17
Resultados	17
Matriz de resultados	17
Diversidad de especies de árboles y arbustos en la Reserva de Biósfera Maya	18
Rasgos funcionales en frutos y semillas	18
Frutos.....	19
Semillas	20
Rasgos funcionales cuantitativos.....	22
Análisis de agrupamiento jerárquico	22
Impacto esperado.....	23

Análisis y discusión de resultados.....	24
Riqueza de especies en el Sistema Universitario de Áreas Protegidas de la Reserva de Biosfera Maya (Estado de la vegetación arbórea y arbustiva del Suap de la RBM)	24
Rasgos funcionales en árboles y arbustos	25
Especies de mayor impacto (importancia) en restauración ecológica	29
Conclusiones	30
Referencias	31
Apéndices	36
Apéndice 1. Boleta utilizada para toma de datos en campo	36
Apéndice 2 Especies de frutos y semillas de árboles y arbustos de la Reserva de Biosfera Maya.....	38
Apéndice 3. Forma de la diáspora (semilla y fruto) y número de especies que la presentan.....	43
Apéndice 4. Síndrome de dispersión en especies identificadas para la Reserva de Biosfera Maya	44
Apéndice 5. Datos cuantitativos de semillas de la RBM.	48
Apéndice 6. Datos cuantitativos de frutos de la RBM.....	50
Apéndice 7. Taller de capacitación y presentación del proyecto DIGI 4.8.63.9.02.....	52
Apéndice 8. Colecta de frutos y semillas en Biotopos del Suap de la Reserva de Biosfera Maya.....	54
Apéndice 9. Frutos y semillas colectados en la Reserva de Biosfera Maya	57
Apéndice 10. Colección de referencia de frutos y semillas	62
Apéndice 11. Listado de participantes en el taller de divulgación y capacitación del proyecto DIGI 4.8.63.9.02.....	63

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo dentro de la Reserva de la Biósfera Maya	13
Figura 2. Riqueza de especies por familia botánica.	18
Figura 3. No. de especies presente en cada tipo de textura identificada.	21
Figura 4. Análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el índice de similitud de Jaccard para rasgos funcionales cualitativos de semillas.....	23

Índice de cuadros

Cuadro 1. Operacionalización de variables o unidades de análisis	16
Cuadro 2. Resultados esperados y obtenidos en función de objetivos propuestos en el proyecto	17
Cuadro 3. Tipo de fruto y número de especies que lo presentaron	19
Cuadro 4. Rasgos funcionales en frutos y semillas de los biotopos del Suap-Petén	20
Cuadro 5. Síndrome de dispersión en las especies colectadas	22

Título

Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica.

Resumen

Los frutos y semillas son el mecanismo que las plantas utilizan para colonizar nuevos sitios. El estudio de estos se denomina carpología, la importancia que representan por ser la culminación del ciclo reproductivo de las plantas, se considera relevante para distintos estudios; especialmente relacionados a restauración y recuperación de bosques en áreas perturbadas. En el caso de los caracteres carpológicos y los estudios de ecología funcional de plantas, se han encontrado relaciones entre los rasgos funcionales de las semillas y las propiedades del ecosistema. Así mismo cabe resaltar que a pesar de su importancia, la información condensada y sistematizada es escasa, casi nula. Esta investigación se enfocó en documentar y describir la riqueza florística a través de frutos y semillas de árboles y arbustos del Sistema Universitario de Áreas Protegidas (Suap) de la Reserva de Biosfera Maya (RBM). Se identificaron y describieron características morfológicas; y reconocimiento y cuantificación de rasgos anatómicos de frutos y semillas que podrían ayudar a determinar la vulnerabilidad o sobrevivencia de las especies arbóreas y arbustivas ante el cambio climático. Esta información se obtuvo a través de colecta e identificación de 119 especies, con mayor frecuencia de especies en la familia Fabaceae. Se midieron rasgos funcionales cuantitativos y cualitativos de 89 especies de frutos y/o semillas. Los rasgos cuantitativos (tamaño y masa) se encontraron correlacionados positivamente. En relación a los rasgos cualitativos, los de mayor frecuencia fueron: tipo de fruto drupa, tipo de semilla ortodoxa, y predominancia de dispersión zoócora. Toda la información se condensó y sistematizó en una base de datos, se realizó un catálogo carpológico y se generó un listado de especies promisorias para desarrollar estrategias de restauración ecológica (*Piper neesianum* C.DC., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cupania glabra* Sw., *Clusia rosea* Jacq., *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D. Sm., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Cordia dodecandra* A.DC., e *Hirtella americana* L.).

Palabras clave: frutos, semillas, rasgos funcionales, morfología, recuperación de bosque.

Abstract

Fruits and seeds are the mechanism that plants use to colonize new sites. The study of these is called carpology, the importance they represent as the culmination of the reproductive cycle of plants is considered relevant for different studies; especially related to forest restoration and disturbed areas recovery. In carpological characters and functional plant ecology studies, relationships have been found between the functional traits of the seeds and the properties of the ecosystem. It should also be noted that despite its importance, condensed and systematized information is scarce, almost nil. This research was focused on documenting and describing the floristic richness through fruits and seeds of trees and shrubs of the University System of Protected Areas (Suap in spanish) of the Maya Biosphere Reserve. Morphological characteristics were identified and described; and recognition and quantification of anatomical traits of fruits and seeds that could help determine the vulnerability or survival of arboreal and shrub species in the face of climate change. This information was obtained through the collection and identification of 119 species, with a higher frequency of species in Fabaceae. Quantitative and qualitative functional traits of 89 fruits and seeds were measured. The quantitative traits (size and mass) were found positively correlated. The qualitative features of higher frequency were: fruit type, drupe, type of seed, orthodox, and predominance of seed dispersal, zoocory. All the information was condensed and systematized in a database, a carpological catalog was made and a list of possible species was generated to develop ecological restoration strategies (*Piper neesianum* C.DC., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cupania glabra* Sw., *Clusia rosea* Jacq., *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex JD Sm., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Cordia dodecandra* A.DC. and *Hirtella americana* L.).

Key words: fruits, seeds, functional traits, morphology, forest restoration.

Introducción

El departamento de Petén, por ser el departamento más extenso de Guatemala, cuenta (junto con Alta Verapaz e Izabal) con el mayor porcentaje de cobertura vegetal (25.52%) del país. Es de importancia por la alta diversidad de especies que alberga en su hábitat y juega un papel clave en el suministro de servicios ecosistémicos, por ser uno de los bosques que más captura de carbono realiza. La Reserva de la Biosfera Maya (RBM) es el área protegida más grande de Centroamérica, este cada año se ve altamente afectada debido a factores como el avance de la frontera agrícola, la deforestación, cacería e incendios forestales. Según reportes del Instituto Nacional de bosques (Inab) los incendios más extensos y con mayor cantidad de hectáreas afectadas ocurren en el departamento de Petén (Instituto Nacional de Bosques -Inab-, 2014).

La carpología es la rama de la botánica que se encarga del estudio de frutos y semillas. Estos son el mecanismo que las plantas utilizan para colonizar nuevos sitios, entre estos, sitios perturbados. Es importante reconocer las características morfológicas de los frutos y semillas con mayor éxito de colonización y sobrevivencia -principalmente en sitios degradados- para realizar una selección de especies promisorias para la recuperación de bosque. Las colecciones de semillas han sido extensamente utilizadas para la identificación taxonómica de especies en distintos estudios, no solo botánicos, también zoológicos, paleontológicos, ecológicos, arqueológicos y biogeográficos (Arnelas, Invernón, De la Estrella, López y Devesa, 2012; Ávila, Cajas, Grajeda, Machuca y Benítez, 2005; López, Carmona, Pascual y Vega, 2011; Lou, 2007; Lou y Yurrita, 2005; Peralta, 1992). También son ampliamente utilizadas en distintos campos de la biología para la identificación de muestras desconocidas de semillas a través de comparación morfológica.

La descripción, caracterización, sistematización y generación de nueva información de frutos y semillas, permite complementar estudios de dispersión de semillas, ecología, restauración ecológica, regeneración natural de bosque y certificación de semillas, entre otros. La escasez de literatura como guías de identificación, catálogos carpológicos, manuales y colecciones de referencia de semillas, limitan el estudio de la dinámica

ecológica enfocado en el mantenimiento de las poblaciones vegetales de árboles y arbustos.

Bakker, Poschlod, Strykstra, Bekker & Thompson (1996) exponen la importancia de los estudios de ecología de semillas como herramienta para la restauración ecológica de ecosistemas. En muchos casos, en algunos sitios el banco de semillas no muestra especies permanentes, por lo que las semillas deben venir de zonas aledañas y es en este caso donde la correcta identificación de las semillas es vital para encaminar el proceso de recuperación del área.

Partiendo de la fecha de colecta de frutos y semillas se pueden hacer inferencias acerca de los períodos de floración de las especies y con esto identificar patrones de reproducción y cambios en los mismos a consecuencia de los disturbios en las áreas y al cambio climático. Lo anterior también es una útil herramienta para el entendimiento de la dinámica de los ecosistemas. A través de una colección de herbario se puede conocer la riqueza florística de una región y establecer normas para su uso y conservación, establecer relaciones de parentesco entre grupos taxonómicos, establecer la distribución geográfica de plantas, así como sus interacciones con el resto de componentes de determinado ecosistema. También permiten la identificación de especies en colecciones vivas –jardines botánicos- y bancos de germoplasma.

Con esta investigación se realizaron colectas de vegetación (muestra de herbario, frutos y semillas) en tres Biotopos protegidos ubicados en la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) y en la zona de influencia de un cuarto biotopo. Se realizó una descripción y cuantificación de los rasgos anatómicos de los caracteres carpológicos de árboles y arbustos de la RBM y se construyó una base de datos a partir de la cual se elaboró un catálogo. Además se utilizaron rasgos funcionales como masa de frutos y semillas, presencia o ausencia de apéndices, textura, entre otros, para identificar el potencial de sobrevivencia o vulnerabilidad que la especie pueda tener ante el cambio climático.

Marco teórico y estado del arte

Vegetación en la Reserva de la Biosfera Maya

Petén, por ser el departamento más extenso de Guatemala, cuenta (junto con Alta Verapaz e Izabal) con el mayor porcentaje de cobertura vegetal (25.52%). La Reserva de la Biosfera Maya –ubicada en dicho departamento- fue declarada Área Protegida el 30 de enero de 1990 según el decreto 5-90 del Congreso de la República de Guatemala. Tiene jurisdicción en los municipios de Flores, La Libertad, Melchor de Mencos, San Andrés y San José, abarcando un área total de 2,112,940 hectáreas. La Reserva de la Biosfera Maya es el área protegida más grande de Centroamérica y conforma, junto a los parques vecinos del sur de Petén, Belice, los estados mexicanos de Chiapas, Campeche y Quintana Roo, la reserva de bosque tropical más grande de Mesoamérica (Conap, 1999).

El Petén según la clasificación de Holdridge presenta dos tipos de zonas de vida: Bosque húmedo subtropical cálido y bosque muy húmedo subtropical cálido. Según el Inab y el Conap, (2015) se pueden identificar dos tipos de bosque: Bosque latifoliado y bosque mixto. De los cuales el primero es el que presenta mayor cobertura en el departamento; es considerado bosque de hoja ancha, con árboles y arbustos frondosos.

Colecciones de frutos y semillas –carpotecas-

La carpología es la rama de la biología que se encarga del estudio de frutos y semillas. Una colección de semillas también puede ser catalogada como herbario. Las colecciones de semillas han sido extensamente utilizadas para la identificación taxonómica de especies en distintos estudios no solo botánicos también zoológicos, paleontológicos, ecológicos, arqueológicos y biogeográficos (Arnelas *et al.*, 2012; Ávila *et al.*, 2005; López *et al.* 2011; Lou, 2007; Lou y Yurrita, 2005; Peralta, 1992). Las colecciones de semillas son ampliamente utilizadas en distintos campos de la biología para la identificación de muestras desconocidas de semillas por comparación morfológica.

A través de una colección de herbario se puede conocer la riqueza florística de una región y establecer normas para su uso y conservación, establecer relaciones de parentesco entre grupos taxonómicos, establecer la distribución geográfica de plantas, así como sus interacciones con el resto de componentes de determinado ecosistema. También permiten la identificación de especies en colecciones vivas –jardines botánicos- y bancos de germoplasma. Mediante las colecciones de referencia científica –como las carpotecas- es posible registrar la biota a través del tiempo y el espacio, lo cual permite desarrollar monitoreos, manejo y protocolos de conservación. Con lo anterior se visualizan proyecciones para el desarrollo de planes de evaluación y mitigación de todo tipo de fenómenos ecológicos (Lane, 1996).

Carpotecas como herramienta para la identificación de plantas

La inmigración de semillas se identificó como el primer factor que influye y determina la regeneración de bosques (Meli, 2003). Bakker *et al.* (1996) exponen la importancia de los estudios de ecología de semillas como herramienta para la restauración ecológica de ecosistemas. Señalan que, en muchos estudios a corto y largo plazo en la gestión de la restauración encaminada en la recuperación de especies de distintos tipos de pastizales, la mayoría de las especies vegetales no se establecieron aún después de varios años y hasta décadas. En muchos casos, en algunos sitios el banco de semillas no muestra especies permanentes, por lo que las semillas deben venir de zonas aledañas y es en este caso donde la correcta identificación de las semillas es vital para encaminar el proceso de recuperación del área.

Lo anterior pone en evidencia la importancia de las colecciones de referencia para el estudio de la dispersión de semillas y por consiguiente para el análisis de dietas silvestres. La certeza taxonómica es indispensable para la formulación y refutación de hipótesis. Sin la existencia de las colecciones, no existiría la oportunidad de validar la información, las hipótesis o interpretaciones derivadas del estudio de los ejemplares (Cotterill, 1997). Otro reto para la recuperación de ecosistemas es el control sobre hierbas que no son propias del lugar. El primer paso en el manejo integrado del control de hierbas es su correcta

identificación, el tamaño del banco de semillas en el suelo, su densidad y distribución en el campo (Mekky, Hassanein, Kholousy, Hassanein & Ismail, 2010).

Debido a que las muestras de semillas que se encuentran depositadas en una colección cuentan con datos de localidad y fecha de colecta, entre otros, es posible generar valiosa información acerca de los patrones reproductivos de las especies. Las colecciones de semillas presentan una base documental insustituible para múltiples propósitos. La generación de conocimiento de la riqueza florística de una región, la elaboración de la flora de distintas áreas, el mapeo y la aproximación acerca de la fenología de las plantas y sus hábitats son solo algunos de los alcances de las colecciones de referencia (Arnelas *et al.*, 2012; Peralta, 1992).

Partiendo de la fecha de colecta de frutos y semillas se pueden hacer inferencias acerca de los períodos de floración de las especies y con esto identificar patrones de reproducción y cambios en los mismos a consecuencia de los disturbios en las áreas y al cambio climático. Lo anterior también es una útil herramienta para el entendimiento de la dinámica de los ecosistemas.

Importancia de la identificación de semillas en estudios ecológicos

Ávila *et al.* en 2005 estudiaron la dispersión de semillas en diferentes estadíos sucesionales del área nor-este del Parque Nacional Laguna Lachuá. Encontraron 43 especies de semillas dispersadas por aves y murciélagos de las cuales únicamente 18 pudieron ser identificadas hasta especie.

En un análisis de nicho alimentario en la comunidad de Murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala Lou y Yurrita (2005) lograron identificar 29 especies de plantas consumidas por murciélagos frugívoros de las cuales solo 14 muestras pudieron ser identificadas hasta especie.

Lou en 2007 realizó un estudio donde se analizó la dinámica de dispersión de semillas por

murciélagos en un paisaje fragmentado. Los murciélagos frugívoros utilizan al menos 22 especies de plantas como alimento, siendo la mayoría especies arbustivas y de comunidades vegetales en estado de sucesión temprana. En este estudio no todas las especies registradas fueron identificadas hasta especie, aproximadamente el 45% del total únicamente se identificó hasta la categoría de género.

En el estudio de nicho ecológico realizado por Trujillo (2013) en el Parque Nacional Laguna Lachuá se registró la ocurrencia de semillas en las heces de murciélagos que consumen frutos entre los meses de junio a noviembre del año 2012. Del total de muestras analizadas 13 fueron identificadas hasta especie mientras que 17 se dejaron en la categoría de género o como muestra desconocida.

Ponce, Andresen, Cano y Cuarón (2006) en un estudio de dispersión de semillas por monos en el Parque Nacional Tikal, identificaron que, los monos aulladores dispersaron por endozoocoría las semillas de dos especies de plantas, de las cuales solo una fue identificada hasta especie (*Pouteria campechiana*) y dispersaron externamente las semillas de una sola especie (*Brosimum alicastrum*). Los monos araña dispersaron por endozoocoría las semillas de ocho especies, de las cuales únicamente cinco pudieron ser identificadas hasta especie y una especie desconocida, también dispersaron externamente dos especies.

Rivas, Morales, y Flores (2003) evidenciaron que los crácidos en Uaxactun, Petén se alimentan principalmente de especies arbóreas, las cuales en su mayoría presentan frutos de tipo zoocórico (bayas, drupas). La dieta de los crácidos fue variada, sin embargo, fueron pocas las especies que aportaron la mayor cantidad de biomasa. De la biomasa consumida por *Ortalis vetula* únicamente dos recursos alimenticios fueron identificados hasta especie (*Dendropanax arboreus* y *Cecropia peltata* L.), el resto de recursos alimenticios sólo se identificó hasta género. Por su parte *Crax rubra* aporta a su alimentación el 50% consumiendo cuatro tipos de recurso alimenticio donde solo tres fueron identificados hasta el nivel de especie.

Lo anterior pone de manifiesto la importancia de las colecciones carpológicas en la identificación de especies de plantas por comparación morfológicas.

Relación e importancia de los Rasgos Funcionales de Plantas y los Servicios Ecosistémicos

Los Servicios Ecosistémicos (SE) han sido reconocidos desde la década de los 1970's (Daily, 1997) pero es con la publicación de la Evaluación de los Ecosistema del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005) que se fortalece como un concepto clave en mostrar la dependencia de los sistemas sociales de las funciones de los ecosistemas desde la escala orgánsmica, pasando por la local hasta la global. El éxito de esta forma de abordar la problemática ambiental es el énfasis puesto en la estrecha relación que las poblaciones humanas tenemos con los ecosistemas y poco a poco ha ido incorporándose en la planificación de políticas y en el discurso académico (Balvanera y Cotler, 2007)

Los SE son las diferentes funciones de los ecosistemas que son utilizados por las sociedades en su desarrollo obteniendo un beneficio intangible y concreto sobre el bienestar humano. Esto es clave puesto que muchas funciones de los ecosistemas no se convierten en servicios en tanto no haya una demanda del beneficio de dichas funciones por parte de un colectivo humano (Ernstson, 2013). Es decir, es un concepto antropocéntrico y por lo mismo sujeto a las dinámicas sociales, económicas, políticas y culturales en su relación con la biodiversidad (genes, especies, ecosistemas, paisajes) que, sin embargo, está fundamentalmente controlado por la biodiversidad y sus componentes.

Desde el inicio de su aparición como concepto, se ha resaltado la relación estrecha entre la biodiversidad y el suministro de los SE (Díaz, Tilman & Fargione, 2005) en donde sobresale el hecho que, un ecosistema es multifuncional y provee de varios SE en función de las propiedades ecosistémicas controladas por ciertos organismos o grupos de ellos (de Bello, *et al.*, 2010). La relación de la biodiversidad con los SE es compleja y la misma biodiversidad puede ser un regulador de procesos ecológicos, un SE final o un bien (Mace, Norris & Fitter, 2012). A su vez, el rol de la biodiversidad en el suministro de SE puede

entenderse como una cascada de efectos donde los SE están ligados a las existencias de funciones ecológicas las cuales dependen de los organismos e interacciones que constituyen el ecosistema (Haines-Young & Potschin, 2010).

La biodiversidad presenta un número de dimensiones: Entre éstas, la funcional, la cual está definida como la “*variación en el grado de expresión de las funciones en los diferentes niveles de organización de la vida*” (Garnier, Navas & Grigulis, 2016). Estos mismos autores describen que para estudiar la biodiversidad desde una perspectiva funcional se utilizan los llamados rasgos, los cuales “*modulan la aptitud de los organismos, permiten entender las interacciones entre los organismos y los componentes de su entorno y permiten establecer los enlaces entre los diferentes niveles de organización de los sistemas ecológicos*” (Garnier *et al.*, 2016). Con esto se puede inferir que la ecología funcional aborda la relación directa de los organismos con las funciones ecológicas y éstas con los servicios ecosistémicos.

Los rasgos funcionales son “*características morfológicas, bioquímicas, fisiológicas, estructurales, fenológicas y conductuales que están expresadas en los fenotipos de organismos individuales y que se consideran relevantes en la respuesta de tales organismos con el ambiente y/o sus efectos sobre las propiedades ecosistémicas*” (Violle *et al.*, 2007). Su estudio constituye una aproximación desde la ecología funcional del individuo (Garnier *et al.*, 2016). La diversidad de plantas contribuye en el suministro de SE y la composición funcional de éstas determina diferentes propiedades del ecosistema, y por lo tanto, de sus SE (Lavorel & Grigulis, 2012). Las relaciones encontradas hasta el momento entre los rasgos funcionales de las plantas y las funciones ecosistémicas han ido aumentando y el valor de la diversidad funcional, por ejemplo, se ha encontrado como un determinante de una variedad de SE (Lavorel, 2013).

Estudios de ecología funcional de plantas han encontrado relaciones entre caracteres carpológicos (rasgos funcionales) fruto y semilla y propiedades ecosistémicas así como con servicios ecosistémicos. De acuerdo con Grime, (1977) algunas características funcionales (semillas o propágulos), están relacionadas a las estrategias de regeneración estacional en

claros del bosque y con la persistencia del banco de semillas. Uno de los rasgos funcionales más importantes es la masa de semillas, ya que, afecta a todos los aspectos de la regeneración de plantas como dispersión, establecimiento y sobrevivencia (Garnier *et al.*, 2016). Estos aspectos son clave para el establecimiento de acciones para la recuperación y restauración de selvas y bosques.

En algunas especies los rasgos funcionales como el tamaño de la semilla y el tiempo de germinación afectan la aptitud de la semilla para sobrevivir en condiciones cambiantes (Simons & Johnston, 2000).

La relación entre los rasgos funcionales y vulnerabilidad o sobrevivencia en semillas ha tenido mayor atención en los últimos años. Existe la teoría de que ciertos rasgos pueden aumentar la sobrevivencia de las especies. Rasgos como el tamaño de la semilla, la masa o estructuras que le puedan servir a la planta de protección o defensa pueden ayudar a incrementar la dispersión y germinación de estas. Otros rasgos no propiamente de las semillas como la capacidad de las plantas de retener agua son importantes para la sobrevivencia (Norden, N., Daws, M., Antoine, C., Gonzalez, M., Garwood, N. & Chave J., 2009).

Además de los rasgos funcionales como una variable de estudio, existen variaciones que ocurren en los rasgos funcionales en el tiempo y entre las poblaciones. Dando lugar al posible incremento en la resiliencia de las especies ante los efectos del cambio climático, reduciendo el riesgo de extinción. Sin embargo estos patrones de variación en poblaciones siguen siendo poco conocidos y aún más cuando es considerado el riesgo de extinción en futuros climas (Díaz, *et al.*, 2013).

Materiales y métodos

Área de estudio

Se realizaron 6 viajes de campo al departamento de Petén para la colecta de vegetación y toma de datos en las siguientes áreas: Biotopo Protegido San Miguel la Palotada El Zotz,

Biotopo Naachtun Dos Lagunas, Biotopo para la Conservación del Pavo Ocelado Cerro Cahuí y área de influencia del Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido (**Figura 1**).

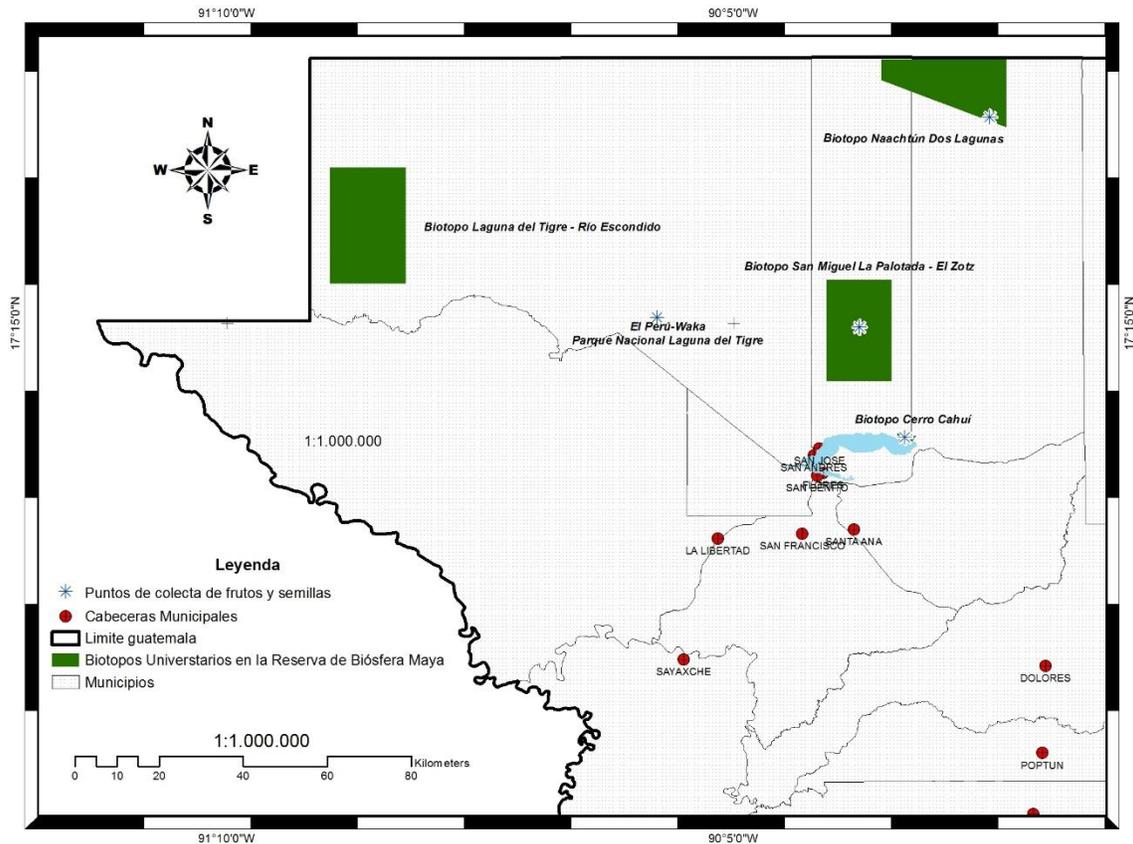


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo dentro de la Reserva de la Biósfera Maya

Técnicas e instrumentos:

Método:

Se realizaron caminatas diurnas utilizando transectos lineales. A lo largo de cada transecto se llevó a cabo un muestreo preferencial de árboles y arbustos donde se seleccionaron los individuos en estado reproductivo.

Técnica:

- **Colecta de vegetación:** Se colectaron muestras botánicas de los árboles y arbustos en estado reproductivo. Cuando fue posible se colectaron frutos y semillas observadas

dentro del transecto. Posteriormente las muestras colectadas fueron herborizadas, identificadas taxonómicamente y se depositarán en la colección de referencia del Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas.

- **Colección de frutos y semillas:** Los frutos y semillas colectados se documentaron a través de fotografías y, en el caso de frutos carnosos se almacenaron en medio líquido (FAA y/o medio de alcohol-glicerina) en recipientes plásticos debidamente identificados. Para el caso de frutos secos y semillas, todo el material se almacenó en bolsas de papel y/o en frascos de vidrio.

- **Toma de medidas:** Para la documentación de los rasgos anatómicos de frutos y semillas se tomaron medidas de largo, ancho y grosor, utilizando un vernier; y se documentó la masa de frutos y semillas utilizando una balanza semi analítica. Los datos cualitativos como textura, forma, tipo de diáspora, presencia o ausencia de apéndices, tipo de semilla y tipo de fruto se determinaron utilizando literatura botánica. Todas las medidas se tomaron utilizando material seco.

Instrumento:

Se elaboraron boletas para toma de datos de campo con datos como:

- Información de colecta: fecha, localidad, ubicación, latitud, longitud y altitud
- Descripción de la especie: nombre común de la planta, hábito, presencia de flores, frutos o semillas, tipo de fruto, tipo de semilla, color, textura, peso fresco de fruto. (**Apéndice 1**)

Toda la información se sistematizó en una base de datos. Finalmente se seleccionaron 25 especies para la elaboración de un catálogo carpológico impreso (se utilizaron únicamente 25 especies debido a la disponibilidad presupuestaria para la impresión de material).

Muestreo y diseño de muestreo

Universo: Sistema Universitario de Áreas Protegidas de la Reserva de la Biósfera Maya (Biotopo Protegido San Miguel la Palotada El Zotz, Biotopo Naachtun Dos Lagunas, Biotopo para la Conservación del Pavo Ocelado Cerro Cahuí y área de influencia del Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido).

Población: Árboles y arbustos del Sistema Universitario de Áreas Protegidas de la Reserva de la Biósfera Maya.

Unidad de muestreo: Transectos lineales por sitio de estudio.

Muestra: Árboles y arbustos en estado reproductivo encontrados dentro de los transectos. Se utilizaron únicamente dos estratos vegetales debido a que son los que se ven mayormente afectados en el mantenimiento de sus poblaciones, principalmente por la cacería de animales dispersores, perturbaciones antropogénicas y cambios ambientales. Además, las muestras de árboles tropicales se encuentran subrepresentadas en los bancos de semillas del suelo.

Frecuencia de muestreo: Se realizaron dos muestreos por sitio de estudio.

Operacionalización de las variables o unidades de análisis:

Cuadro 1. Operacionalización de variables o unidades de análisis

Objetivo específicos	VARIABLES	Técnicas	Instrumentos	Medición o cualificación
Identificar y describir los rasgos anatómicos de frutos y semillas que puedan definir la vulnerabilidad o sobrevivencia de especies de árboles y arbustos.	Tipo de fruto, tipo de semilla, largo, ancho, grosor, forma, textura y apéndices.	Determinación taxonómica, medición y documentación fotográfica. Descripción de características anatómicas y clasificación como con potencial de vulnerabilidad o sobrevivencia ante cambios climáticos.	Claves de identificación taxonómica, escala de colores, Vernier, estereoscopio y cámara fotográfica.	Tipo de fruto: nominal; 10 categorías. Tipo de semilla: nominal; 2 categorías. Dimensiones: Largo, ancho y grosor. Textura: nominal; 7 categorías Apéndices: binario; presencia (1)/ausencia (0).
Reconocer y cuantificar los principales rasgos anatómicos que puedan ser determinantes para la selección de especies a utilizar para la recuperación de selva en la RBM.	Masa del fruto y semilla, alas de las semillas, apéndices, superficie mucilaginoso, forma de la semilla.	Cuantificación de peso fresco de las semillas y documentación fotográfica.	Pesola, Vernier y cámara fotográfica.	Masa del fruto: Continua, (gramos). Alas de semillas: binaria; presencia(1)/ ausencia (0) Apéndices: binaria; presencia (1)/ ausencia (0) Superficie mucilaginoso: binaria; presencia (1)/ ausencia (0) Forma de las semillas: nominal; 23 categorías
Ordenar y sistematizar la información de frutos y semillas a través de un catálogo para identificación de árboles y arbustos del Suap de la RBM.	No aplica	Elaboración de base de datos con información obtenida de frutos y semillas y elaboración de catálogo.	Computadora	Digitalización de datos.
Elaborar una colección de referencia de frutos y semillas de árboles y arbustos del del Suap de la RBM.	No aplica	Preservación de frutos: medio líquido (FAA: Formol, ácido acético glacial, agua destilada y alcohol etílico), medio líquido alcohol-glicerina o sobres de papel. Preservación de semillas: en frascos de vidrio.	Fichas de registro.	Número total de muestras de frutos y/o semillas obtenidas.

Procesamiento de datos y plan de análisis:

Se utilizó estadística descriptiva para las características morfológicas y rasgos anatómicos de las muestras botánicas colectadas. Todos los datos obtenidos fueron ingresados a una base de datos para su sistematización y organización dentro de un catálogo.

Se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico basado en los rasgos anatómicos que podrían definir la vulnerabilidad o sobrevivencia de las especies ante motores de cambio.

Resultados

Matriz de resultados

A continuación se muestra la matriz donde se detallan los resultados esperados y resultados obtenidos en función de los objetivos específicos (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Resultados esperados y obtenidos en función de objetivos propuestos en el proyecto

Objetivo específico	Resultado esperado	Resultado obtenido
Identificar los rasgos anatómicos de frutos y semillas que puedan definir la vulnerabilidad o sobrevivencia de especies de árboles y arbustos en la RBM.	Información para generar base de datos con características morfológicas por especie de frutos y semillas de árboles y arbustos de la RBM.	Información de 84 especies para generación de base de datos con características morfológicas de frutos y semillas de árboles y arbustos de la RBM.
Reconocer y cuantificar los principales rasgos anatómicos que puedan ser determinantes para la selección de especies a utilizar para la recuperación de selva en la RBM.	Información para generar base de datos con los principales rasgos anatómicos (funcionales) de frutos y semillas.	Información de 84 especies con los principales rasgos anatómicos (funcionales) de frutos y semillas
Ordenar y sistematizar la información de frutos y semillas a través de un catálogo para identificación de árboles y arbustos del Suap de la RBM.	Base de datos y catálogo de frutos y semillas de árboles y arbustos de la RBM.	Base de datos de 119 especies y catálogo de frutos y semillas de 25 especies de árboles y arbustos de la RBM.
Elaborar una colección de referencia de frutos y semillas de árboles y arbustos del Suap de la RBM.	Complementar la colección de referencia de frutos y semillas del <i>Index Seminum</i> del Jardín Botánico del Cecon.	Colección de referencia con 119 muestras (frutos y/o semillas) de árboles y arbustos del Suap de la RBM.

Diversidad de especies de árboles y arbustos en la Reserva de Biósfera Maya

Se documentaron 119 especies las cuales se distribuyen en 30 familias, 56 géneros y 62 individuos identificados hasta especie (Ver **Apéndice 2**). La familia que presentó mayor riqueza en la RBM fue Fabaceae con un total de 15 especies identificadas. Las familias Arecaceae, Sapotaceae y Rubiaceae también presentaron alta riqueza sin embargo esta se encuentra en un rango de 5 a 10 especies. En cuanto a las 26 familias restantes, la riqueza estuvo en un rango de una a cinco especies (**Figura 2**).

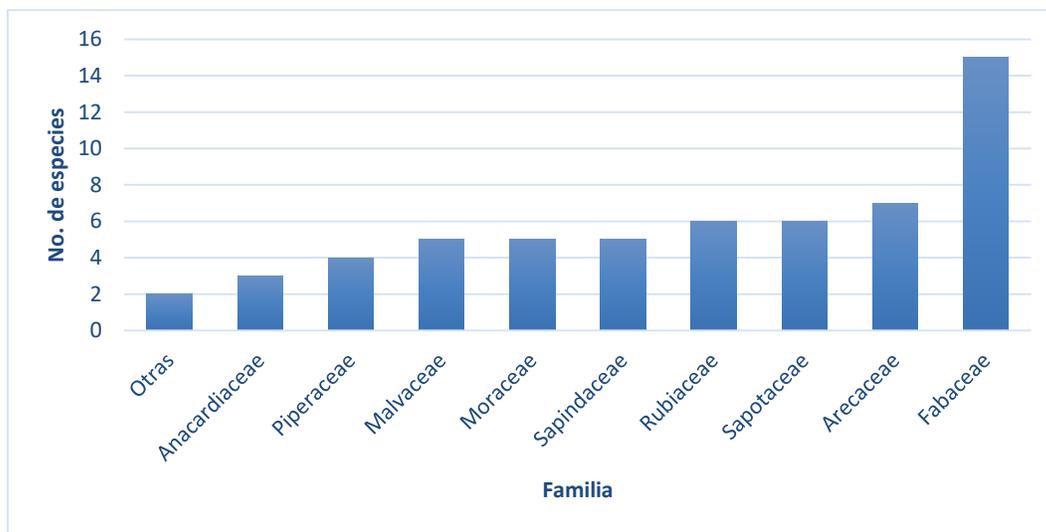


Figura 2. Riqueza de especies por familia botánica.

La **Figura 2** presenta a las familias con mayor número de especies, siendo Fabaceae la más rica, seguida de Arecaceae, Sapotaceae y Rubiaceae.

Rasgos funcionales en frutos y semillas

Se midieron y documentaron los principales rasgos funcionales para plantas descritos en la literatura y que fue posible según los recursos y el material disponible. Se utilizaron 89 especies para documentar y describir 9 rasgos funcionales en frutos y semillas. Estos rasgos fueron separados en cualitativos y cuantitativos. Los rasgos cualitativos descritos fueron el tipo de fruto, tipo de semilla, textura, forma, presencia de apéndices, presencia de superficie

mucilaginosa y tipo de dispersión. Los rasgos cuantitativos medidos fueron la masa de frutos y semillas y dimensiones (largo, ancho, grosor) **cuadro 3**.

Cuadro 3. Rasgos funcionales en frutos y semillas de la Reserva de Biósfera Maya

Rasgo		Descripción
Cualitativo	Tipo de fruto	Rasgo asociado a competitividad y sobrevivencia.
	Tipo de semilla	Rasgo asociado a posibilidad de germinación. Se utilizaron dos clasificaciones: ortodoxa y recalitrante.
	Textura	Rasgo asociado a capacidad de absorción de agua.
	Forma	Responde a gradientes de perturbación.
	Apéndices	Rasgo asociado a la sobrevivencia. Se tomó en cuenta presencia o ausencia de apéndice.
	Superficie mucilaginosa	Rasgo asociado a dispersión y depredación. Se tomó en cuenta presencia o ausencia de superficie mucilaginosa.
	Síndrome de dispersión	Rasgo asociado a sobrevivencia.
Cuantitativo	Dimensiones	Rasgo asociado a la sobrevivencia y germinación. Se midió el largo, ancho y grosor en centímetros.
	Masa	Rasgo asociado a gradientes de perturbación, competitividad y defensa. Fue medido en gramos.

Frutos

Los tipos de fruto fueron cuantificados y posteriormente dependiendo el tipo, se agruparon en las familias correspondientes. El fruto con mayor frecuencia en las especies del Suap de la RBM fue drupa (25 especies y 12 familias), seguido de capsula (17 especies y 10 familias), vaina (15 especies y 2 familias) y baya (13 especies y 7 familias). Los demás tipos de frutos estuvieron presentes únicamente en una o dos especies.

Es posible notar que a pesar de que la vaina es el tercer fruto con alta frecuencia, se encuentra presente en menor cantidad de familias (2 familias) en relación a los demás frutos

(Cuadro 4). Esto se debe a la alta riqueza de la familia Fabaceae, la cual presente la mayor cantidad de especies con vainas.

Cuadro 4. Tipo de fruto y número de especies que lo presentaron.

Tipo de fruto	No. de especies	Familias
Aquenio	1	Petiveriaceae
Esquizocarpo	1	Malvaceae
Monofolículo	1	Burseraceae
Nuez	1	Malvaceae
Sámara	1	Malphigiaceae
Agregado	2	Annonaceae y Rubiaceae
Folículo	2	Apocynaceae
Sícono	2	Moraceae
Baya	13	Anacardiaceae, Annonaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Primulaceae, Sapindaceae y Sapotaceae
Vaina	15	Cleomaceae y Fabaceae
Cápsula	17	Acanthaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Clusiaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Meliaceae, Rubiaceae y Sapindaceae
Drupa	25	Anacardiaceae, Arecaceae, Boraginaceae, Chrysobalanaceae, Combretaceae, Lamiaceae, Moraceae, Olacaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Sapindaceae y Urticaceae

Semillas

Las semillas se clasificaron en dos categorías, recalcitrantes y ortodoxas. Se documentó que para el área del Suap de la RBM el 96 % de semillas corresponde a la categoría de ortodoxas y el 4 % restante se encuentra dentro de la categoría de recalcitrantes.

Textura, forma, apéndices y síndrome de dispersión

La textura fue determinada utilizando el criterio de Gabr, D. (2014), además se incluyó la categoría de rugoso debido a que varias especies presentaron este tipo de textura. Se identificaron 7 tipos de textura. Las texturas más frecuentes en semillas y frutos fue la lisa,

rugosa e irregular estriada, mientras que las otras texturas solamente se identificaron en pocas especies (menor a 5 especies) (**Figura 3**).

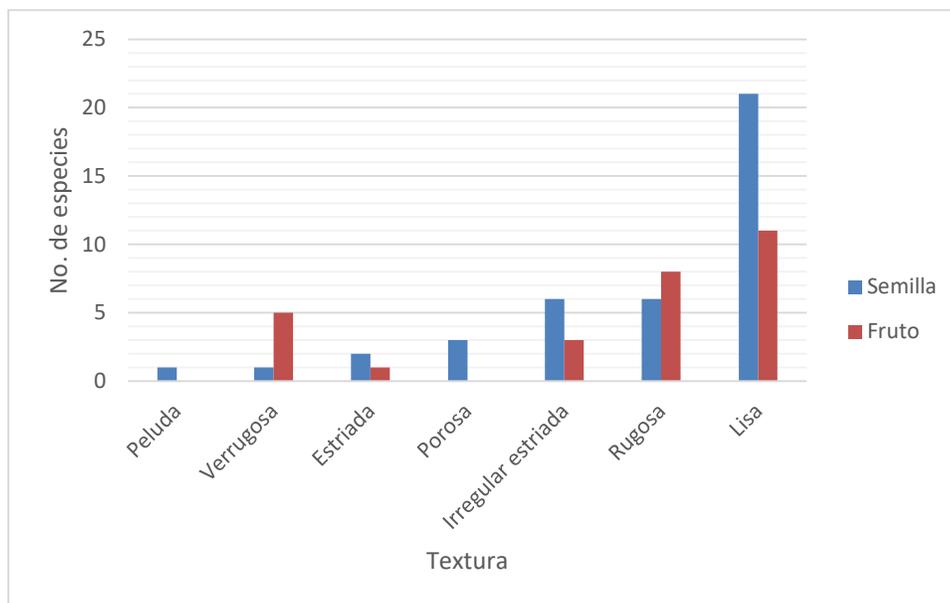


Figura 3. No. de especies presente en cada tipo de textura identificada.

Las formas de los frutos y semillas fueron determinados utilizando el diccionario botánico de Moreno, N., (1984). Debido a la variabilidad en forma de las semillas y frutos, fue posible identificar 14 categorías para las semillas y 15 categorías para los frutos. Las formas más frecuentes en semillas fueron esferoide y elíptica (9 y 8 especies respectivamente). En frutos la forma más frecuente fue globosa (en 6 especies), las otras formas identificadas se encontraron presentes en un rango de 1 a 3 especies. (**Apéndice 3**).

Se observaron especies con apéndices como alas en las semillas, presencia de pelos, y espinas, sin embargo la frecuencia de presencia fue muy baja, solamente de cuatro especies (*Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm., *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg., *Ipomoea* sp. y *Adelphia hiraia* (Gaertn.) W.R. Anderson) y las especies con superficie mucilaginosa aún más baja (una especie, *Sapindus saponaria* L.). Debido a que solamente una especie presentó superficie mucilaginosa, este rasgo no se tomó en cuenta como rasgo funcional destacado.

Con respecto al síndrome de dispersión fue posible identificar tres síndromes. La mayoría de las especies son de dispersión zoócora (62 especies). La dispersión anemócora fue la segunda en cuanto al número de especies (12 especies) y la dispersión por barocoría únicamente fue documentada en 8 especies (**Apéndice 4**).

Cuadro 5. Síndrome de dispersión en las especies colectadas

Síndrome de dispersión	No. de especies
Barocoría	8
Anemocoría	12
Zoocoría	61

Rasgos funcionales cuantitativos

Los rasgos funcionales cuantitativos estimados fueron: la masa y dimensiones (largo, ancho y grosor). El valor de masa más alto se registró en frutos de *Cordia dodecandra* A.DC. (3.07 g) mientras que el más bajo se registró en semillas de *Piper neesianum* C. DC. (Menor a 0.1 g). Las estimaciones de dimensión fueron altamente variables pero fue posible observar que el tamaño y la masa se encontraban correlacionados positivamente ($r = 0.779$) (**Apéndice 5**).

Análisis de agrupamiento jerárquico

Se realizó un análisis de agrupamiento para las semillas utilizando el índice de similitud de Jaccard. El análisis mostró principalmente tres conglomerados de baja similitud. Entre los grupos mas similares se encuentran especies del mismo género. ($r = 0.770$) (**Figura 4**).

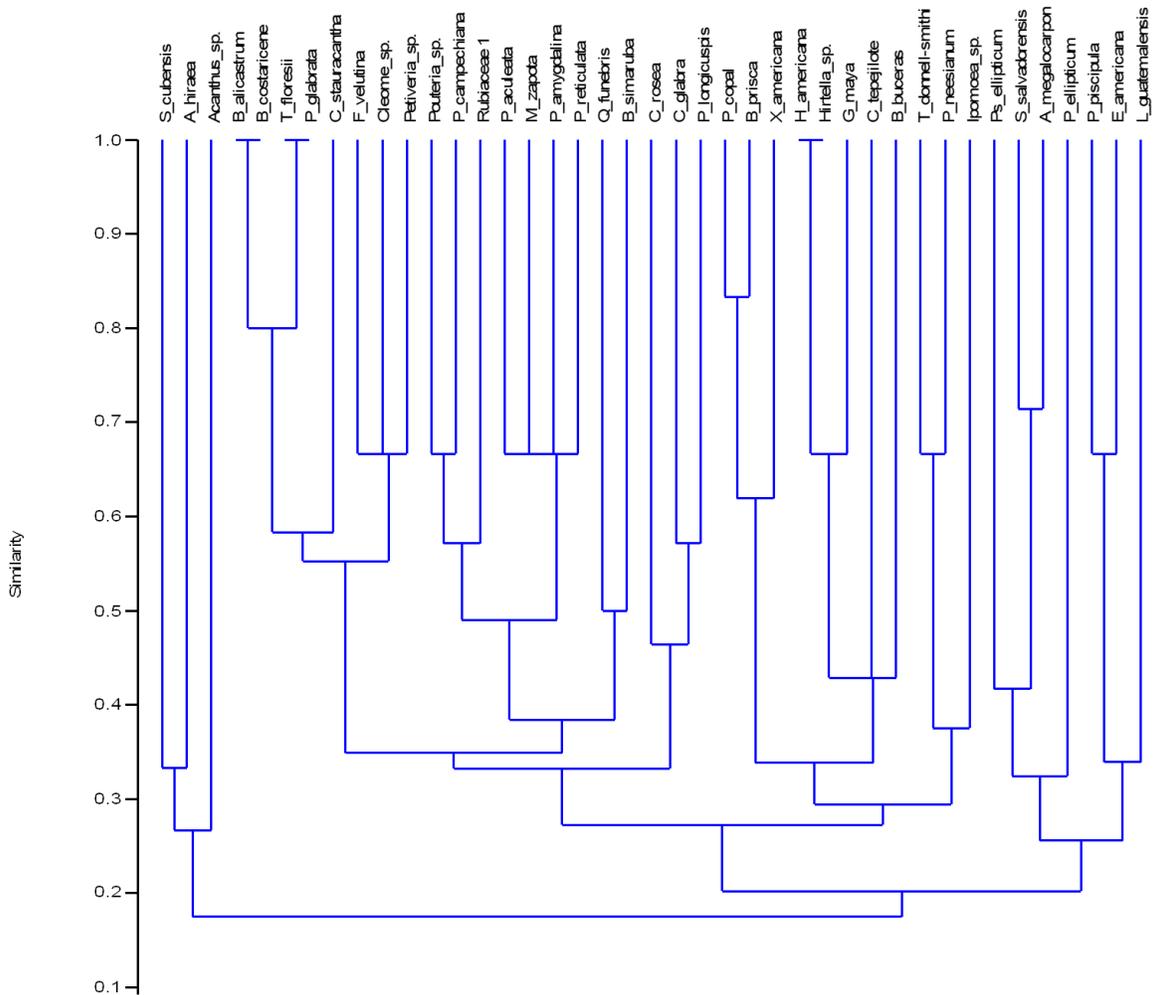


Figura 4. Análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el índice de similitud de Jaccard para rasgos funcionales cualitativos de semillas.

Impacto esperado

Con las muestras botánicas colectadas se elaboró una colección de referencia de frutos y semillas de los biotopos del Sistema Universitario de Áreas Protegidas (Suap) de la Reserva de la Biosfera Maya, así mismo se complementó la colección del Herbario USCG y la colección de frutos y semillas que se encuentra depositada en el *Index Seminum* del Jardín Botánico. Con estos productos se espera apoyar la docencia e investigación en distintas ramas científicas, tanto botánica como zoológica y ecológica por el uso de animales como dispersores de una amplia variedad de semillas.

Además de la elaboración de una colección de referencia se elaboró una base de datos con

información sobre características morfológicas de árboles y arbustos, así como rasgos anatómicos que podrían definir la vulnerabilidad o sobrevivencia de frutos y semillas de árboles y arbustos ante distintos tipos de perturbación. Esta información podría ser utilizada por el Inab para la selección e implementación de especies locales en los planes de recuperación de selva.

Además con la información generada se elaboró un catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biosfera Maya que podría facilitar a investigadores, estudiantes, guarda recursos y aficionados la identificación de árboles y arbustos por medio de rasgos característicos y fotografías de frutos y semillas.

Con la información generada en este proyecto se pone a disposición de la comunidad científica material de apoyo para investigación, los biotopos del Suap-Petén se verán beneficiados al obtener documentos que les permita identificar taxonómicamente con mayor facilidad especies de árboles y arbustos por medio de frutos y semillas.

Análisis y discusión de resultados

Riqueza de especies en el Sistema Universitario de Áreas Protegidas de la Reserva de Biósfera Maya (Estado de la vegetación arbórea y arbustiva del Suap de la RBM)

Se documentaron 119 especies las cuales se distribuyen en 30 familias, 56 géneros. La familia que presentó mayor riqueza en la RBM fue Fabaceae con un total de 15 especies identificadas (**Apéndice 2**). En un estudio de la dinámica de la RBM realizado por García, M. y colaboradores (2015), se muestran perfiles de bosques antiguos en los Biotopo Cerro Cahuí, El Zotz y Naachtun Dos Lagunas. Utilizando dicho estudio como referencia fue posible identificar varias especies de árboles y arbustos representativos de la vegetación del área. Dentro de estas especies se puede mencionar: *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg., *Brosimum alicastrum* Sw., *Guettarda combsii* Urb., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl., *Hirtella americana* L., *Spondias mombin* L., *Vitex gaumeri* Greenm., *Ximenia americana* L., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Pouteria*

amygdalina (Standl.) Baehni, *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem., *Pseudolmedia glabrata* (Liebm.) C.C.Berg, *Talisia floresii* Standl., *Blomia prisca* (Standl.) Lundell, *Lonchocarpus guatemalensis* Benth, *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. Las familias Sapotaceae (3 especies), Moraceae (2 especies), Sapindaceae (2 especies) y Fabaceae (2 especies) fueron las más concordantes con las especies documentadas en este estudio.

Los árboles que dominan en estos bosques son: *Vitex gaumeri* Greenm., *Brosimum alicastrum* Sw., *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg., *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem., *Lonchocarpus guatemalensis* Benth, *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Spondias* spp.

Dentro de las especies de bosque en regeneración es posible identificar: *Brosimum alicastrum* Sw., *Brosimum costaricanum* Liebm., *Cedrela odorata* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Guettarda combsii* Urb., *Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl., *Spondias mombin* L., *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm. y *Vitex gaumeri* Greenm. Estas podrían ser especies clave para ser tomadas en cuenta en la elaboración de futuros estudios de regeneración y recuperación de bosques en el Suap de la RBM.

Rasgos funcionales en árboles y arbustos

Los rasgos funcionales son “características morfológicas, bioquímicas, fisiológicas, estructurales, fenológicas y conductuales que están expresadas en los fenotipos de organismos individuales y que se consideran relevantes en la respuesta de tales organismos con el ambiente y/o sus efectos sobre las propiedades ecosistémicas” (Violle *et al*, 2007). En este estudio fue posible identificar 9 características morfológicas (rasgos funcionales) en frutos y semillas de árboles y arbustos de la RBM (**Cuadro 4**).

Existe la teoría de que ciertos rasgos pueden aumentar la sobrevivencia de las especies. Rasgos como el tamaño de la semilla, la masa o estructuras que le puedan servir a la planta de protección o defensa y pueden ayudar a incrementar la dispersión y germinación de semillas (Norden, *et al.*, 2009). Algunas especies mostraron rasgos como frutos tipo drupa

(25 especies, **Cuadro 4**) en las cuales el embrión de la semilla está protegido por tejido duro, lo cual es ventajoso para evitar la depredación de la semilla. En otras especies como *Ipomoea* sp. se documentaron pelos y en *Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm., *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg. y *Adelphia hiraesa* (Gaertn.) W.R. Anderson fueron apéndices tipo ala, ambos tipos de apéndices facilitan la dispersión de las semillas.

En algunas especies los rasgos funcionales como el tamaño de la semilla y el tiempo de germinación afectan la aptitud de la semilla para sobrevivir en condiciones cambiantes (Simons & Johnston, 2000). Uno de los rasgos funcionales más importantes es la masa de la semilla, la cual afecta todos los aspectos de la regeneración de plantas como dispersión, establecimiento y sobrevivencia (Garnier *et al.*, 2016). En frutos y semillas de árboles y arbustos de la RBM, el valor más alto para este rasgo fue registrado en frutos de la especie *Cordia dodecandra* A.DC. (3.07 g, apéndice 6), este rasgo se asocia a gradientes de perturbación, competitividad y defensa. Además es un fruto tipo drupa de textura rugosa lo cual está asociado a competitividad, sobrevivencia y absorción de agua. La combinación de estos rasgos podrían aumentar tanto el éxito reproductivo como de sobrevivencia de *C. dodecandra* en zonas degradadas.

Esta especie es conocida comúnmente como Cericote, sus frutos son comestibles y su madera tiene importancia comercial, su distribución abarca el Estado de Yucatán en México, el norte de Guatemala y Belice. Es una especie de importancia ecológica en las selvas bajas y medianas. Actualmente las poblaciones silvestres de esta especie son muy bajas (Morales y Herrera, s.f).

Otro rasgo importante a tomar en cuenta es el tamaño de la semilla ya que ambos (masa y tamaño) son factores clave en la germinación. En bosques tropicales las semillas que poseen menor masa y tamaño tienden a presentar valores más altos de germinación que aquellas de fruto con mayor masa y tamaño (Romero-Saritama y Pérez, 2016). Sin embargo según Bermeo (2016) las especies de mayor tamaño presentan crecimiento más rápido en sus plántulas, siendo plántulas más vigorosas. En las semillas documentadas, el tamaño y masa están correlacionados positivamente ($r = 0.779$). En las especies descritas en este

estudio, el valor más bajo de masa fue registrado en semillas de *Piper neesianum* C. DC. (Menor a 0.1 g) y son semillas pequeñas (largo y ancho menor a 0.5 mm). Las especies del género *Piper* han sido ampliamente documentadas como colonizadores de sitios degradados y es importante ecológicamente pues es uno de los cinco más abundantes en los bosques neotropicales (Gentry, 1990).

Los diferentes tipos de dispersión están afectados por atributos de la planta en cuestión (p. ej. tamaño de la semilla, altura de la planta, etc.) y por circunstancias ambientales. El tamaño de la semilla está asociado con el modo de dispersión pero es una relación pobre. La mayoría de semillas mayores a 100mg están adaptadas para la dispersión por vertebrados, presumiblemente porque otros modos de dispersión son menos efectivos para estas semillas, y porque los altos costos en la producción de pulpa o los arilos por ejemplo, los cuales representan un gasto proporcionalmente menor para las semillas más grandes. Por otro lado, semillas menores a 0.1mg tienden a no ser asistidas para su dispersión. Sin embargo, ha sido posible observar que, en muchas semillas con rango entre 0.1 y 100mg todos los modos de dispersión tienden a ser factibles (Huges, et al., 1994). En las especies registradas en este estudio que tienen semillas en un rango de 0.1 a 100 g fue posible observar los tres tipos de dispersión documentados (**Apéndice 4 y 5**).

Tomson y colaboradores (2011) indican que, en general, las especies que dispersan semillas utilizando vectores bióticos parecen ser mejores dispersores, ganando largas distancias de dispersión, en comparación con las especies que usan vectores de dispersión abióticos. Dichos autores evidenciaron que, la altura de la planta y la masa de la semilla están mayormente correlacionadas con la distancia de dispersión media que con la distancia máxima de dispersión. Además pudieron evidenciar que la distancia de dispersión de la semilla está más correlacionada con la altura de la planta que con la masa de semilla. Este tipo de correlación podría ser estudiado en las especies de la RBM ya que solamente se confirmó la correlación positiva tamaño-masa de semilla, sin embargo, para las especies que presentan gran altura como *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand, *Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl. y *Ficus velutina* Humb. & Bonpl. ex Willd. la dispersión podría ser mayor debido a la altura y no a la masa de la semilla. Sin embargo en el caso de *P.*

ellipticum y *F. velutina* sumado a que son árboles de gran tamaño sus semillas son pequeñas (0.5 mm o menor), lo cual podría contribuir a aumentar la distancia de dispersión y por lo tanto el éxito de colonización.

La mayoría de las especies documentadas (61 especies) utilizan un vector biótico para su dispersión (animales) mientras que solamente 12 especies utilizan un vector abiótico (viento) para la movilización de sus semillas (cuadro 5 y apéndice 4). Por lo cual podría decirse que, las especies que puedan utilizar vectores bióticos de dispersión tienen mayor probabilidad de colonizar nuevos lugares en comparación con aquellas que utilicen vectores abióticos. Sin embargo, la probabilidad de que las plantas utilicen animales como dispersores (vector biótico) cada vez se encuentra más disminuida debido a la problemática ambiental y social que amenaza la conservación de la RBM.

Según Tunjai y Elliott (2012) las especies de semillas más pequeñas son colonizadores superiores y las especies con semillas más grandes son competidores superiores. Primero, la masa de semillas de una planta se correlaciona negativamente con el número de semillas que esta puede producir, en consecuencia, especies de semillas más pequeñas se consideran colonizadores superiores. Las semillas de *P. neesianum* son las más pequeñas y se colectaron en grandes cantidades. Basado en lo anterior, *P. neesianum* es una especie importante para la colonización de nuevos sitios en la RBM. Especies como *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cupania glabra* Sw. y *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. por tener semillas de poca masa (<0.1 g) también se consideran importantes para la colonización de nuevos sitios.

En segundo lugar, la masa de semillas se asocia positivamente con la supervivencia de las plántulas, porque semillas más grandes generalmente se convierten en plántulas más grandes, que son potencialmente más capaces de resistir la falta de recursos (luz o nutrientes) o los diversos peligros que pudiera enfrentar (períodos de sequía, daño parcial, etc.). Así mismo mencionan que, las especies de semillas más pequeñas y más grandes difieren en su historia de estrategias de vida como resultado de un número de semilla versus compensación de supervivencia de plántulas.

Especies de mayor impacto (importancia) en restauración ecológica

La dispersión de semillas es el rasgo funcional que podría tener mayor impacto en la restauración ecológica en la RBM. Basado en que la mayoría de las especies documentadas mostró dispersión zoócora (por animales) se confirma que, los frutos y semillas de árboles y arbustos son una fuente importante en el suministro de alimento para el soporte de la fauna en la RBM. Lo anterior también es un factor de impacto sobre la conservación de la flora en la RBM pues las amenazas sobre la fauna ponen en riesgo la conservación de los dispersores, trayendo consigo vulnerabilidad en las especies vegetales que son capaces de colonizar zonas en recuperación.

Algunas especies de árboles de gran tamaño como *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand, *Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl. *Cedrela odorata* L., *Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerl. y *Ficus velutina* Humb. & Bonpl. ex Willd. son importantes para ser consideradas en restauración ecológica. Esto debido a que por ser árboles de gran tamaño y con semillas de poca masa, las cuales podrían alcanzar grandes distancias de dispersión permitiendo la regeneración de selva.

Una especie importante para la colonización de nuevos sitios en la RBM es *P. neesianum*. Esta especie se caracterizó por una alta producción de semillas y de poca masa, lo cual es favorable para la dispersión. Especies como *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cupania glabra* Sw., *Clusia rosea* Jacq. y *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm. por tener semillas de poca masa (<0.1 g), ser árboles de gran tamaño y dispersados por animales, también se consideran importantes para la colonización de nuevos sitios además de ser fuente de alimento para la fauna del área.

Algunas especies como *Manilkara zapota* (L.) P. Royen e *Hirtella americana* L. y *Cordia dodecandra* A.DC., tienen una alta producción de frutos que son dispersadas por animales, además de ser plantas con potencial alimenticio y económico. El uso de estas especies podría brindar un beneficio a la comunidad de área debido a su potencial.

Conclusiones

1. Se documentaron 119 especies del estrato arbóreo y arbustivo. La mayor riqueza se presentó en la familia Fabaceae, con un total de 15 especies identificadas.
2. Los árboles que dominan en los bosques del Suap de la RBM son: *Vitex gaumeri* Greenm., *Brosimum alicastrum* Sw., *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg., *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem., *Lonchocarpus guatemalensis* Benth, *Manilkara zapota* (L.) P. Royen y *Spondias* spp.
3. El tamaño y masa de las semillas se encuentran correlacionados positivamente en las especies documentadas. Siendo *Piper neesianum* C.DC. las semillas de menor tamaño y masa y *Cordia dodecandra* A. DC. la de mayor tamaño y masa.
4. El principal síndrome de dispersión en árboles y arbustos del Suap de la RBM es zoocoría,
5. Los frutos más comunes en árboles y arbustos del Suap de la RBM son drupas, cápsulas, vainas y bayas.
6. Las semillas ortodoxas son las más abundantes en árboles y arbustos del Suap de la RBM. Este tipo de semilla representa el 96% y en baja frecuencia se encuentran las semillas recalcitrantes (4%).
7. Las formas más frecuentes en semillas fueron esferoide y elíptica (9 y 8 especies respectivamente).
8. La forma más frecuente en frutos fue globosa (6 especies).
9. Se documentó baja frecuencia de apéndices en frutos y semillas. En *Ipomoea* sp. se documentaron pelos y en *Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm., *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg. y *Adelphia hiraeta* (Gaertn.) W.R. Anderson fueron apéndices alados.

Referencias

- Arnelas, I., Invernón, V., De la Estrella, M., López, E., y Devesa, J. (2012). Manual de laboratorio de botánica. El herbario. Recolección, procesamiento e identificación de plantas vasculares. *Reduca (Biología). Serie Botánica*, 5(2), 15-24. Obtenido de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/1014/1026>
- Ávila, R., Cajas, J., Grajeda, A., Machuca, O. y Benítez, L. (2005). *Aves y Murciélagos como Dispersores de Semillas en Tres Etapas Sucesionales de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación (DIGI).*
- Bakker, J., Poschlod, P., Strykstra, R., Bekker, M. & Thompson, K. (1996). Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Botánica Neerlandica*, 45(4), 461-490.
- Balvanera, P. y Cotler, H. (2007). Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, 84, 8-17.
- Bermeo, L. (2016) *Relación del tamaño y peso de la semilla como factor clave para la germinación y desarrollo de plántulas.* (Tesis de pre grado) Ecuador: Universidad técnica particular de Loja.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (1999). *Reserva de la Biósfera Maya: a un paso del siglo XXI en la Reserva de Biósfera Maya (Documento técnico No. 4).* Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap) y la Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional (Usaid).
- Cotterill, F. (1997). The second Alexandrian tragedy and the fundamental relationship between biological collections and scientific knowledge. En J. & Nudds, *The value and valuations of natural science collections international conference.* (págs. 227-241). Manchester, UK: The Geological Society.
- Daily, G. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems.* Washington, D.C.: Island Press.
- De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J., Bardgett, R.,... Harrison, P. (2010). Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity Conservation*, 19(10), 2873-2893.
- Díaz, S., Tilman D. & Fargione, J. (2005). Biodiversity Regulation of Ecosystem Services.

- En M. E. Assessment, *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends* (págs. 299-322). Washington D.C.: Island Press.
- Ernstson, E. (2013). The social production of ecosystem services: A framework for studying environmental justice and ecological complexity in urbanized landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 7-17.
- Gabr, D. (2014) Seed morphology and seed coat anatomy of some species of Apocynaceae and Asclepiadaceae. *Annals of Agricultural Science* 59(2): 229-238.
- García, M., López, J. y Ramírez, M. (2015). Dinámica de la regeneración natural de un bosque tropical como fundamento para el desarrollo de estrategias de restauración ecológica en la Reserva de Biosfera Maya. Dirección General de Investigación (Digi)-Centro de Estudios Conservacionista (Cecon).
- Garnier, E., Navas, M-L. & Grigulis, K. (2016). *Plant Functional Diversity. Organism traits, community structure, and ecosystem properties*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Gentry, A.H. (1990). Floristic similarities and differences between southern Central America and upper Central Amazonia. In A. H. Gentry [ed.], *Four Neotropical rainforest*. New Haven, Connecticut, USA: Yale University Press.
- Grime, J. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111(982), 1169-1194.
- Haines-Young, R. & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology*, 110-139.
- Hughes, L., Dunlop, M., French, K., Leishman, M., Rice, B., Rodgerson, L. y Westoby, M. (1994). Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. *Journal Ecology*, 82, 933-950.
- Instituto Nacional de Bosques. (2014). *Mapa de incidencia de incendios forestales de la República de Guatemala*. Guatemala: Inab.
- Instituto Nacional de Bosques y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2015). *Mapa de cobertura forestal por tipo y subtipo de bosque para la República de Guatemala, 2012 (Informe técnico)*. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques (Inab) y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap).
- Instituto Nacional de Estadística. (23 de Mayo de 2013). *Caracterización Departamental Petén 2012*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística Guatemala:

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2013/12/09/U0dCESkhMQ2mZmuRXkxNoy04IalsKRwP.pdf>

- Juárez, D., Estrada, C., Bustamante, M., Quintana, Y., Moreira, J. y López, J. (2007). *Guía Ilustrada de Pelos para la Identificación de Mamíferos Medianos y Mayores de Guatemala*. Guatemala: Dirección General de Investigación (Digi).
- Lane, M. (1996). Roles of natural history collections. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 83(4), 536-545.
- Lavorel, S. & Grigulis, K. (2012). How fundamental plant functional trait relationships scale-up to trade-offs and synergies in ecosystem services. *Journal of Ecology*, 100, 128-140.
- Lavorel, S. (2013). Plant functional effects on ecosystem services. *Journal of Ecology*, 101, 4-8.
- López, I., Carmona, E., Pascual, S. and Vega, J. (2011). Identificación de restos carpológicos de los yacimientos arqueológicos de Fuente Celada y el Hornazo (Burgos). *Munibe*, 62, 289-302.
- Lou, S. (2007). *Dinámica de dispersión de murciélagos frugívoros en el paisaje fragmentado del Biotopo Chocón Machacas, Livingston, Izabal*. Guatemala: Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (Senacyt)-Centro de Estudios Conservacionistas (Cecon).
- Lou, S. y Yurrita, C. (2005). Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. *Acta 33gypt33na33l 33gypt33na*, 21(1), 83-94.
- Mace, G., Norris, K. & Fitter, A. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(1), 19-26.
- Mekky, M., Hassanein, E., Kholousy, A., Hassanein, A. & Ismail, A. (2010). Seed herbarium of some common weeds in 33gypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 88(1), 1-19.
- Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *INCI*, 28(10), 581-589.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*. Washington D.C.: World Resources Institute.

- Morales, E. y Herrera, L. (s.f). Cericote (*Cordia dodecandra* A.DC.) Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje. Comisión Nacional Forestal, Región XII Península de Yucatán.
- Moreno, N. P. (1984). Glosario botánico ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.
- Norden, N., Daws, M., Antoine, C., Gonzalez, M., Garwood, N. & Chave, G. (2009). The relationship between seed mass and mean time to germination for 1037 tree species across five tropical forests. *Functional Ecology* 23(1): 203-210.
- Peralta, I. (1992). Los herbarios su valor como colecciones activas. *MULTEQUINA*, 1, 189-192.
- Ponce, G., Andresen, E., Cano, E. y Cuarón, A. (2006). Dispersión primaria de semillas por primates y secundaria por escarabajos coprófagos en Tikal, Guatemala. *Biotrópica*, 3, 390-397.
- Rivas, J., Morales, J. y Flores, M. (2003). *El papel de los crácidos (aves: Galliformes) como dispersores y depredadores de semillas*. Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concyt).
- Romero-Saritama, J. y Pérez, C. (2016). Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación *ex situ* de especies leñosas en los bosques secos Tumbesinos. *Ecosistemas* 25(2): 59-65.
- Simons A. M. y Johnston M. O. (2000). Variation in seed traits of *Lobelia inflata* (Campanulaceae): sources and fitness consequences. *American Journal of Botany*, 87 (1), 124-132.
- Thomson, F., Moles, A., Auld, T. y Kingsford, R. (2011). Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. *Journal of Ecology*, 99, 1299-1307.
- Trujillo, L. (2013). *Análisis de nicho trófico de la comunidad de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Parque Nacional Laguna Lachuá: Un enfoque ecomorfológico*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Tunjai, P. y Elliott, S. (2012). Effects of seed traits on the success of direct seeding for restoring southern Thailand's lowland evergreen forest ecosystem. *New Forests*, 43, 319-333.
- Vettorazzi, M., López, J. y Ramírez, M. (2015). *Dinámica de la regeneración natural de un bosque tropical como fundamento para el desarrollo de estrategias de restauración ecológica en la Reserva de Biosfera Maya*. Guatemala: Dirección General de

Investigación (Digi).

Violle, C., Navas, M., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. & Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116(5), 882-892.

Apéndices

Apéndice 1. Boleta utilizada para toma de datos en campo



BOLETA PARA COLECTA DE MUESTRAS BOTÁNICAS

Información de colecta:

Fecha: _____ Número de colecta: _____

Colector(es): _____

Localidad: _____

Ubicación: _____

Posición GPS: latitud _____ longitud _____ altitud _____ msnm

Descripción de la planta

Nombre de la planta: _____

Hábito/ forma de vida:

<u>Árbol</u> _____ m	<u>Arbusto</u>	<u>Subarbusto</u>	<u>Hierba</u>	<u>Enredadera</u>	<u>Helecho</u>	<u>Palmera</u>
-------------------------	----------------	-------------------	---------------	-------------------	----------------	----------------

<u>Tallo</u>			<u>Hojas</u>		
<u>Látex</u>	<u>Resina</u>	<u>Descascara</u>	<u>Posición:</u>	<u>Opuestas</u>	<u>Alternas</u>
<u>blanco</u>			<u>Composición:</u>	<u>Simples</u>	<u>Compuest.</u>
<u>amarillo</u>					<u>par</u>
<u>rojizo</u>					<u>impar</u>
			<u>Olor:</u>	<u>Fuerte</u>	<u>Suave</u>

<u>Flores</u>					
<u>Simples</u>	<u>Compuestas</u>	<u>Posición:</u>	<u>Sobre tallo</u>	<u>Final ramas</u>	<u>Entre lashojas</u>
<u>Color:</u>	<u>blanco-beige</u>	<u>rojo-anaranjado</u>	<u>amarillo</u>	<u>azul-morado</u>	<u>verde</u>
<u>Olor:</u>	<u>Fuerte</u>	<u>Suave</u>			

<u>Frutos</u>				<u>Semillas</u>	
<u>Simples</u>	<u>Compuestos</u>	<u>Seco</u>	<u>Carnoso</u>	<u>Con arilo</u>	<u>alada</u>
<u>Dehiscente</u>	<u>Indehiscente</u>				

Frutos carnosos

Color: Blanco-beige Rojo-naranja Amarillo Azul-morado Verde

Textura: Lisa Rugosa

Frutos secos

Dehiscencia: A lo largo A lo ancho

Observaciones:

Apéndice 2 Especies de frutos y semillas de árboles y arbustos de la Reserva de Biosfera Maya.

No.	Familia	Género	Especie	Nombre común
1	Acanthaceae	Aphelandra	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	
2	Acanthaceae			Cacho de venado
3	Anacardiaceae	Metopium	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chechén negro
4	Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias mombin</i> L.	Jocote jobo
5	Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias</i> sp.	
6	Annonaceae	Annona	<i>Annona papilionella</i> (Diels) H. Rainer	Anona de montaña
7	Annonaceae	Mosannonna	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	Yaya
8	Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll. Arg.	Malerio
9	Apocynaceae	Tabernaemontana	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J.D.Sm.	
10	Arecaceae	Attalea	<i>Attalea cohune</i> Mart.	Corozo
11	Arecaceae	Chamaedorea	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	Xate
12	Arecaceae	Chamaedorea	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Pacaya
13	Arecaceae	Cryosophila	<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	Escobo
14	Arecaceae	Desmoncus	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Bayal
15	Arecaceae	Gaussia	<i>Gaussia maya</i> (O.F. Cook) H. J. Quero & Read	Tenera
16	Arecaceae			
17	Bignoniaceae	Parmentiera	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Cuajilote
18	Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Matilisguate
19	Boraginaceae	Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A.DC.	Huevos de rata/gato
20	Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	Cericote

21	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chacaj
22	Burseraceae	Protium	<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	Copal
23	Chrysobalanaceae	Hirtella	<i>Hirtella americana</i> L.	Aceituno
24	Chrysobalanaceae	Hirtella	<i>Hirtella</i> sp.	Aceituno
25	Cleomaceae	Cleome	<i>Cleome</i> sp.	
26	Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Matapalo hoja ancha
27	Combretaceae	Bucida	<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté
28	Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea</i> sp.	Campanilla
29	Euphorbiaceae	Pleradenophora	<i>Pleradenophora</i> <i>longicuspis</i> (Standl.) Esser	Chechem blanco
30	Fabaceae	Acacia	<i>Acacia glomerosa</i> Benth	
31	Fabaceae	Bauhinia	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	
32	Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Pito
33	Fabaceae	Haematoxylon	<i>Haematoxylum</i> <i>campechianum</i> L.	Tinto
34	Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus</i> <i>castilloi</i> Standl.	
35	Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus</i> <i>guatemalensis</i> Benth	Palo de gusano, Chaperno
36	Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Manchiche
37	Fabaceae	Piscidia	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Habín
38	Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia cubensis</i> (Britt. & Wils.) Standl.	Llora sangre
39	Fabaceae			
40	Fabaceae			
41	Fabaceae			Chalteco
42	Fabaceae			Paterna
43	Fabaceae			
44	Flacourtiaceae			Cacho de venado
45	Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Yaxnic

46	Lauraceae	Indet.		
47	Malpighiaceae	Adelphia	<i>Adelphia hiraea</i> (Gaertn.) W.R. Anderson	
48	Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Cahulote
49	Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	Mapola
50	Malvaceae	Quararibea	<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	Molinillo
51	Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
52	Meliaceae	Swietenia	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba
53	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón
54	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	Ramón colorado
55	Moraceae	Ficus	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	Hule
56	Moraceae	Ficus	<i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Amate
57	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C.Berg	Manax
58	Olacaceae	Ximenia	<i>Ximenia americana</i> L.	Pepenance
59	Olacaceae			
60	Petiveriaceae	Petiveria	<i>Petiveria sp.</i>	
61	Piperaceae	Piper	<i>Piper auritum</i> Kunth	Santa María
62	Piperaceae	Piper	<i>Piper neesianum</i> C. DC.	
63	Piperaceae	Piper	<i>Piper sp.</i>	
64	Piperaceae	Piper	<i>Piper sp.</i>	
65	Primulaceae	Bonellia	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) V. Ståhl & Källersjö	Chasic, zincín, barbasco
66	Rubiaceae	Alseis	<i>Alseis sp.</i>	
67	Rubiaceae	Alseis	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Dzon

68	Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Texpac, taxtop o testap
69	Rubiaceae	Morinda	<i>Morinda royoc</i> L.	Noni de montaña
70	Rubiaceae	Simira	<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerm.	Saltemuche
71	Rubiaceae			
72	Sapindaceae	Blomia	<i>Blomia prisca</i> (Standl.) Lundell	Dzol
73	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Pata de cojolita
74	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania</i> sp.	Pata de cojolita
75	Sapindaceae	Sapindus	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo
76	Sapindaceae	Talisia	<i>Talisia floresii</i> Standl.	Coloc
77	Sapotaceae	Manilkara	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chico zapote
78	Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni	Silillón
79	Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria</i> <i>campechiana</i> (Kunth) Baehni	Zapotillo hoja fina
80	Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	zapotillo colorado
81	Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotillo colorado
82	Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotillo
83	Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotillo
84	Urticaceae	Coussapoa	<i>Coussapoa</i> <i>oligocephala</i> Donn. Sm.	Ahorca palos
85	Indet.			
86	Indet.			
87	Indet.			
88	Indet.			
89	Indet.			
90	Indet.			Escobo negro o cedrillo
91	Indet.			
92	Indet.			

93	Indet.			
94	Indet.			Bejuco
95	Indet.			Guayabillo
96	Indet.			Café de montaña
97	Indet.			Espina
98	Indet.			
99	Indet.			
100	Indet.			
101	Indet.			Bejuco llora sangre
102	Indet.			
103	Indet.			
104	Indet.			
105	Indet.			
106	Indet.			
107	Indet.			
108	Indet.			
109	Indet.			
110	Indet.			
111	Indet.			Canelillo
112	Indet.			Café de montaña
113	Indet.			
114	Indet.			
115	Indet.			
116	Indet.			
117	Indet.			Nance de gallina
118	Indet.			
119	Indet.			

Apéndice 3. Forma de la diáspora (semilla y fruto) y número de especies que la presentan

Forma	No. de especies	
	Semilla	Fruto
Aceroso	0	1
Clavado	0	1
Excentrico	0	1
Falciforme	0	1
Fusiforme	0	1
Ovoide	0	1
Umbilicado	0	1
Lanceolado	0	3
Obloide	0	3
Comprimida	1	0
Cuadrada	1	0
Deltoide	1	0
Escutiforme	1	0
Oblonga	1	0
Piriforme	1	0
Elipsoide	1	2
Globosa	1	6
Cordada	2	0
Botuliforme	4	1
Arriñonada	4	2
Ovada	5	2
Elíptica	8	1
Esferoide	9	0

Apéndice 4. Síndrome de dispersión en especies identificadas para la Reserva de Biósfera Maya

No.	Familia	Especie	Nombre común	Síndrome de dispersión
1	Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.		Zoocoría
2	Acanthaceae		Cacho de venado	Zoocoría
3	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chechén negro	Zoocoría
4	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Jocote jobo	Zoocoría
5	Anacardiaceae	<i>Spondias</i> sp.		Zoocoría
6	Annonaceae	<i>Annona papilionella</i> (Diels) H. Rainer	Anona de montaña	Zoocoría
7	Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	Yaya	Zoocoría
8	Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll. Arg.	Malerio	Anemocoría
9	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J.D.Sm.	Cojón de caballo	Zoocoría
10	Arecaceae	<i>Attalea cohune</i> Mart.	Corozo	Zoocoría
11	Arecaceae	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	Xate	Zoocoría
12	Arecaceae	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Pacaya	Zoocoría
13	Arecaceae	<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	Escobo	Zoocoría
14	Arecaceae	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Bayal	Zoocoría
15	Arecaceae	<i>Gaussia maya</i> (O.F. Cook) H. J. Quero & Read	Tenera	Zoocoría
16	Arecaceae			Zoocoría
17	Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Cuajilote	Zoocoría
18	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Matilisguate	Anemocoría
19	Boraginaceae	<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A.DC.	Huevos de rata/gato	Zoocoría
20	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	Cericote	Zoocoría
21	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chacaj	Zoocoría, barocoría
22	Burseraceae	<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	Copal	Zoocoría, barocoría

23	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i> L.	Aceituno	Zoocoría
24	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i> sp.	Aceituno	Zoocoría
25	Cleomaceae	<i>Cleome</i> sp.		Zoocoría
26	Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Matapalo hoja ancha	Zoocoría
27	Combretaceae	<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté	Zoocoría
28	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Campanilla	
29	Euphorbiaceae	<i>Pleradenophora longicuspis</i> (Standl.) Esser	Chechem blanco	
30	Fabaceae	<i>Acacia glomerosa</i> Benth		
31	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.		Zoocoría
32	Fabaceae	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Pito	Zoocoría
33	Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Tinto	Zoocoría
34	Fabaceae	<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.		Anemocoría
35	Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth	Palo de gusano	Anemocoría
36	Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	Chaperno	Anemocoría
37	Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Manchiche	Anemocoría
38	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Habín	Anemocoría
39	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i> (Britt. & Wils.) Standl.	Llora sangre	Zoocoría, barocoría
40	Fabaceae			Zoocoría, barocoría
41	Fabaceae			Zoocoría, barocoría
42	Fabaceae		Chalteco	Zoocoría, barocoría
43	Fabaceae		Paterna	Zoocoría, barocoría
44	Fabaceae			
45	Flacourtiaceae		Cacho de venado	
46	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Yaxnic	Zoocoría
47	Lauraceae			
48	Malphiaceae	<i>Adelphia hiraee</i> (Gaertn.) W.R. Anderson		Anemocoría
49	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Cahulote	Zoocoría
50	Malvaceae	<i>Pseudabutilon ellipticum</i> (Schltdl.) Fryxell		

51	Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	Mapola	Anemocoría
52	Malvaceae	<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	Molinillo	Zoocoría, barocoría
53	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Anemocoría
54	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	Anemocoría
55	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	Zoocoría
56	Moraceae	<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	Ramón colorado	Zoocoría
57	Moraceae	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	Hule	Zoocoría
58	Moraceae	<i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Amate	Zoocoría
59	Moraceae	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C.Berg	Manax	Zoocoría
60	Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	Pepenance	Zoocoría
61	Olacaceae			
62	Petiveriaceae	<i>Petiveria</i> sp.		Zoocoría
63	Piperaceae	<i>Piper auritum</i> Kunth	Santa María	Zoocoría
64	Piperaceae	<i>Piper neesianum</i> C. DC.		Zoocoría
65	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.		Zoocoría
66	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.		Zoocoría
67	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) V. Ståhl & Källersjö	Chasic, zincín, barbasco	Zoocoría
68	Rubiaceae	<i>Alseis</i> sp.		
69	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Dzon	
70	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Texpac, taxtop o testap	Zoocoría
71	Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i> L.	Noni de montaña	Zoocoría
72	Rubiaceae	<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerm.	Saltemuche	Anemocoría
73	Rubiaceae			
74	Sapindaceae	<i>Blomia prisca</i> (Standl.) Lundell	Dzol	Zoocoría
75	Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Pata de cojolita	Zoocoría
76	Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp.	Pata de cojolita	Zoocoría
77	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	Zoocoría
78	Sapindaceae	<i>Talisia floresii</i> Standl.	Coloc	Zoocoría
79	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chico zapote	Zoocoría

80	Sapotaceae	<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni	Silillón	Zoocoría
81	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	Zapotillo hoja fina	Zoocoría
82	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	zapotillo colorado	Zoocoría
83	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotillo colorado	Zoocoría
84	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotillo	Zoocoría
85	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Zapotillo	Zoocoría
86	Urticaceae	<i>Coussapoa oligocephala</i> Donn. Sm.	Ahorca palos	

Apéndice 5. Datos cuantitativos de semillas de la RBM.

No.		Especie		Rasgo funcional (semilla)															
				Largo de semilla				Ancho de semilla				Grosor de semilla				Masa de semilla			
				Med_L	Min_L	Máx_L	DeEs_L	Med_A	Min_A	Máx_A	DeEs_A	Med_G	Min_G	Máx_G	DeEs_G	Med_M	Min_M	Máx_M	DeEs_M
1	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	2.01	1.54	2.37	0.26	1.22	0.92	1.44	0.16	0.59	0.52	0.67	0.04	0.52	0.20	0.70	0.14		
2	<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerf.	0.84	0.65	0.98	0.10	0.92	0.71	2.27	0.41	0.10	0.07	0.12	0.02	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
3	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth	1.95	1.61	2.40	0.33	0.49	0.40	0.54	0.05	1.10	0.37	1.43	0.42	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
4	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J.D.Sm.	1.02	0.86	1.19	0.11	0.39	0.28	0.51	0.07	0.39	0.31	0.48	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
5	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll. Arg.	1.69	1.16	1.95	0.24	1.15	0.90	1.32	0.13	0.12	0.09	0.14	0.02	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
6	<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	1.13	0.95	1.30	0.15	0.80	0.74	0.96	0.06	0.61	0.56	0.73	0.06	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
7	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	0.50	0.44	0.58	0.03	0.36	0.30	0.40	0.03	0.35	0.27	0.41	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
8	<i>Ipomoea</i> sp.	1.19	1.14	1.24	0.03	0.73	0.62	0.84	0.06	0.53	0.46	0.60	0.05	0.20	0.10	0.30	0.05		
9	<i>Hirtella americana</i> L.	1.74	1.38	1.86	0.15	1.05	1.00	1.12	0.05	0.79	0.72	0.88	0.05	0.31	0.10	0.50	0.12		
10	<i>Piper neesianum</i> C. DC.	0.26	0.21	0.39	0.05	0.17	0.14	0.20	0.02	0.17	0.14	0.20	0.02	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
11	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	1.20	0.70	1.48	0.21	1.43	0.60	1.74	0.30	1.34	0.53	1.60	0.30	1.26	0.10	2.20	0.62		
12	<i>Ximenia americana</i> L.	1.34	1.20	1.47	0.08	0.72	0.54	0.85	0.09	0.47	0.39	0.60	0.06	0.29	0.20	0.40	0.08		
13	<i>Pouteria</i> sp.	0.93	0.80	1.02	0.06	0.49	0.44	0.56	0.04	0.44	0.39	0.50	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
14	<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	0.84	0.79	0.95	0.06	0.83	0.76	0.89	0.04	0.85	0.81	0.90	0.03	0.37	0.10	0.50	0.12		
15	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	0.41	0.36	0.45	0.03	0.33	0.20	0.78	0.23	0.29	0.21	0.76	0.17	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
16	<i>Hirtella</i> sp.	1.58	1.14	1.74	0.22	1.14	1.03	1.69	0.20	0.82	0.57	0.91	0.11	0.58	0.50	0.60	0.04		
17	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	0.37	0.33	0.41	0.03	0.30	0.26	0.34	0.02	0.50	0.50	0.50	0.00	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
18	<i>Cupania glabra</i> Sw.	0.57	0.42	0.67	0.07	0.51	0.47	0.60	0.04	0.46	0.35	0.54	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		
19	<i>Blomia prisca</i> (Standl.) Lundell	1.40	1.39	1.42	0.02	0.63	0.35	0.78	0.24	0.94	0.92	0.95	0.02	0.40	0.40	0.40	0.00		
20	<i>Swartzia cubensis</i> (Britt. & Wils.) Standl.	1.69	1.47	1.92	0.14	0.87	0.56	0.96	0.11	0.76	0.64	0.85	0.06	0.60	0.40	0.70	0.11		
21	<i>Adelphia hiraia</i> (Gaertn.) W.R.	0.81	0.72	1.02	0.08	0.43	0.41	0.46	0.02	0.55	0.50	0.62	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	0.00		

	Anderson																
22	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	0.51	0.39	0.59	0.11	0.22	0.19	0.25	0.03	0.32	0.30	0.33	0.02	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
23	<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni	1.71	1.39	2.10	0.25	1.02	0.71	1.34	0.29	1.12	0.89	1.36	0.19	0.72	0.10	1.60	0.70
24	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	0.75	0.53	0.93	0.20	0.49	0.47	0.51	0.02	0.48	0.47	0.50	0.01	0.14	0.10	0.20	0.05
25	<i>Pleradenophora longicuspis</i> (Standl.) Esser	0.41	0.38	0.43	0.02	0.36	0.34	0.39	0.03	0.36	0.31	0.38	0.03	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
26	<i>Talisia floresii</i> Standl.	1.69	1.61	1.79	0.09	1.48	1.44	1.55	0.06	1.49	1.44	1.58	0.08	1.03	0.70	1.40	0.35
27	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C.Berg	0.74	0.70	0.77	0.04	0.82	0.77	0.86	0.05	0.78	0.76	0.79	0.02	0.33	0.30	0.40	0.06
28	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	1.76	1.53	1.87	0.14	1.12	1.00	1.26	0.11	1.14	0.70	1.30	0.25	0.38	0.20	0.70	0.19
29	<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	0.34	0.30	0.38	0.04	0.17	0.16	0.19	0.02	0.17	0.13	0.21	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
30	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	0.79	0.67	0.90	0.09	0.63	0.60	0.67	0.02	0.44	0.40	0.49	0.03	0.05	0.04	0.07	0.01
31	<i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	0.20	0.16	0.24	0.03	0.11	0.10	0.12	0.01	0.11	0.10	0.12	0.01	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
32	<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	0.82	0.47	1.09	0.20	0.98	0.70	1.14	0.15	0.86	0.48	1.15	0.23	0.38	0.10	0.60	0.18
33	<i>Bucida buceras</i> L.	0.59	0.49	0.70	0.06	0.37	0.29	0.46	0.05	0.33	0.22	0.44	0.08	0.01	0.01	0.01	0.00
34	<i>Pseudabutilon ellipticum</i> (Schltdl.) Fryxell	0.20	0.18	0.22	0.01	0.23	0.20	0.26	0.02	0.11	0.10	0.12	0.01	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
35	<i>Gaussia maya</i> (O.F. Cook) H. J. Quero & Read	1.94	1.81	2.04	0.09	1.33	1.25	1.36	0.05	1.34	1.28	1.38	0.05	1.40	1.20	1.60	0.16
36	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	1.38	1.18	1.65	0.14	0.86	0.80	0.94	0.05	0.83	0.75	0.92	0.06	0.39	0.20	0.50	0.09
37	Rubiaceae	0.55	0.50	0.65	0.06	0.43	0.37	0.48	0.05	0.39	0.33	0.43	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
38	<i>Acanthus</i> sp.	0.36	0.33	0.40	0.03	0.32	0.30	0.34	0.01	0.18	0.14	0.22	0.03	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
39	<i>Cleome</i> sp.	0.20	0.19	0.22	0.01	0.20	0.20	0.21	0.00	0.17	0.14	0.18	0.01	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
40	<i>Petiveria</i> sp.	0.53	0.42	0.60	0.06	0.12	0.10	0.14	0.02	0.09	0.08	0.12	0.01	<0.1	<0.1	<0.1	0.00

Apéndice 6. Datos cuantitativos de frutos de la RBM.

		Rasgo funcional (fruto)															
		Largo				Ancho				Grosor				Masa			
No.	Especie	Med_L	Min_L	Máx_L	DesEs_L	Med_A	Min_A	Máx_A	DesEs_A	Med_G	Min_G	Máx_G	DesEs_G	Med_M	Min_M	Máx_M	DesEs_M
1	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth	5.84	5.65	6.04	0.20	0.84	0.53	1.03	0.27	1.16	0.75	1.80	0.56	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
2	<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	1.83	1.65	2.04	0.16	1.38	1.20	1.80	0.24	1.33	0.98	1.98	0.40	0.70	0.50	0.90	0.19
3	<i>Pouteria</i> sp.	0.60	0.49	0.75	0.07	0.45	0.40	0.49	0.02	0.45	0.40	0.49	0.02	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
4	<i>Sapindus saponaria</i> L.	1.50	1.06	1.68	0.17	1.34	0.88	1.57	0.19	1.28	0.78	1.53	0.21	0.83	0.20	1.40	0.39
5	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	1.06	0.80	1.20	0.13	0.62	0.45	0.80	0.12	0.49	0.38	0.60	0.07	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
6	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	0.57	0.50	0.63	0.05	0.41	0.32	0.47	0.05	0.43	0.37	0.48	0.03	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
7	<i>Blomia prisca</i> (Standl.) Lundell	1.44	1.26	1.51	0.10	1.03	0.90	1.18	0.11	1.10	0.92	1.21	0.11	0.50	0.40	0.60	0.07
8	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	3.65	3.62	3.72	0.06	3.38	2.94	3.61	0.38					0.27	0.20	0.30	0.06
9	<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni	2.47	1.86	2.90	0.32	1.55	1.20	1.91	0.24	1.59	1.33	1.97	0.19	1.15	0.50	2.90	0.80
10	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	1.16	1.09	1.24	0.07	0.62	0.59	0.64	0.02	0.61	0.57	0.64	0.03	0.20	0.20	0.20	0.00
11	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2.19	1.77	2.57	0.20	1.81	1.29	1.99	0.20	1.79	1.33	2.07	0.21	1.30	0.50	2.00	0.40
12	<i>Pleradenophora longicuspis</i> (Standl.) Esser	0.87	0.71	0.94	0.10	1.09	0.97	1.25	0.11	1.10	0.98	1.23	0.10	0.14	0.10	0.20	0.05
13	<i>Talisia floresii</i> Standl.	1.97	1.84	2.05	0.10	1.64	1.51	1.87	0.16	1.64	1.50	1.88	0.17	1.35	1.00	1.60	0.26
14	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	1.28	1.00	1.52	0.24	0.22	0.17	0.28	0.05	0.15	0.12	0.19	0.03	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
15	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C.Berg	1.13	1.09	1.17	0.04	0.83	0.56	0.96	0.16	0.82	0.53	0.94	0.17	0.40	0.40	0.40	0.00
16	<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	2.83	2.37	3.08	0.40	1.69	1.40	1.86	0.25	1.66	1.42	1.78	0.21	3.07	1.70	3.80	1.18
17	<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	0.81	0.66	0.87	0.10	0.33	0.25	0.37	0.06	0.37	0.34	0.40	0.03	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
18	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1.12	1.06	1.18	0.04	0.82	0.70	0.91	0.07	0.81	0.69	0.94	0.07	0.15	0.10	0.20	0.05
19	<i>Guettarda combsii</i> Urb.	0.69	0.60	0.81	0.08	0.81	0.70	0.94	0.11	0.76	0.74	0.80	0.02	0.10	0.10	0.10	0.00
20	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	1.44	1.04	1.72	0.21	1.29	0.80	1.65	0.20	1.26	0.94	1.50	0.16	0.79	0.30	1.30	0.29

21	<i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1.94	1.74	2.06	0.18	1.68	1.50	1.78	0.16	1.69	1.47	1.82	0.19	1.47	0.70	2.00	0.68
22	<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	1.38	0.99	1.77	0.27	1.39	1.04	1.78	0.25	1.21	0.99	1.61	0.22	0.56	0.20	1.20	0.30
23	<i>Pseudabutilon ellipticum</i> (Schltdl.) Fryxell	0.86	0.79	0.95	0.07	0.37	0.33	0.40	0.03	0.22	0.17	0.26	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
24	<i>Spondias mombin</i> L.	2.69	2.57	2.80	0.12	1.33	1.21	1.41	0.11	1.01	1.00	1.02	0.01	0.40	0.40	0.40	0.00
25	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	1.68	1.30	1.92	0.21	1.13	0.86	1.34	0.16	1.07	0.87	1.37	0.15	0.68	0.40	1.10	0.23
26	<i>Olacaceae</i>	1.00	0.62	1.26	0.25	0.60	0.50	0.64	0.06	0.45	0.40	0.50	0.04	0.12	0.10	0.20	0.04
27	<i>Acanthus</i> sp.	1.11	1.04	1.16	0.06	0.49	0.46	0.52	0.03	0.37	0.30	0.40	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00
28	<i>Cleome</i> sp.	7.70	4.44	9.00	1.88	0.45	0.40	0.50	0.05	0.24	0.20	0.30	0.04	<0.1	<0.1	<0.1	0.00

Apéndice 7. Taller de capacitación y presentación del proyecto DIGI 4.8.63.9.02





Apéndice 8. Colecta de frutos y semillas en Biotopos del Suap de la Reserva de Biosfera Maya







Apéndice 9. Frutos y semillas colectados en la Reserva de Biosfera Maya



Cupania glabra Sw.



Cryosophila stauracantha
(Heynh.) R. Evans



Ximenia americana L.



Ximenia americana L.



Mosannona depressa (Baill.)
Chatrou



Protium copal (Schltdl. &
Cham.) Engl.



Clusia rosea Jacq.



Simira salvadorensis (Standl.)
Steyerm.



Ipomoea sp.



Morinda royoc L.



Adelphia hiraesa (Gaertn.) W.R.
Anderson



Erythrina americana Mill.



Brosimum costaricanum Liebm.



Brosimum costaricanum Liebm.



Cryosophila stauracantha
(Heynh.) R. Evans



Bursera simaruba (L.) Sarg.

Apéndice 10. Colección de referencia de frutos y semillas



Apéndice 11. Listado de participantes en el taller de divulgación y capacitación del proyecto DIGI 4.8.63.9.02



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



DG Dirección General
de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

Taller: Técnicas de colecta y preservación de especímenes vegetales
Guatemala 20 de Abril de 2017

Nombre	Institución	Firma
Marvin Garcia	CECON	<i>[Signature]</i>
Marvin Ochoa	CECON	<i>[Signature]</i>
Erwin Garcia Mayan	CECON USAC	<i>[Signature]</i>
José Luis Egoza	CECON USAC	Luis Egoza
Marvin Tobar Perez	CECON/USAC	<i>[Signature]</i>
Francisco Asturias	FUNDARECO	<i>[Signature]</i>
Mario chun caal	CECON	<i>[Signature]</i>
Gain Olivares	CECON	<i>[Signature]</i>
Edwin Sol Pacheco Morales	CECON	edwin Sol Pacheco
Hector A. Palacio	CECON	<i>[Signature]</i>
Orlando O. Melendez	CECON	<i>[Signature]</i>
Raquel Alejandra Soza Gonzalez	CECON-USAC	<i>[Signature]</i>
Darwin Aguirre Castillo	CECON-USAC	<i>[Signature]</i>
Aderly Morales Garcia	CECON.	<i>[Signature]</i>
GERBER Gurnán	CECON/USAC	<i>[Signature]</i>

Actividades de gestión, vinculación y divulgación

Durante la ejecución del proyecto se llevó a cabo el taller de divulgación y capacitación dirigida al personal de campo y técnico de Cecon que labora en el Sistema Universitario de Áreas protegidas de Petén. Dicho taller se llevó a cabo el día 20 de abril del año 2017 en el Biotopo protegido Cerro Cahú y durante el mismo fue posible capacitar a 21 en cuanto a las principales técnicas de colecta, documentación y preservación de material vegetal (muestras de herbario, frutos y semillas), además de dar a conocer los objetivos del proyecto de investigación. Además la participación directa de los guarda recursos durante la fase de campo permite la vinculación entre las distintas unidades de Cecon.

También fue posible la vinculación con Wildlife Conservation Society (WCS) quienes brindaron apoyo logístico para el acceso a puntos de muestreo dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre.

Orden de pago

Listado de todos los integrantes del equipo de investigación

Contratados por contraparte y colaboradores	
Carolina Rosales de Zea	Jaime Fernando Gutiérrez
María José Hernández	Elvis Solís Montufar
Pablo José Lee Castillo	Mario Chun
Claudia Lucía Morales Flores	Byron Cruz Román
Saúl Castillo Hernández	Carlos Enrique Caal Tzul
Darwin Aguirre Castillo	Miguel Hernández
Aderly Alejandro Morales García	Juan José Romero

Contratados por la dirección general de investigación

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago	
			Si	No
Carolina Rosales Zamora de Zea	Coordinadora	930190		X
María José Hernández	Auxiliar de Investigación II	20150050	X	
Pablo José Lee Castillo	Auxiliar de Investigación I	20060404	X	

Nombre	Firma
MSc. Carolina Rosales Zamora de Zea	
Br. María José Hernández	
Br. Pablo José Lee Castillo	

MSc. Ana Carolina Rosales Zamora de Zea
Coordinadora del Proyecto de investigación

Vo. Bo. Dra. Sandra E. Herrera Ruiz
Coordinadora del Programa Universitario

Vo. Bo. Ing. Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas