17-03-2021

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas

Informe final

Espectro de dispersión de diásporas de la vegetación potencial para restauración en bosques tropicales de la Reserva de Biosfera Maya.

Equipo de investigación

MSc. Ana Carolina Rosales de Zea
Coordinadora

Lcda. María José Hernández
Investigadora

Br. Eduardo Antonia Girón Nájera
Auxiliar de investigación II

Guatemala, 01 de diciembre 2020

Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

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

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador del Programa de Investigación

MSc. Ana Carolina Rosales de Zea
Coordinador del proyecto

Lcda. María José Hernández
Investigadora

Br. Eduardo Antonio Girón Nájera
Auxiliar de investigación II

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2020. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.4.41. durante el año 2020 en el Programa Universitario de Investigación de Ciencias Básicas.

Índice

Abstract 5
1. Introducción 6
2. Planteamiento del problema 7
3. Preguntas de investigación 9
4. Delimitación en tiempo y espacio 9
5. Marco teórico 9
5.1 La vegetación de la Reserva de Biósfera Maya 9
5.2 El proceso de dispersión de diásporas 10
5.2. 1 Síndromes de dispersión 11
5.2.2 Anemocoría 11
5.2.3 Zoocoría 11
5.2.4 Hidrocoría 12
5.2.5 Autocoría 12
5.3 Espectro de dispersión de diásporas 12
5.4 Consecuencias ecológicas de la dispersión de diásporas 13
6. Estado del arte 14
6.1 Acciones de restauración en Bosques Tropicales 14
7. Objetivo general. 15
8. Objetivos específicos 15
9. Hipótesis 15
10. Materiales y métodos 16
10.1 Enfoque y tipo de investigación: 16
10.2 Recolección de información: 16
10.3 Para investigación cuantitativa: 16
10.4 Técnicas e instrumentos: 16
10.4.1 Técnica 16
10.4.2 Instrumento 17

10.5 Operacionalización de las variables de análisis: 17
11. Procesamiento y análisis de la información:....19
12. Vinculación, difusión y divulgación....19
13. Resultados....20
13.1 Área de estudio 20
13.2 Espectro de dispersión de diásporas en la RBM 21
13.3 Índice de importancia ecológica 2
13.4 Colección de referencia de frutos y semillas del *Index Seminum* 1
14. Análisis y discusión de resultados....2
14.1 Espectro de dispersión de diásporas de la RBM 2
14.2 Vacíos de información en la colección Index Seminum 4
15. Conclusiones....5
16. Impacto esperado....5
17. Referencias....6
18. Apéndices....10

Título del proyecto

Espectro de dispersión de diásporas de la vegetación potencial para restauración en bosques tropicales de la Reserva de Biosfera Maya.

Resumen

El mecanismo de dispersión de diásporas es un factor que afecta la capacidad de las especies vegetales para colonizar un área y por lo tanto la capacidad del bosque para regenerarse. La vegetación de la Reserva de Biósfera Maya (RBM) se ve amenazada en la actualidad por procesos de degradación de hábitat los cuales ponen en riesgo la permanencia de la biodiversidad en el área y, por consiguiente, los servicios ecosistémicos y bienes que provee a la sociedad guatemalteca. Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar los síndromes de dispersión de semillas en distintas zonas de la RBM, identificar el patrón dominante de síndrome de dispersión y describir el espectro de dispersión de diásporas en la Reserva. Se analizó un total de 158 muestras presentes en la colección de referencia de la unidad de investigación *Index Seminum*, las diásporas fueron descritas con base en sus caracteres carpológicos. El síndrome de dispersión predominante en las especies documentadas en este estudio fue la zoocoría, lo cual aporta evidencia de la importancia de la vegetación y los agentes dipersores para el sostenimiento de la dinámica ecológica en la RBM.

Palabras clave

Ecología, Frutos, Semillas, Petén, zoocoría, síndrome.

Abstract

Forest species have different ways of dispersing their diaspores. This is a factor that affects the ability of these plant species to colonize an area and therefore the ability of the forest to regenerate. The vegetation of the Mayan Biosphere Reserve (RBM in Spanish) is currently threatened by processes of habitat degradation, which puts at risk the permanence of biodiversity in the area and consequently, the ecosystem services it provides. This study aims to (I) characterize the seed dispersal syndromes in different zones of the MBR, (II) identifying the dominant pattern of dispersal syndrome. A total of 158 samples were analyzed at the reference collection of Index Seminum research unit. The predominant dispersal syndrome in the species contemplated in this study was the zoocory, evidence of the importance of vertebrates (birds, primates and chiropterans) at the landscape level as they are dispersal agents of the diaspores of forest species of significative importance both nationally and globally.

Keyword: Ecology, fruits, seeds, Petén, syndrome, zoocory.

1. Introducción

El uso de vectores (bióticos y abióticos) para la dispersión de diásporas (frutos y semillas) se debe en parte al desarrollo de estructuras morfológicas especializadas por parte de las especies vegetales (Jara-Guerrero, De la Cruz & Méndez, 2011). Junto a estas estructuras, el color de la diáspora, las características químicas de la pulpa y la fenología de las plantas asociadas a cierto mecanismo de dispersión es lo que se conoce como síndromes de dispersión (Jara-Guerrero, De la Cruz & Méndez, 2011).

En Guatemala se han realizado pocos estudios en el campo de la dispersión de diásporas. Entre estos podemos mencionar un trabajo donde se estudió la lluvia de semillas y la variación espacio-temporal que esta presenta. En él se determinó la composición de la lluvia de semillas en dos etapas sucesionales distintas en el departamento de Quetzaltenango (Lou, 1999). En el departamento anteriormente mencionado se encontró que el tipo de vegetación influye tanto en la composición como en el patrón de deposición de la lluvia de semillas. También determinaron que la composición de la lluvia de semillas depende de los patrones temporales de fructificación y, por ende, de los síndromes de dispersión. En otro trabajo realizado en Petén, se determinó que existe una diferencia significativa en la riqueza de especies de semillas en dos condiciones de bosque y una predominancia de semillas zoócoras (Bonilla Chang, 2016), lo cual demostró la importante función que desempeñan los animales como dispersores en la Reserva de Biosfera Maya (RBM).

La RBM localizada en el Departamento de Petén, es junto con áreas vecinas de Belice y México, el área protegida de bosque tropical más grande de Mesoamérica (Conap, 1999). La vegetación de Petén ha estado influenciada por las fluctuaciones climáticas desde el Pleistoceno y por las actividades humanas desde el surgimiento de la civilización Maya según indican diversos estudios paleoecológicos (Leyden, 1984; Brenner *et al.*, 2002; Wahl, Byrne, Schreiner & Hansen, 2006). Esta relación entre la diversidad de especies vegetales de la RBM con el ser humano continúa hasta el día de hoy como lo atestiguan las estrategias de conservación, el manejo forestal comunitario, las invasiones de tierras, la deforestación, entre otros. Esto, resalta el papel clave que la biodiversidad tiene en el bienestar humano aunque ello implique pérdida de cobertura boscosa, incendios forestales y otras actividades negativas en los procesos ecológicos clave para la conservación de bosques en la RBM.

Actualmente existen procesos de degradación en la RBM causados por diversas actividades, lo cual pone en riesgo la permanencia de la biodiversidad del área y por consiguiente los bienes que proveen a distintos sectores de la sociedad guatemalteca. Esta degradación puede ser revertida a través de procesos de restauración ecológica en donde aspectos clave de la reproducción de las especies vegetales como la polinización, dispersión de propágulos (frutos y semillas) y reclutamiento de plántulas se encuentran entre los menos estudiados en los bosques aún y cuando

su importancia en el funcionamiento de los ecosistemas de bosques tropicales ha sido demostrada (Neuschulz, Mueller, Schleuning & Böhning-Gaese, 2016; Muller-Landau & Hardesty, 2005).

Siendo la dispersión de diásporas el tipo de interacción ecológica con mayor riesgo por el cambio global, debe ser el proceso con mayor atención en planes para conservar la biodiversidad. Utilizar características de frutos y semillas como una herramienta para predecir procesos de dispersión ayuda en la comprensión de las diferentes estrategias de colonización de las plantas y sus relaciones ecológicas con los animales (Howe, 2016; Kuhlman & Ribeiro, 2016).

En el presente estudio se describe el espectro de dispersión de la vegetación potencial para restauración ecológica en la RBM a través de la colecta y descripción de frutos y semillas y se indicarán especies con mayor importancia ecológica a través de la generación de un índice tomando en cuenta características de la vegetación en zonas núcleo. Los síndromes de dispersión fueron determinados mediante una revisión exhaustiva de literatura disponible y la revisión de la morfología y anatomía de las diásporas por medio de la mensuración de los frutos y semillas. La toma de medidas se llevó a cabo utilizando las muestras de diásporas presentes en la colección de la unidad de investigación Index Seminum en el Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas (Cecon).

2. Planteamiento del problema

De acuerdo al mapa de bosques y uso de tierra del 2012 la cobertura vegetal en Guatemala era de 3.674.728 hectáreas la tasa de deforestación entre los años 1991 a 2010 fluctuó entre el 1,43 y 1% (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Usos de la Tierra [Gimbot], 2014). Dentro de los departamentos con mayor cobertura forestal se encuentra Petén, con un porcentaje de cobertura del 25,52%. La vegetación de Petén está representada por distintos tipos de bosque: Bosque latifoliado, bosque de coníferas, bosque de galería y plantaciones forestales (Instituto Nacional de Bosques [Inab] y Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap], 2015). El bosque latifoliado es el de mayor cobertura, por lo tanto el que presenta mayor importancia debido a los servicios ecosistémicos que brinda (Inab y Conap, 2015).

A pesar de la disminución en la tasa de deforestación (desde 1991 al 2010) los bosques siguen siendo deforestados y por lo tanto los servicios ecosistémicos que proveen disminuyen. Una de las grandes causas de la pérdida de cobertura forestal son los incendios forestales que ocurren anualmente (naturales y provocados), afectando un 29,8% de la superficie del país (Inab- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente [Iarna], Universidad Rafael Landivar [URL], Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Forest Growing Partnership [GFP], 2012). Además se conoce que en el período de 2001-2010 Petén tuvo el 55% de los puntos de calor registrados en el país (Ramos, Noriega y Zetina, 2011). Sumado a lo

anterior, el consumo de leña es otro factor que influye en el desgaste de los bosques (Inab, Iarna, URL, FAO y GFP, 2012).

El Inab realiza distintos esfuerzos de conservación, la Ley Probosque tiene como objetivo aumentar la cobertura forestal del país con la creación y aplicación del Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques, siendo el Inab el órgano ejecutor de dicha ley. Esta ley en una de sus modalidades contempla la restauración de tierras forestales degradadas a través del establecimiento o manejo de la regeneración natural, bosques riparios, bosques secundarios, bosque manglar y bosques degradados. En el artículo 14 de dicha ley se indica que se debe priorizar el uso de especies nativas para la modalidad de plantaciones forestales y que deben utilizarse especies forestales apropiadas a los objetivos del proyecto y en las modalidades de sistemas agroforestales, así como, de restauración de tierras forestales degradadas (Inab, 2015). La escasez de conocimiento en cuanto a la ecología reproductiva de especies forestales nativas hacen difícil la selección de especies para la restauración del paisaje forestal en la RBM.

Entre los esfuerzos realizados en Petén se conocen campañas de reforestación utilizando especies nativas como cedro, caoba y ramón (Morales, Escobar, Miranda y Castillo, 05 de junio de 2017). También se hizo el esfuerzo de implementar un monitoreo fenológico con el trabajo de García, López y Ramírez (2015) que desafortunadamente no se le dio seguimiento.

A pesar de los esfuerzos por restaurar los bosques en la RBM aún sigue existiendo conflicto en el área y la deforestación no se detiene. Debido a lo anterior es necesario que los programas de reforestación como herramienta de restauración se enfoquen en mantener las funciones de los ecosistemas y conservar la diversidad biológica de especies nativas. Así como buscar la mejor manera de reforestar con especies nativas para que además de conservar las funciones ecológicas se contribuya con la capacidad productiva de un área. Se hace énfasis en las especies nativas ya que en áreas degradadas y con mayor grado de perturbación existe mayor potencial para dispersión y establecimiento de especies invasoras, las cuales podrían poner en riesgo la estabilidad del ecosistema. Por esta razón es imperante conocer los síndromes de dispersión y utilizar en cuanto sea necesario especies nativas o propias de los bosques tropicales de la RBM (Ceccon, 2013).

Cabe destacar que procesos como la polinización y dispersión de diásporas son importantes en el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas, además son procesos clave para revertir la degradación de los mismos. El conocimiento y entendimiento de los procesos anteriormente mencionados de las especies nativas puede ser una potente herramienta para la recuperación de bosques en la RBM. No obstante, la información sobre estos procesos es muy escasa a pesar del impacto positivo en los bosques. (Neuschulz, et al., 2016).

3. Preguntas de investigación

6.1 ¿Cuál es el patrón de síndromes de dispersión de semillas en diferentes áreas de la RBM?
6.2 ¿Cuál es el patrón dominante de síndrome de dispersión de semillas en diferentes zonas de la RBM?
6.3 ¿Cuáles son las características estructurales y carpológicas para elaborar un índice de importancia ecológica de las especies potenciales para la restauración de bosques tropicales?

4. Delimitación en tiempo y espacio

El presente estudio se llevó a cabo durante el período comprendido entre febrero y noviembre del año 2020.

5. Marco teórico

5.1 La vegetación de la Reserva de Biósfera Maya

La RBM localizada en el Departamento de Petén, es junto con áreas vecinas de Belice y México, el área protegida de bosque tropical más grande de Mesoamérica (Conap, 1999). Abarca los municipios de Flores, La Libertad, Melchor de Mencos, San Andrés y San José, con un área total de 2,112,940 hectáreas presentando una cobertura de bosques, sabanas y humedales del 69% del total (Conap, 2014).

La vegetación actual de la RBM y de Petén ha ido cambiando en función de los ciclos glaciales/interglaciales y lo que ahora vemos como una selva tropical no existía en el Pleistoceno tardío hace 10,500 años cuando en condiciones más secas y frías se desarrollaron tipos de vegetación con hierbas, pastos y matas (Brenner, et al., 2002). Estudios anteriores en un área de la RBM muestran que dos factores clave en la presencia de vegetación son los edáficos y topográficos cuya variación explica la composición y estructura de árboles (Schulze & Whitacre, 1999). La vegetación actual en la RBM la podemos identificar en dos tipos: bosques altos y bajos. Los primeros corresponden con áreas bien drenadas con un dosel denso y especies mesofíticas semideciduas de altura promedio de 35 m siendo las dominantes *Brosimum, alicastrum* Sw., *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Swietenia macrophylla* King, *Talisia oliviformis* (Kunth) Radlk., *Pimienta dioica* (L.) Merr., y varias especies de *Ficus* spp. Mientras que el sotobosque presenta diversas especies de arbustos como *Piper*, *Psychotria* y palmas (Lundell, 1937; Castaneda & Hansen, 2008). Los bajos son bosques con posibilidad de inundarse, con especies menores a 10-15 m de altura y con espinas generalmente. Las especies dominantes son *Haematoxylon campechianum* L., *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Bucida buceras* L., *Diospyros bumelioides* Standl. y *Eugenia* spp., el sotobosque

presenta especies de las familias Cyperaceae, Asteraceae y Poaceae. En las orillas de cuerpos de agua como lagunas o aguadas pueden aparecer árboles altos (Lundell, 1937; Castañeda & Hansen, 2008). En los cuerpos de agua se han identificado (al menos en la región Tikal-Yaxhá y en Laguna del Tigre) alrededor de 280 especies de plantas asociadas y hasta 40 estrictamente acuáticas (Reyes, Morales, Oliva & Dávila, 2009; Morales, 2001).

Actualmente existen procesos de degradación en la RBM causados por diversas actividades lo que pone en riesgo la permanencia de la biodiversidad del área y por consiguiente los bienes que proveen a distintos sectores de la sociedad guatemalteca. Procesos de restauración ecológica pueden ser utilizados para revertir esta degradación, beneficiando aspectos importantes como polinización, dispersión y reclutamiento de plántulas (Neuschulz, et al., 2016; Muller-Landau & Hardesty, 2005).

5.2 El proceso de dispersión de diásporas

Los frutos y semillas, conocidos en conjunto como diásporas, son producto de la reproducción sexual de las angiospermas y gimnospermas. Las diásporas pueden encontrarse formadas por la semilla y el embrión ya sea dentro del fruto o afuera del mismo. También pueden encontrarse estructuras accesorias que les permiten dispersarse o ser dispersadas por factores bióticos o abióticos. La dispersión de semillas (movimiento de un lugar a otro) generalmente trae beneficios para la especie progenitora que además de colonizar nuevas áreas mantiene la diversidad de una comunidad. El tipo de estructura que la semilla presenta generalmente se asocia a un síndrome de dispersión, entre los más comunes se encuentra la dispersión por el viento (anemocoría), la dispersión por agua (hidrocoría), la dispersión por animales (zoocoría) y la autodispersión (autocoría) (Martínez, Castillo, Guadarrama, 2009).

Las semillas tienen una alta gama de características morfológicas las cuales están íntimamente relacionadas al mecanismo que las mismas utilizan para su dispersión. Las semillas que son dispersadas por viento por ejemplo tienen estructuras como pelos o alas que aumentan la resistencia al viento. Semillas que son transportadas por animales tienen apéndices en forma de gancho o espinas que les permite adherirse al pelo, otras tienen cubiertas carnosas que son consumidas como alimento y luego las semillas son excretadas. Los insectos como las hormigas también dispersan semillas llevándolas al hormiguero donde en muchas ocasiones logran germinar (Burslem, Pinard & Hatley, 2005).

Las plantas se valen de diversos mecanismos para dispersar sus semillas pues tienen mejor expectativa de vida si se desarrollan lejos de la planta madre (Fenner, 2000). Muchas plantas ofrecen recompensas alimenticias para el dispersor, Chapman & Chapman (1995) indican que, si se removieran los dispersores de semillas, un gran porcentaje de árboles tropicales se perdería. Uno de los factores limitantes en la regeneración de bosques son los bajos porcentajes de germinación de semillas y la falta de semillas en el banco del suelo (Meli, 2003).

Los mecanismos de dispersión también presentan patrones dependiendo de la comunidad de plantas y las regiones en que estas se encuentren. De esta forma las especies de plantas de bosque lluvioso tropical son dispersadas principalmente por vertebrados, mientras que en una zona con vegetación esclerófila (adaptadas a la sequía) y suelos infértiles hay una alta frecuencia de dispersión por hormigas (Fenner & Thompson, 2005). Los mecanismos más generalizados de dispersión muestran una alta relación entre las características de las semillas y el agente dispersor.

5.2. 1 Síndromes de dispersión

El uso de vectores de dispersión bióticos y abióticos se debe en parte al desarrollo de estructuras morfológicas especializadas por parte de las plantas (Jara-Guerrero, De la Cruz & Méndez, 2011). Junto a estas estructuras, el color de la diáspora, las características químicas de la pulpa y la fenología de las plantas asociadas a cierto mecanismo de dispersión es lo que se conoce como síndromes de dispersión (Jara-Guerrero, et al., 2011)

5.2.2 Anemocoría

El tipo de dispersión que utiliza el viento como agente dispersor se denomina anemocoría. Las especies anemócoras se distribuyen en todo el mundo, siendo más abundantes en hábitats como llanuras, planicies calurosas, desiertos y a la orilla de caminos. La dispersión por viento es más frecuente en los estratos bajos de los bosques (Van Rheede & Van Rooyen, 1999). Los caracteres que las plantas utilizan para este tipo de dispersión varían dependiendo de las especies o familias, los más frecuentes son estructuras como pelos, plumas o alas (Wilson, 1992).

5.2.3 Zoocoría

Las semillas dispersadas por viento y agua muestran gran variabilidad de formas para alejar las semillas de la planta parental sin embargo, la mayor diversidad de adaptaciones se encuentra en semillas que son dispersadas por animales. A este tipo de dispersión por animales se denomina zoocoría. Las adaptaciones de los frutos –donde generalmente son portadas las semillas- son resultado de la morfología y fisiología de los animales que los consumen (Green, Frisch, Michot, Allain & Barrow, 2013). Los principales animales que dispersan semillas son vertebrados (aves y murciélagos) y hormigas. En general las plantas que utilizan la zoocoría para la propagación de sus semillas ofrecen a los animales alguna recompensa como frutos carnosos, apéndices con azucares o aceites.

La dispersión de las semillas por lo animales depende de la estructura corporal y el comportamiento de estos (Couvreur, Cosyns, Hermy & Hoffmann, 2005). El hábitat de los animales también es un factor a considerar, pues determina los lugares que la nueva planta pueda colonizar. Para una comunidad de plantas con zoocoría como mecanismo de dispersión, las aves y los murciélagos son el grupo de vertebrados dispersores más importantes. Lo anterior, en relación a la cantidad de semillas transportadas y la distancia en que son transportadas (Ortiz, Laborde & Guevara, 2000).

5.2.4 Hidrocoría

En este tipo de dispersión el agua es el agente dispersor. Es principalmente importante en plantas que viven en hábitats acuáticos o con estrecha relación a estos. Las distancias que recorren las semillas en este tipo de dispersión pueden ser cortas por agua de lluvia o distancias muy largas por corrientes de ríos y océanos. Algunas adaptaciones de las semillas para este tipo de dispersión son acumulación de tejido con cavidades que almacenan aire (aerénquima) el cual brinda flotabilidad a las semillas y cubiertas con ceras que le brindan impermeabilidad. Las plantas dispersadas por agua tienen mayor posibilidad de llegar a un ambiente favorable que las dispersadas por viento (Van Rheede & Van Rooyen, 1999).

5.2.5 Autocoría

Muchas plantas están equipadas con mecanismos autónomos para llevar a cabo la dispersión de sus semillas. El fruto de plantas que utilizan este tipo de dispersión, generalmente se seca provocando la explosión del mismo de forma repentina, con lo cual las semillas salen expulsadas con fuerza, esto se conoce como dispersión balística. La autocoría generalmente va seguida de la dispersión por hormigas u otros agentes que una vez localizada la semilla en el suelo, la recogen y la llevan a nuevos sitios (Van Rheede & Van Rooyen, 1999).

En áreas tropicales la mayoría de especies presenta dispersión por animales ya que los frutos tienen pericarpos (parte del fruto que recubre la semilla) comestibles que son usualmente consumidos por aves y mamíferos (Martins, Zanzini & Santiago, 2007; Trindade, Zanzini & Santiago, 2007; Stefanello, Ivanauskas & Martins, 2010; Howe & Smallwood 1982 & Giehl, Athayde, Budke, Gesing & Canto-Dorow, 2007). Este tipo de frutos son generalmente a nivel de dosel y subdosel de árboles y epífitas. Mientras que en arbustos y enredaderas la zoocoría disminuye y aumenta la anemocoría u otros síndromes (Martínez, Castillo, Guadarrama, 2009).

5.3 Espectro de dispersión de diásporas

Una forma de medir aspectos funcionales en ecosistemas parte del estudio del espectro de dispersión de diásporas de un área, que es la proporción de los distintos tipos de síndromes de dispersión en tipos de vegetación (Jara-Guerro, De la Cruz & Méndez, 2011). La diásporas de muchas especies tienen estructuras con características morfológicas que les permiten mejorar su habilidad de ser dispersadas lejos de la planta madre (Willson, Rice & Westoby, 1990). Es posible predecir el espectro de dispersión utilizando características de los frutos y semillas (talla, sobrevivencia al fuego, etc.), banco de semillas del suelo, características de la planta, entre otros (Hughes, *et al*., 1994).

5.4 Consecuencias ecológicas de la dispersión de diásporas

La dispersión de semillas también corresponde al movimiento de genes. Este movimiento de genes a menudo está limitado en una población formando "barrios", lo cual puede ser producto de dispersores que almacenan semillas o que viven en madrigueras (Finkel & Heinrich, 2007). El mecanismo de dispersión es un factor que afecta la capacidad de una especie para colonizar un área. La dispersión por viento por ejemplo es insuficiente para la colonización de islas distantes o parches de bosque aislados, en estos casos la dispersión exitosa se apoya en aves las cuales logran llevar las semillas en el tracto digestivo o pegadas a las plumas (Fenner, 2000). Medellín y Gaona (1999) mencionan que los murciélagos frugívoros son muy importantes como dispersores de semillas particularmente en hábitats degradados.

En una revisión realizada por Abernethy, Coad, Taylor, Lee & Maisels (2012) la cacería de animales vertebrados que consumen principalmente frutos es un grave problema para el mantenimiento de las poblaciones vegetales sanas, pues la mayoría de especies de árboles de dosel utilizan este mecanismo de dispersión para el mantenimiento de sus poblaciones. Chapman & Chapman (1995) indican que la pérdida de frugívoros dispersores de semillas tiene fuertes efectos deletéreos en el reclutamiento de árboles tropicales. En bosques tropicales la mayoría de animales tienen hábitos frugívoros, al remover a estos animales se afecta la dinámica de la dispersión de semillas, lo cual contrae serias implicaciones en la ecología y conservación de estos ecosistemas. Según Meli (2003) la llegada de propágulos –como frutos y semillas- en áreas perturbadas es el primer factor que limita la regeneración de bosques.

La dispersión trae consigo beneficios más allá de la colonización de nuevos sitios y las implicaciones de los mecanismos de dispersión dan lugar a beneficios a nivel de especie y mantenimiento de la diversidad de una comunidad. Destacando la importancia del ciclo de vida de las plantas en donde las etapas de semilla y plántula son consideradas de mayor importancia en regeneración natural de comunidades. Siendo la dispersión de diásporas el tipo de interacción ecológica con mayor riesgo por el cambio global, debe ser el proceso con mayor atención en planes para conservar la biodiversidad (Howe, 2016). Utilizar características de frutos y semillas como una herramienta para predecir procesos de dispersión ayuda en la comprensión de las diferentes estrategias de colonización de las plantas y sus relaciones ecológicas con los animales (Howe, 2016; Kuhlman & Ribeiro, 2016). Por lo tanto, la dispersión de diásporas se debe estudiar como un tema central en conservación y manejo de la biodiversidad (Ceccon, 2013). Sobre todo, ante la dispersión y establecimiento de especies invasoras en áreas altamente perturbadas. Así como la seria limitante que representa la escasa lluvia de semillas en hábitats degradados (Martínez, Castillo, Guadarrama, 2009).

6. Estado del arte

6.1 Acciones de restauración en Bosques Tropicales

Algunas acciones de restauración ecológica han sido sugeridas, tomando en cuenta aspectos de la dispersión, priorización o uso limitado de ciertas especies, especies con sucesión tardía y generalistas; o bien proteger áreas con una densidad de lluvia de semillas alta (McConkey, et al., 2011). Otros sugieren la restauración de procesos de dispersión siempre y cuando se conozcan las plantas, su diáspora y el agente dispersor que interactúa (Kuhlman & Ribeiro, 2016). Algunos van con mayor especificidad y reconocen el papel fundamental de la zoocoría en ecosistemas de montaña al favorecer los procesos de restauración y el rol relevante de algunas familias al ser grupos pioneros en la colonización (Barbosa, Velásquez & Mayorga-Caucedo, 2006). Mientras que otros estudios mencionan que es clave entender cómo afecta la variación espacio-temporal de las condiciones ambientales porque podrían indicar los factores clave para la dispersión (Jara-Guerrero, De la Cruz & Méndez, 2011; Chapman *et al*., 2016).

La restauración de áreas fragmentadas debe tomar en cuenta estas sugerencias y además entender que algunas especies de árboles, principalmente las que poseen semillas grandes se ven afectadas negativamente por la fragmentación más no las semillas pequeñas (Cramer, Mesquita & Williamson, 2007).

En Guatemala existe la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal (Enrpf) que busca promover con la restauración del paisaje forestal el desarrollo económico, mejorar los medios de vida y la diversidad biológica, promover el fortalecimiento de capacidades técnicas, administrativas y financieras de todas las instituciones involucradas, fortalecer la gobernanza en el territorio, desarrollar y fortalecer el conocimiento en torno a la valoración de los bienes y servicios de los ecosistemas y gestionar mecanismos y recursos financieros provenientes de diversas fuentes nacionales e internacionales para el seguimiento de la Enrpf (Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2015).

Un indicador de impacto que permita dar seguimiento a las metas de la estrategia es el incremento de especies nativas en áreas restauradas, sin embargo no se tiene una línea base que permita hacer una adecuada selección de especies a ser utilizadas (Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2015). La academia y los profesionales académicos se han identificado como uno de los ejecutores y colaboradores de la Enrpf a través de la generación de información para el establecimiento de líneas base, seguimiento y evaluación de las metas y resultados de la Enrpf.

Con base en una revisión de los conceptos de restauración ecológica, dentro del marco de la Estrategia nacional de restauración del paisaje forestal la restauración ecológica se define para Guatemala como *"el proceso orientado a recuperar, mantener y optimizar la diversidad biológica y el flujo de bienes y servicios ecosistémicos para el desarrollo, ajustado al sistema de valores y creencias locales e implementadas con un enfoque intersectorial"* (Mesa de Restauración del

Paisaje Forestal de Guatemala, 2015).

Así mismo la Enrpf tiene como visión *"paisajes forestales de Guatemala restaurados con provisión funcional de bienes y servicios de los ecosistemas que contribuyen a mejorar la calidad de vida de sus habitantes."* Teniendo como acción principal "articular actores", a través de coordinación interinstitucional e intersectorial para poder definir y distribuir las responsabilidades que harán posible lograr las metas y objetivos de la Enrpf (Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2015).

La Enrpf está proyectada hacia un plazo de 30 años con un plan de acción que consta de programas, proyectos, instrumentos de normativa, instrumentos financieros y otros mecanismos en ejecución o por implementarse para lograr cumplir con los objetivos, metas y productos.

7. Objetivo general.

Evaluar el espectro de dispersión de diásporas (frutos y semillas) de especies con potencial para restauración ecológica en la RBM.

8. Objetivos específicos

- Caracterizar los patrones de síndromes de dispersión de diásporas (frutos y semillas) en diferentes áreas de la RBM.
- Identificar el patrón dominante de síndrome de dispersión de diásporas (frutos y semillas) en diferentes áreas de la RBM.
- Estandarización de una metodología para la elaboración de un índice de importancia ecológica de las especies potenciales para la restauración ecológica en función con características de la vegetación, características carpológicas y de dispersión de frutos y semillas.

9. Hipótesis

En distintas áreas de la Reserva de Biósfera Maya existe un patrón común de síndromes de dispersión de diásporas.

10. Materiales y métodos

10.1 Enfoque y tipo de investigación:

La investigación desarrollada es de tipo cuantitativa, al estimar/calcular las proporciones de los síndromes de dispersión determinados y tuvo un enfoque exploratorio y descriptivo, ya que, Guatemala cuenta con escasos estudios sobre especies potenciales para restauración ecológica. También presentará alcance descriptivo pues no se encontró registro de patrones de dispersión de semillas en la Reserva de Biósfera Maya, por lo que se buscará describir estos patrones, características estructurales y carpológicas que lo definen. Finalmente explicativo debido a que se espera dilucidar y definir cuáles son las especies de mayor importancia para ser consideradas en planes de restauración ecológica.

10.2 Recolección de información:

La documentación de caracteres anatómicos que puedan ayudar a predecir el síndrome de dispersión se llevó a cabo dentro de la colección biológica de la unidad de investigación Jardín Botánico-*Index Seminum*. Las diásporas utilizadas en este estudio fueron analizadas con respecto a las siguientes características: largo, ancho, grosor, color, textura, presencia de apéndices y con lo cual se contruyó una matriz de caracteres carpológios.

10.3 Para investigación cuantitativa:

- Muestra: Árboles y arbustos de importancia ecológica de los biotopos del Suap de la RBM cuyas muestras de diásporas se encuentran depositadas en la colección carpológica de la unidad de investigación *Index Seminum* del Jardín Botánico.

10.4 Técnicas e instrumentos:

10.4.1 Técnica

- Recopilación de información: Debido a la suspensión de actividades presenciales y viajes de campo desde el mes de marzo del presente año a raíz de la pandemia por el nuevo

coronavirus (SARS-Cov-2) y su enfermedad conocida como Covid-19, por disposiciones del Consejo Superior Universitario se limitaron los renglones presupuestarios para el uso de viáticos y combustible. Por lo anterior, la presente investigación se limitó a la revisión de la colección de referencia de frutos y semillas, así como bases de datos del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas.

- Revisión de literatura: Durante la ejecución de esta investigación se llevó a cabo la revisión exhaustiva que permitiera recopilar información en dos categorías:
    - Vegetación de Petén, árboles de Guatemala, caracteres carpológicos.
    - Ecología de la dispersión de semillas, predicción del espectro de dispersión a través de atributos de las plantas.

- **Toma de medidas:** La documentación de caracteres anatómicos de frutos y semillas que resultaron de ayuda para predecir el síndrome de dispersión se llevó a cabo tomando medidas de largo, ancho, peso, textura, presencia o ausencia de apéndices, entre otros, de cada diáspora disponible en la colección de Referencia del Index Seminum del Jardín Botánico de la Usac.

10.4.2 Instrumento

Se documentó toda la información de frutos y semillas por medio de fotografías y descripciones morfológicas. Con esta información se elaboró una base de datos donde se colocaron todas las medidas del material procesado, posteriormente dicha base se utilizó para la descripción del espectro de dispersión de diásporas y para la elaboración de un índice de importancia ecológica de especies vegetales.

10.5 Operacionalización de las variables de análisis:

Objetivo específico	Variables	Técnicas	Instrumentos	Medición
Caracterizar los patrones de síndromes de dispersión de	Síndromes de dispersión (zoocoría, anemocoría,	-Revisión de especímenes de herbario.	-Cámara fotográfica. -Vernier. -Hipsómetro.	Tipo de diáspora: nominal; dos categorías. Color de la diáspora: nominal; dos categorías.

semillas en zonas núcleo de la RBM.	hidrocoría, autocoría).	-Revisión bibliográfica -Revisión de caracteres carpológicos	-Cinta métrica. -Cinta diamétrica. -Estereoscopio. -Microscopio. -Objetivo micrométrico. -Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la RBM. -Claves de identificación taxonómica.	Tipo de semilla: nominal; dos categorías. Tipo de fruto: nominal; tres categorías. Dimensiones: Largo y ancho. Textura: nominal; 5 categorías Apéndices: binario; presencia (1)/ausencia (0). Protección de diáspora: binario; presencia (1)/ausencia (0).
Identificar el patrón dominante de síndrome de dispersión de semillas en diferentes zonas de la RBM.	Porcentajes de síndromes de dispersión (zoocoría, anemocoría, hidrocoría, autocoría)	-Proporciones de síndromes de dispersión.	-Computadora. -Base de datos	-Proporción de los distintos síndromes de dispersión (ordinales): variable continua, en una escala de 0 a 100.
Estandarización de una metodología para la elaboración de un índice de importancia ecológica de las especies potenciales para la restauración ecológica en función con	Características estructurales y carpológicas.	Revisión bibliográfica de variables que influyen en la estimación de la importancia ecológica de árboles y arbustos de especies potenciales para	-Programa estadístico -Computadora	Características carpológicas. (Variables nominales y cuantitativas). Síndromes de dispersión.

características de la vegetación, características carpológicas y de dispersión de frutos y semillas.		restauración ecológica.		

11. Procesamiento y análisis de la información:

a. Índice de importancia ecológica

Se describió una metodología básica a seguir para estimar la importancia ecológica de cada especie arbórea de la RBM. Esta metodología es una guía para poder hacer estimaciones de importancia ecológica más precisas, se elaboró con base en variables previamente estipuladas y estandarizadas.

b. Análisis utilizando Sistemas de Información Geográfica –SIG-.

Se elaboró una base de datos con las coordenadas de las localidades en donde se colectaron las diásporas empleadas en este trabajo. Las operaciones con dichos datos y capas del territorio guatemalteco se realizaron a través de Sistemas de Información Geográfica -SIG-, específicamente en el software QGIS v3.10.2, con lo cual elaboraron mapas del área de estudio en la RBM.

12. Vinculación, difusión y divulgación

El presente estudio se encuentra directamente vinculado con los cuatro biotopos del Sistema Universitario de Áreas Protegidas, de la Reserva de Biosfera Maya, considerada entre las áreas de mayor diversidad a nivel Mesoamericano. También presenta relación con el Instituto Nacional de Bosques debido al manejo de semillas de árboles que se realizará, puesto que los resultados se pondrán a disposición de las entidades que deseen utilizarlos para fines científicos. En el caso del Inab para certificación de semillas promisorias para restauración ecológica y recuperación de bosques en la RBM.

Se vincula directamente con el Centro de Estudios Conservacionistas (Cecon) ya que sus semillas se encuentran depositadas en el *Index seminum* del Jardín Botánico. Además, presenta vinculación con el Consejo Nacional de Áreas Protegidas por su compromiso en el desarrollo de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y su Plan de Acción, en donde tienen como uno de los objetivos la restauración de diversidad y servicios ecosistémicos. Finalmente, este proyecto está vinculado directamente con los miembros de la mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala y la Enrpf.

13. Resultados

13.1 Área de estudio

Se obtuvieron datos de especies provenientes de 13 sitios de colecta en la Reserva de Biósfera Maya ubicada en el departamento de Petén, Guatemala (Fig.1 y Fig.2). Las muestras documentadas proveniene de distintos proyectos de investigación y forman parte de la carpoteca del *Index Seminum*.

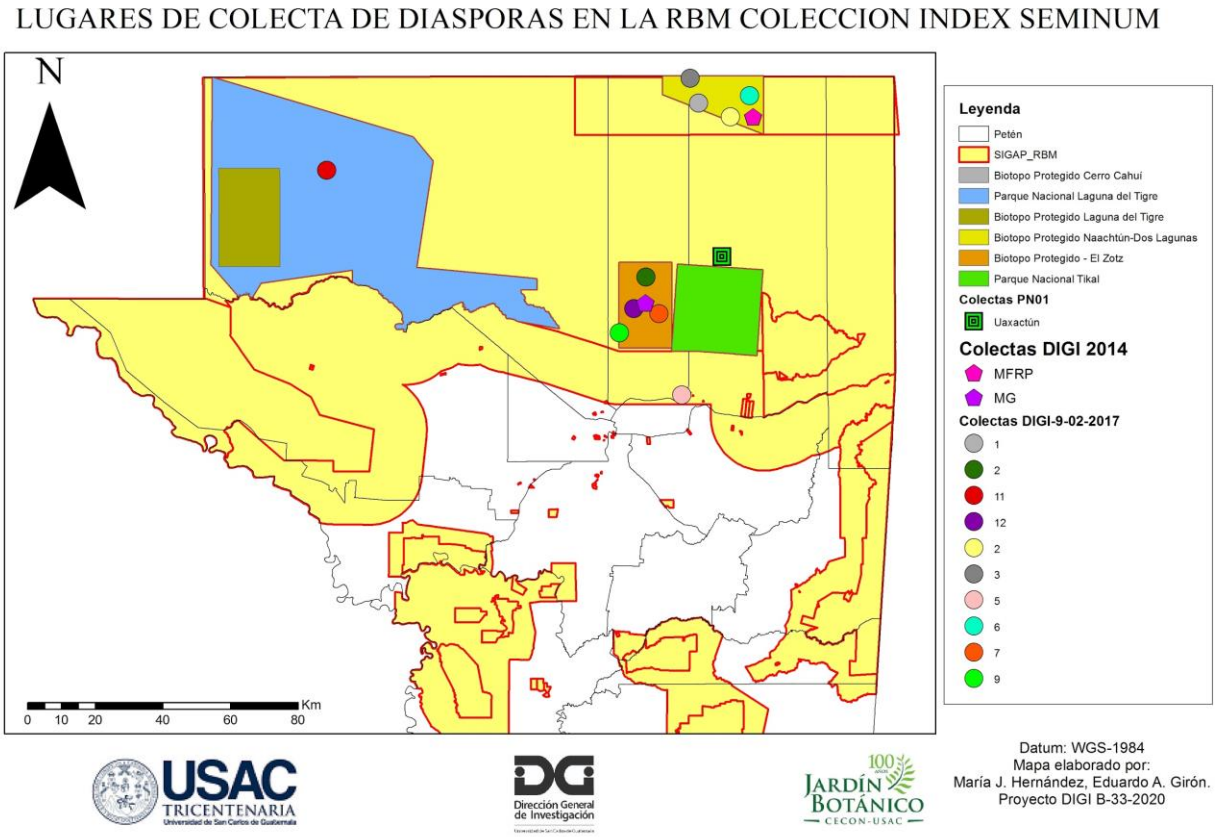


Figura 1. Mapa de los lugares donde se han llevado a cabo colectas de diásporas dentro de la RBM.

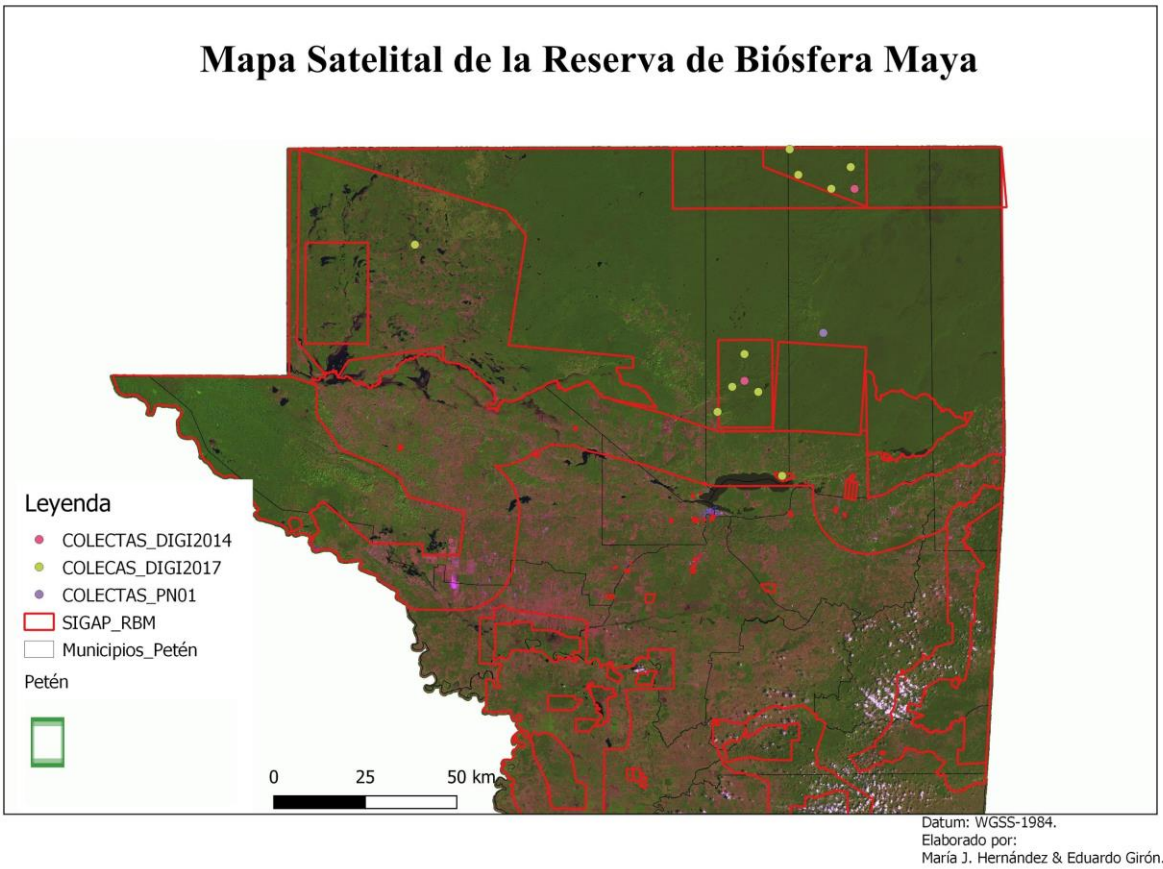


Figura 2. Mapa satelital que muestra el estado de la vegetación en la RBM de los lugares donde se han llevado a cabo colectas de diásporas dentro de la RBM.

13.2 Espectro de dispersión de diásporas en la RBM

Se documentaron las características morfológicas de 158 muestras de diásporas colectadas en 13 sitios de la RBM, las cuales se encuentran depositadas en la carpoteca del Jardín Botánico (cuadro no. 1). Con base en características carpológicas de cada muestra y revisión de literatura de cada especie se identificó el síndrome de dispersión de cada diáspora. Se identificaron cuatro síndromes de dispersión en 101 especies (cuadro no. 2).

Cuadro no. 1 principales características morfológicas de diásporas de distintos sitios en la RBM

Código	Especie	Largo (mm)	Ancho (mm)	grosor (mm)	Peso (g)	Apéndices	Color	Textura	Tipo de diáspora
MG 2663	*Casearia corymbosa* Kunth	6,4	5,9	-	-	Ausente	café	rugosa	Fruto
MG 2684	*Clibadium surinamense* L.	2,9	2,3	-	-	Ausente	café	lisa	semilla
MG 2713	*Crossopetalum parviflorum* (Hemsl.) Lundell	9.3	4.9	-	-	Ausente	café	lisa (rugosa cuando seco)	fruto
MG 2661	*Eclipta prostrata* (L.) L.	2,3	0,8	-	-	Ausente	café oscuro	aspera	semilla
MG 2682	*Heliconia spissa* Griggs	8,3	9,2	-	-	Ausente	café	rugosa-aspera	fruto
MG 2707	*Aegiphila monstrosa* Moldenke	4,85	2,725	-	-	Ausente	gris	lisa	semilla
MG 2714	*Struthanthus orbicularis* (Kunth) Eichler	8,3	3,7	-	-	Ausente	café oscuro	rugosa	fruto
MG 2722	*Euphorbia graminea* Jacq.	3,4	4,1	-	-	Ausente	beige	lisa	fruto
MG 2700	*Paullinia cururu* L.	1,4	0,6	-	-	Ausente	negro	rugosa	semilla
MG 2679	*Melanthera nivea* (L.) Small	2	0,9	-	-	Ausente	negro	lisa	semilla
MG 2664	*Chamaedorea seifrizii* Burret	4,4	2,9	-	-	Ausente	cafe	rugosa	fruto
MG 2726	*Heliotropium angiospermum* Murray	3,16	2,56	-	-	Ausente	cafe	lisa	fruto
MG 2677	*Hampea trilobata* Standl.	2,4	2,2	-	-	Ausente	café oscuro	aspera	semilla
MG 2698	*Paspalum virgatum* L.	3,2	1,9	-	-	Ausente	café	lisa	semilla

MG 2728	*Lasiacis sloanei* (Griseb.) Hitchc.	4,23	1,76	-	-	Ausente	beige	lisa	semilla
MG 2697	*Morinda royoc* L.	6,2	4,17	-	-	Ausente	café	lisa	semilla
MG 2704	*Neea amplifolia* Donn.Sm.	4,9	2,9	-	-	Ausente	negro	rugosa	semilla
MFRP 0101	*Metopium brownei* (Jacq.) Urb.	7,63	4,66	-	-	Ausente	café	lisa	semilla
MG 2705	*Tournefortia volubilis* L.	1,7	1,4	-	-	Ausente	café oscuro	rugosa	semilla
C113	*Bucida buceras* L.	6,3	4	-	-	Ausente	café	verrugosa	semilla
C53	*Chamaedorea tepejilote* Liebm.	11.29	5.77	5.62	0.19	Ausente	negro	rugosa	fruto
P Ñunez 44	*Chamaedorea oblongata* Martius	10.94	6.10	5.84	0.25	Ausente	verde/café	rugosa	fruto
P Ñunez 43	*Chamaedorea tepejilote* Liebm.	9.4	12.66	9.63	0.83	Ausente	café	lisa	semilla
MFRP 0081	*Spondias purpurea* L.	27.6	15.0	15.5	1.67	Ausente	verde/café	lisa	fruto
C116	*Spondias mombin* L.	22.08	8.02	7.55	0.37	Ausente	café	lisa	fruto
C30	*MosanNona depressa* (Baill.) Chatrou	14.44	3.94	3.978	0.024	Presente	café	aspera	fruto
C117	*Gaussia maya* (O.F.Cook) H.J.Quero & Read	13.19	10.46	10.21	0.51	Ausente	café	aspera	semilla
C122	*Attalea cohune* Mart.	41.6	24.5	25.7	11.91	Ausente	café	lisa	fruto
MFRP 0089	*Thevetia ahouai* (L.) A.DC.	21.27	15.05	7.9	0.45	Ausente	beige	aspera	semilla
C131	*Pouteria sp.*	12.12	7.08	7.52	0.26	Ausente	café	lisa	semilla
C132	*Paulinia sp.*	23.49	10.29	9.39	0.18	si (restos del ovario)	rojizo	lisa	fruto
C112/MJH155	*Sapindus saponaria* L.	11.52	11.11	11.01	0.41	Ausente	café	lisa	fruto

C35	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen	12.3	9.5	9.7	0.16	Ausente	café	lisa	semilla
MG 2663	*Casearia corymbosa* Kunth	8.64	5.22	5.38	0.066	Ausente	café	lisa	fruto
C125	*Paterna*	18.63	14.31	3.89	-	Ausente	Café	lisa	Fruto/segmento de legumbre
C133	*Cucurbitaceae*	8.69	4.92	1.39	-	Ausente	beige	rugosa	semilla
C54	*DescoNocida*	6.66	5.98	5.76	0.045	Ausente	café	rugosa	semilla
CR44	*Crossopetalum parviflorum* (Hemsl.) Lundell	8.5	5.2	4.5	0.07	Ausente	café	rugosa	fruto
C50	*DescoNocida*	12.58	9.99	9.87	0.47	Ausente	café	irregular estriada	fruto
MG 2716	*Smilax mollis* Humb. & Bonpl. ex Willd.	4.03	3.53	3.53	0.036	Ausente	corinto	rugosa	Semilla
C111	*Nance de gallina*	10.17	7.20	7.21	0.17	Ausente	café	Globoso	fruto
C48	*Trichilia sp.*	7.15	5.26	5.13	0.067	Ausente	café	Periforme	fruto
P. Nuñez 47	*Aff. Ocotea*	16.54	7.1	7.74	0.25	Ausente	café	lisa	Semilla
P. Nuñez 5	*Coccoloba sp.*	12.49	9.87	10.21	0.32	Ausente	café	rugosa	fruto
P. Nuñez 20	*Bourreria mollis Standl.*	8.00	8.84	8.86	0.17	Ausente	café	rugosa	fruto
P. Nuñez 6	*Desmoncus orthacanthos* Mart.	16.78	14.96	15.02	1.41	Ausente	café	aspera	semilla
P. Nuñez 65	*Simarouba amara Aubl.*	17.89	10.34	8.86	0.58	Ausente	café	aspera	frutos
P. Nuñez 52	*Chamaedorea elegans Martius*	8.38	6.085	6.085	0.11	Ausente	negro	liso	fruto
P. Nuñez 3	*Vitex gaumeri* Greenm.	20.66	18.18	18.5	0.94	Ausente	cafe	aspera	fruto
P. Nuñez 11	*Clusia sp.*	9.17	5.56	5.34	0.047	Ausente	Café	Aterciopelada	Semilla

P. Nuñez 24	*Spondias sp.*	29.74	12.48	12.48	1.24	Ausente	negro	aspera	semilla
P. Nuñez 17	*Dalbergia sp.*	10.76	4.23	3.23	0.070	Elaiosoma	café rojizo	lisa	Semilla
P. Núñez 28	*Swartzia myrtifolia* var. standleyi (Britton & Rose) Cowan	5.92	4.36	1.91	0.029	Ausente	Rojo	lisa	Semilla
P. Núñez 34	*DescoNocida*	9.76	5.91	5.46	0.12	Ausente	café	irregular estriada	Semilla
P. Núñez 4	*Bunchosia sp.*	6.60	6.76	6.78	0.17	Ausente	café	irregular	Semilla
P. Núñez 44	*Chamaedorea oblongata* Martius	7.99	4.72	4.57	0.12	Ausente	gris	estriada	Semilla
P. Núñez 33	*Quararibea sp.*	17.53	11.18	6.80	0.72	Ausente	café	irregular	Semilla
P. Núñez 39	*Licaria sp.*	6.77	5.48	5.36	0.092	Ausente	café	lisa	Semilla
P. Núñez 2	*Pouteria amygdalina* (Standl.) Baehni	18.72	12.41	11.92	1.38	Ausente	café	lisa	Semilla
P. Núñez 22	*Eugenia sp.*	5.17	5.32	5.24	0.091	Ausente	café	rugosa	Semilla
P. Núñez 66	*Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl.	11.87	8.55	6.053	0.104	Ausente	Beige	rugosa	Semilla
P. Núñez 14	*Guettarda combsii* Urb.	8.14	8.24	7.67	0.27	Ausente	Beige	rugosa	Semilla
P. Núñez 21	*Hamelia sp.*	6.40	4.14	4.30	0.021	Ausente	café	aspera	Frutos
P. Nuñez 32	*Trichillia sp.*	6.86	5.425	1.75	0.035	Ausente	corinto	lisa	semilla
P. Nuñez 55	*Sabal sp.*	5.1	6.61	6.62	0.16	Ausente	negro	lisa	fruto
P. Nuñez 12	*Mollinedia viridiflora* Tul.	11.86	10.97	4.28	0.211	Ausente	beige/café	aspera	semilla
P. Núñez 18	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	3.64	4.08	4.13	0.018	Ausente	café	lisa	fruto
P. Núñez 54	*Allophyllus comina* (L.) Swartz	5.22	3.67	3.72	0.013	Ausente	café	rugosa	fruto
P. Núñez 62	*Paullinia tomentosa* Jacq.	5.14	4.96	4.41	0.037	Ausente	café	lisa	semilla

C02	*Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm.	9.20	5.89	0.81	0.026	Presente	café	rugosa	semilla
PAET 30	*Machaerium sp.*	11.25	6.83	2.69	0.089	Presente	marrón	rugosa	semilla
P. Nuñez 57	*Chrysophylum mexicanum* Brandegee ex Standl.	12.54	6.16	7	0.18	Ausente	café	lisa	semilla
P. Nuñez 51	*Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R.J.Evans	10.34	8.84	8.58	0.52	Ausente	beige/café	rugosa	semilla
P. Nuñez 43	*Chamaedorea tepejilote* Liebm.	7.94	10.64	8.08	0.49	Ausente	marrón	lisa	semilla
C01	*Manilkara zapota (L.)* P. Royen	20.55	12.88	5.89	0.58	Ausente	café	lisa	Semilla
C01	*Manilkara zapota (L.)* P. Royen	19.67	11.54	5.97	0.45	Ausente		lisa	Semilla
C02	*Simira salvadorensis (Standl.)* Steyerm.	44173	9.20	1.00	<0.1	Presente (ala)		lisa	Semilla
C02	*Simira salvadorensis (Standl.)* Steyerm.	9.53	9.17	0.80	<0.1	Presente (ala)		lisa	Semilla
C04	*Lonchocarpus guatemalensis* Benth	19.50	4.88	10.98	<0.1	Ausente		rugosa	Semilla
C07	*Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm.	10.20	3.85	3.93	<0.1	Ausente		irregular estriada	Semilla
C08	*Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg.	16.86	11.47	1.17	<0.1	Presente (ala)		lisa	Semilla
C10	*Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl.	11.25	8.2	44141	0.19	Ausente		rugosa	Semilla
C11	*Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand	4.87	3.36	44168	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C11	*Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand	5.15	3.77	3.81	<0.1	Ausente		lisa	Semilla

C16	*Ipomoea sp.*	11.94	7.27	5.32	0.20	Presente (Pubescencia)		peluda	Semilla
C19	*Hirtella americana* L.	17.38	10.51	7.88	0.31	Ausente		porosa	Semilla
C20	*Piper neesianum* C. DC.	2.59	1.73	1.73	<0.1	Ausente		irregular estriado	Semilla
C23	*Brosimum alicastrum* Sw.	11.48	43843	11.75	0.74	Ausente		lisa	Semilla
C23	*Brosimum alicastrum* Sw.	12.59	15.67	15.14	1.77	Ausente		lisa	Semilla
C24	*Ximenia americana L.*	13.98	43929	5.60	0.40	Ausente	corinto	rugosa	Semilla
C24	*Ximenia americana L.*	12.55	44141	4.40	0.23	Ausente	corinto	rugosa	Semilla
C24	*Ximenia americana L.*	13.74	7.56	4.51	0.29	Ausente	corinto	rugosa	Semilla
C27	*Pouteria sp.*	9.26	4.92	4.40	<0.1	Ausente		rugosa	Semilla
C28	*Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R. Evans	8.36	8.32	8.46	0.37	Ausente		irregular estriada	Semilla
C29	*Clusia rosea* Jacq.	44139	3.32	2.93	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C32	*Hirtella americana* L.	15.76	11.41	8.22	0.58	Ausente		porosa	Semilla
C33	*Parmentiera aculeata (Kunth) Seem.*	3.67	3.00	5.00	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C37	*Cupania glabra Sw.*	5.15	5.16	4.17	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C37	*Cupania glabra Sw.*	6.20	44079	4.93	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C39	*Blomia prisca* (Standl.) Lundell	43904	6.27	9.37	0.40	Ausente		rugosa	Semilla
C40	*Swartzia cubensis* (Britt. & Wils.) Standl.	16.93	8.66	7.56	0.60	Ausente		irregular estriada	Semilla
C42	*Adelphia hiraea* (Gaertn.) W.R. Anderson	44112	4.33	5.52	<0.1	Presente (ala)		irregular estriada	Semilla
C44	*Piscidia piscipula (L.) Sarg.*	44109	2.20	3.17	<0.1	Ausente		lisa	Semilla

C51	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	18.97	12.77	12.83	1.30	Ausente		lisa	Semilla
C51	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	15.17	7.63	9.47	0.13	Ausente		lisa	Semilla
C53	*Chamaedorea tepejilote Liebm.*	7.54	4.88	4.82	0.14	Ausente		estriada	Semilla
C56	*Pleradenophora longicuspis (Standl.) Esser*	44047	3.64	3.62	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C60	*Talisia floresii* Standl.	16.87	14.83	14.90	43891	Ausente		lisa	Semilla
C73	*Pseudolmedia glabrata (Liebm.) C.C.Berg*	7.37	8.17	7.77	0.33	Ausente		lisa	Semilla
C74	*Pouteria reticulata (Engl.) Eyma*	17.62	11.20	11.38	0.38	Ausente		lisa	Semilla
C76	*Quararibea funebris (La Llave) Vischer*	3.43	1.73	1.70	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C78	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	44172	6.30	4.42	0.07	Ausente		lisa	Semilla
C78	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	8.68	6.36	4.28	0.04	Ausente		lisa	Semilla
C109	*Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.*	4.99	3.44	2.50	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C110	*Brosimum costaricanum Liebm.*	8.70	9.43	7.30	0.30	Ausente		lisa	Semilla
C110	*Brosimum costaricanum Liebm.*	7.84	10.00	9.44	0.42	Ausente		lisa	Semilla
C113	*Bucida buceras* L.	6.26	4.00	3.96	0.01	Ausente		verrugosa	Semilla
C113	*Bucida buceras L.*	5.44	3.46	2.62	0.01	Ausente		verrugosa	Semilla
C115	*Pseudabutilon ellipticum (Schltdl.) Fryxell*	2.00	2.30	43983	<0.1	Ausente		porosa	Semilla

C117	*Gaussia maya (O.F. Cook) H. J. Quero & Read*	19.40	13.26	13.36	1.40	Ausente		rugosa	Semilla
C119	*Pouteria campechiana (Kunth) Baehni*	13.82	8.57	8.26	0.39	Ausente		lisa	Semilla
C129	*Acanthus sp.*	3.62	3.22	1.84	<0.1	Ausente		irregular estriada	Semilla
C130	*Cleome sp.*	02.01	43863	1.66	<0.1	Ausente		lisa	Semilla
C131	*Petiveria sp.*	5.34	1.15	0.93	<0.1	Presente		lisa	Semilla
C04	*Lonchocarpus guatemalensis Benth*	58.4	8.4	43993	<0.1	Ausente		liso	Fruto
C10	*Protium copal (Schltdl. & Cham.) Engl.*	18.3	13.8	43903		Ausente		rugoso	Fruto
C13	*Pouteria sp.*	6.0	4.5	43955	<0.1	Ausente		liso	Fruto
C14	*Sapindus saponaria* L.	16.0	14.8	14.4	43831	Ausente		rugoso	Fruto
C14	*Sapindus saponaria* L.	14.0	12.0	43901	0.5	Ausente		rugoso	Fruto
C18	*Metopium brownei (Jacq.) Urb.*	10.6	6.2	44078	<0.1	Ausente		rugoso	Fruto
C30	*MosanNona depressa (Baill.) Chatrou*	5.7	4.1	43894	<0.1	Ausente		rugoso	Fruto
C39	*Blomia prisca (Standl.) Lundell*	14.4	43900	11.0	0.5	Ausente		liso	Fruto
C44	*Piscidia piscipula (L.) Sarg.*	36.5	33.8	0.0	0.3	Presente (Ala)		liso	Fruto
C51	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	43913	16.0	16.6	43952	Ausente		liso	Fruto
C51	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	43916	15.0	43845	0.8	Ausente		liso	Fruto
C53	*Chamaedorea tepejilote Liebm.*	11.6	6.2	43836	0.2	Ausente		irregular estriado	Fruto

C55	*Guazuma ulmifolia Lam.*	21.9	18.1	17.9	43891	Presente (Espinas o proyecciones verrugosas)		Verrugosa	Fruto
C56	*PleradeNophora longicuspis (Standl.) Esser*	8.7	44084	11.0	0.1	Ausente		liso	Fruto
C60	*Talisia floresii Standl.*	19.7	16.4	16.4	43922	Ausente		rugoso	Fruto
C63	*Alseis yucatanensis Standl.*	12.8	2.2	43952	<0.1	Ausente		liso	Fruto
C73	*Pseudolmedia glabrata (Liebm.) C.C.Berg*	11.3	8.3	43869	0.4	Ausente		irregular estriado	Fruto
C75	*Cordia dodecandra A.DC.*	28.3	16.9	16.6	43833	Ausente		rugoso	Fruto
C76	*Quararibea funebris (La Llave) Vischer*	8.1	3.3	44015	<0.1	Ausente		rugoso	Fruto
C78	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	11.0	8.6	43959	0.2	Ausente		liso	Fruto
C78	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	11.5	7.8	44019	0.1	Ausente		liso	Fruto
C79	*Guettarda combsii Urb.*	6.9	8.1	43989	0.1	Ausente		irregular estriado	Fruto
C104	*Vitex gaumeri Greenm.*	15.5	14.8	14.2	43831	Ausente		verrugoso	Fruto
C104	*Vitex gaumeri Greenm.*	15.2	11.7	43962	0.7	Ausente		verrugoso	Fruto
C104	*Vitex gaumeri Greenm.*	43933	12.0	43842	0.6	Ausente		verrugoso	Fruto
C109	*Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.*	19.4	16.8	16.9	43952	Ausente		verrugoso	Fruto
C110	*Brosimum costaricanum Liebm.*	11.9	12.5	43932	0.5	Ausente		verrugoso	Fruto
C110	*Brosimum costaricanum Liebm.*	15.8	15.2	44086	0.6	Ausente		verrugoso	Fruto
C115	*Pseudabutilon ellipticum (Schltdl.) Fryxell*	8.6	3.7	43863	<0.1	Ausente		liso	Fruto

C116	*Spondias mombin L.*	26.9	13.3	43840	0.4	Ausente		liso	Fruto
C119	*Pouteria campechiana (Kunth) Baehni*	16.8	11.3	44022	0.7	Ausente		rugoso	Fruto
C128	*DescoNocida*	10.0	6.0	43955	0.1	Ausente		verrugoso	Frutos
C129	*Acanthus sp.*	11.1	4.9	44015	<0.1	Ausente		liso	Frutos
C130	*Cleome sp.*	77.0	4.5	43923	<0.1	Ausente		estriado	Fruto

Cuadro no. 2 síndrome de dispersión de diásporas de la RBM

Localidad	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**	**Tipo de diáspora**	**Síndrome de dispersión**
Biotopo Dos Lagunas	Acanthaceae	*Acanthus*	*Acanthus sp.*		Semilla	autocoría
Biotopo Dos Lagunas	Acanthaceae	*Acanthus*	*Acanthus sp.*		fruto	autocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas	Anacardiaceae	*Metopium*	*Metopium brownei (Jacq.) Urb.*	Chechén negro	semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas	Anacardiaceae	*Spondias*	*Spondias purpurea L.*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San Andrés, Parque Nacional Laguna del Tigre	Anacardiaceae	*Spondias*	*Spondias mombin L.*	Jocote jobo	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Anacardiaceae	*Spondias*	*Spondias sp.*	Jocote de mico	semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas, camino mirador Elvis	Anacardiaceae	*Metopium*	*Metopium brownei (Jacq.) Urb.*	Chechén negro	Fruto	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Anacardiaceae	*Spondias*	*Spondias mombin L.*	Jocote jobo	Fruto	zoocoría

Guatemala, Petén, San José, Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, El Palmar	Annonaceae	*Mosannona*	*Mosannona depressa (Baill.) Chatrou*	Yaya	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, El Guacute	Annonaceae	*Desconocido*	*Desconocida*	*Molinillo*	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, El Palmar	Annonaceae	*Mosannona*	*Mosannona depressa (Baill.) Chatrou*	Yaya	Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas	Apocynaceae	*Thevetia*	*Thevetia ahouai (L.) A.DC.*		semilla	zoocoría, barocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Apocynaceae	*Tabernaemontana*	*Tabernaemontana donnell-smithii Rose ex J.D.Sm.*	Cojón de caballo	Semilla	zoocoría, barocoría
Biotopo El Zotz	Apocynaceae	*Aspidosperma*	*Aspidosperma megalocarpon Müll. Arg.*	Malerio	Semilla	anemocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Araliaceae	*Dendropanax*	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.*	Mano de león	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea seifrizii Burret*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea tepejilote Liebm.*	Pacaya	fruto	autocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea oblongata Martius*	Jade	fruto	autocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea tepejilote Liebm.*	Ternera	semilla	autocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún	Arecaceae	*Gaussia*	*Gaussia maya (O.F.Cook) H.J.Quero & Read*	Ternera	semilla	zoocoría

Dos Lagunas, Cruce Los Lagartos						
Guatemala, Petén, San Andrés, Parque Nacional Laguna del Tigre, El Perú	Arecaceae	*Attalea*	*Attalea cohune Mart.*	Corozo	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas, Los Monifatos	Arecaceae	*Desconocido*	*Desconocida*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Desmoncus*	*Desmoncus orthacanthos Mart.*	Bayal	semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea elegans Martius*	Xate hembra	fruto	zoocoría, barocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea oblongata Martius*	Jade	Semilla	zoocoría, barocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Sabal*	*Sabal sp.*	Botán	fruto	barocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Cryosophila*	*Cryosophila stauracantha (Heynh.) R.J.Evans*	Escobo	semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea tepejilote Liebm.*	Ternera	semilla	barocoría
Biotopo Dos Lagunas	Arecaceae	*Cryosophila*	*Cryosophila stauracantha (Heynh.) R. Evans*	Escobo	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea tepejilote Liebm.*	Pacaya	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Peñón de los murciélagos	Arecaceae	*Gaussia*	*Gaussia maya (O.F. Cook) H. J. Quero & Read*	Ternera	Semilla	zoocoría

Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Arecaceae	*Chamaedorea*	*Chamaedorea tepejilote Liebm.*	Pacaya	Fruto	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Bignoniaceae	*Parmentiera*	*Parmentiera aculeata (Kunth) Seem.*	Cuajilote	Semilla	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre, El Perú	Boraginaceae	*Cordia*	*Cordia dodecandra DC.*	Cericote	Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Boraginaceae	*Heliotropium*	*Heliotropium angiospermum Murray*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Boraginaceae	*Tournefortia*	*Tournefortia volubilis L.*		semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Boraginaceae	*Bourreria*	*Bourreria mollis Standl.*	Roble	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Burseraceae	*Protium*	*Protium copal (Schltdl. & Cham.) Engl.*	copal	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas, Poza Maya	Burseraceae	*Protium*	*Protium copal (Schltdl. & Cham.) Engl.*	Copal	Semilla	zoocoría, barocoría
Biotopo Dos Lagunas	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chacaj	Semilla	zoocoría, barocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chacaj	Semilla	zoocoría, barocoría
Biotopo Dos Lagunas, Poza Maya	Burseraceae	*Protium*	*Protium copal (Schltdl. & Cham.) Engl.*	Copal	Fruto	zoocoría, barocoría
Biotopo Dos Lagunas	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chacaj	Fruto	zoocoría, autocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Burseraceae	*Bursera*	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chacaj	Fruto	zoocoría, autocoría

Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Celastraceae	*Crossopetalum*	*Crossopetalum parviflorum (Hemsl.) Lundell*		fruto	anemocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Celastraceae	*Crossopetalum*	*Crossopetalum parviflorum (Hemsl.) Lundell*		fruto	anemocoría
Biotopo Dos Lagunas	Chrysobalanaceae	*Hirtella*	*Hirtella americana L.*	Aceituno	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Chrysobalanaceae	*Hirtella*	*Hirtella americana L.*	Aceituno	Semilla	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Cleomaceae	*Cleome*	*Cleome sp.*		Semilla	autocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Cleomaceae	*Cleome*	*Cleome sp.*		Fruto	autocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Clusiaceae	*Clusia*	*Clusia sp.*		Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Clusiaceae	*Clusia*	*Clusia rosea Jacq.*	Matapalo hoja ancha	Semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San Andrés, Parque Nacional Laguna del Tigre, El Perú	Combretaceae	*Bucida*	*Bucida buceras L.*	Pucté	semilla	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Combretaceae	*Bucida*	*Bucida buceras L.*	Pucté	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Combretaceae	*Bucida*	*Bucida buceras L.*	Pucté	Semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Compositae	*Clibadium*	*Clibadium surinamense L.*		semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Compositae	*Eclipta*	*Eclipta prostrata (L.) L.*		semilla	anemocoría

Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Compositae	*Melanthera*	*Melanthera nivea (L.) Small*		semilla	anemocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Convolvulaceae	*Ipomoea*	*Ipomoea sp.*	Campanilla	Semilla	anemocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas	Cucurbitaceae	*Desconocido*	*Cucurbitaceae*		semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas	Desconocida	*Desconocido*	*Desconocida*	*Espina*	semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	*Euphorbia graminea Jacq.*		fruto	autocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Euphorbiaceae	*Pleradenophora*	*Pleradenophora longicuspis (Standl.) Esser*	Chechem blanco	Semilla	autocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Euphorbiaceae	*Pleradenophora*	*Pleradenophora longicuspis (Standl.) Esser*	Chechem blanco	Fruto	autocoría
Guatemala, Petén, San Andrés, Parque Nacional Laguna del Tigre	Fabaceae	*Desconocido*	*Paterna*	Paterna	Fruto	autocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Fabaceae	*Dalbergia*	*Dalbergia sp.*		Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz	Fabaceae	*Swartizia*	*Swartzia cubensis (Britt. & Wils.) Standl.*	Llora sangre	Semilla	zoocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Fabaceae	*Piscidia*	*Piscidia piscipula (L.) Sarg.*	Habín	Semilla	anemocoría
Biotopo Dos Lagunas	Fabaceae	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus guatemalensis Benth*	Palo de gusano	Fruto	anemocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Fabaceae	*Piscidia*	*Piscidia piscipula (L.) Sarg.*	Habín	Fruto	anemocoría

Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Heliconiaceae	*Heliconia*	*Heliconia spissa Griggs*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Lamiaceae	*Aegiphila*	*Aegiphila monstrosa Moldenke*		semilla	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Lamiaceae	*Vitex*	*Vitex gaumeri Greenm.*	Yaxnic	Fruto	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Lamiaceae	*Vitex*	*Vitex gaumeri Greenm.*	Yaxnic	Fruto	zoocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Lamiaceae	*Vitex*	*Vitex gaumeri Greenm.*	Yaxnic	Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Lauraceae	*Ocotea*	*Aff. Ocotea*	Aguacatillo	Semilla	zoocoría
Bejucal	Lauraceae	*Licaria*	*Licaria sp.*	Laurel	Semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Leguminosae	*Swartzia*	*Swartzia myrtifolia var. standleyi (Britton & Rose) Cowan*		Semilla	autocoría
	Leguminosae	*Machaerium*	*Machaerium sp.*		semilla	anemocoría
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas	Leguminosae	*Lonchocarpus*	*Lonchocarpus guatemalensis Benth*	Palo de gusano	Semilla	anemocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Loranthaceae	*Struthantus*	*Struthanthus orbicularis (Kunth) Eichler*		fruto	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Malphigiaceae	*Adelphia*	*Adelphia hiraea (Gaertn.) W.R. Anderson*		Semilla	anemocoría
	Malpighiaceae	*Paulinia*	*Paulinia sp.*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Malpighiaceae	*Bunchosia*	*Bunchosia sp.*	Nance	Semilla	zoocoría

Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Malvaceae	*Hampea*	*Hampea trilobata Standl.*		semilla	zoocoría
camino Union	Malvaceae	*Quararibea*	*Quararibea sp.*		Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas, camino Poza Maya	Malvaceae	*Pseudobombax*	*Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand*	Mapola	Semilla	anemocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Malvaceae	*Pseudobombax*	*Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand*	Mapola	Semilla	anemocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Malvaceae	*Quararibea*	*Quararibea funebris (La Llave) Vischer*	Molinillo	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz	Malvaceae	*Pseudabutilon*	*Pseudabutilon ellipticum (Schltdl.) Fryxell*		Semilla	autocoría
Biotopo Dos Lagunas	Malvaceae	*Guazuma*	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Cahulote	Fruto	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Malvaceae	*Quararibea*	*Quararibea funebris (La Llave) Vischer*	Molinillo	Fruto	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz	Malvaceae	*Pseudabutilon*	*Pseudabutilon ellipticum (Schltdl.) Fryxell*		Fruto	autocoría
Unión	Meliaceae	*Trichillia*	*Trichillia sp.*		semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Monimiaceae	*Mollinedia*	*Mollinedia viridiflora Tul.*		semilla	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Moraceae	*Brosimum*	*Brosimum alicastrum Sw.*	Ramón	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas, Naachtun	Moraceae	*Brosimum*	*Brosimum alicastrum Sw.*	Ramón	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Moraceae	*Pseudolmedia*	*Pseudolmedia glabrata (Liebm.) C.C.Berg*	Manax	Semilla	zoocoría

Biotopo Dos Lagunas, camino Poza Maya	Moraceae	*Ficus*	*Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.*	Amate	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino Cerro del Diablo	Moraceae	*Brosimum*	*Brosimum costaricanum Liebm.*	Ramón colorado	Semilla	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Moraceae	*Brosimum*	*Brosimum costaricanum Liebm.*	Ramón colorado	Semilla	Zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Moraceae	*Pseudolmedia*	*Pseudolmedia glabrata (Liebm.) C.C.Berg*	Manax	Fruto	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas, camino Poza Maya	Moraceae	*Ficus*	*Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.*	Amate	Fruto	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino Cerro del Diablo	Moraceae	*Brosimum*	*Brosimum costaricanum Liebm.*	Ramón colorado	Fruto	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Moraceae	*Brosimum*	*Brosimum costaricanum Liebm.*	Ramón colorado	Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Myrtaceae	*Eugenia*	*Eugenia sp.*	Guayabillo	Semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Nyctaginaceae	*Neea*	*Neea amplifolia Donn.Sm.*		semilla	zoocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Olacaceae	*Ximenia*	*Ximenia americana L.*	Pepenance	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, El Palmar	Olacaceae	*Ximenia*	*Ximenia americana L.*	Pepenance	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Olacaceae	*Ximenia*	*Ximenia americana L.*	Pepenance	Semilla	zoocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Olacaceae	*Desconocido*	*Desconocida*		fruto	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Petiveriaceae	*Petiveria*	*Petiveria sp.*		Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Piperaceae	*Piper*	*Piper neesianum C. DC.*		Semilla	zoocoría

Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Poaceae	*Paspalum*	*Paspalum virgatum L.*		semilla	anemocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Poaceae	*Lasiacis*	*Lasiacis sloanei (Griseb.) Hitchc.*		semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Polygonaceae	*Coccoloba*	*Coccoloba sp.*	Papaturrito	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Rubiaceae	*Morinda*	*Morinda royoc L.*		semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz.	Rubiaceae	*Trichilia*	*Trichilia sp.*	Café de montaña	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Rubiaceae	*Guettarda*	*Guettarda combsii Urb.*	Testap	Semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Rubiaceae	*Hamelia*	*Hamelia sp.*	Chichipín	fruto	zoocoría
	Rubiaceae	*Simira*	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm.*		semilla	anemocoría
Biotopo Dos Lagunas, camino Poza Maya	Rubiaceae	*Simira*	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm.*	Saltemuche	Semilla	anemocoría
Biotopo Cerro Cahuí	Rubiaceae	*Simira*	*Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm.*	Saltemuche	Semilla	anemocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre	Rubiaceae	*Alseis*	*Alseis yucatanensis Standl.*	Dzon	Fruto	anemocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino Cerro del Diablo	Rubiaceae	*Guettarda*	*Guettarda combsii Urb.*	Texpac, taxtop o testap	Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Salicaceae	*Casearia*	*Casearia corymbosa Kunth*		Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Salicaceae	*Casearia*	*Casearia corymbosa Kunth*		fruto	zoocoría

Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Sapindaceae	*Paullinia*	*Paullinia cururu L.*		semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San Andrés, Parque Nacional Laguna del Tigre, El Perú	Sapindaceae	*Sapindus*	*Sapindus saponaria L.*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Sapindaceae	*Allophyllus*	*Allophyllus comina (L.) Swartz*	Chile Chachalaca	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Sapindaceae	*Paullinia*	*Paullinia tomentosa Jacq.*		semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Sapindaceae	*Cupania*	*Cupania glabra Sw.*	Pata de cojolita	Semilla	zoocoría, barocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Sapindaceae	*Cupania*	*Cupania glabra Sw.*	Pata de cojolita	Semilla	zoocoría, barocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Sapindaceae	*Blomia*	*Blomia prisca (Standl.) Lundell*	Dzol	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Sapindaceae	*Talisia*	*Talisia floresii Standl.*	Coloc	Semilla	zoocoría
Parque Nacional Laguna del Tigre, El Perú	Sapindaceae	*Sapindus*	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	Fruto	zoocoría, barocoría
Biotopo Dos Lagunas, El Tintal	Sapindaceae	*Sapindus*	*Sapindus saponaria L.*	Jaboncillo	Fruto	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Sapindaceae	*Blomia*	*Blomia prisca (Standl.) Lundell*	Dzol	Fruto	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Sapindaceae	*Talisia*	*Talisia floresii Standl.*	Coloc	Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo San Miguel La	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria sp.*		semilla	zoocoría

Palotada, El Zotz, Camino al Peñón de los murciélagos						
Guatemala, Petén, Flores, Bitopo Protegido Naactún Dos Lagunas, Poza Maya	Sapotaceae	*Manilkara*	*Manilkara zapota (L.) P.Royen*	Zapotillo	semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	Silillon	Semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Sapotaceae	*Crysophylum*	*Chrysophylum mexicanum Brandegee ex Standl.*	Siquilla	semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Sapotaceae	*Manilkara*	*Manilkara zapota (L.) P. Royen*	Chico zapote	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas, camino Poza Maya	Sapotaceae	*Manilkara*	*Manilkara zapota (L.) P. Royen*	Chico zapote	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria sp.*	Zapotillo	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	Silillón	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	Silillón	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, camino Cerro del Diablo	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria reticulata (Engl.) Eyma*	Zapotillo hoja ancha	Semilla	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria campechiana (Kunth) Baehni*	Zapotillo hoja fina	Semilla	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas, camino Poza Maya	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria sp.*	Zapotillo colorado	Fruto	zoocoría

Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz, Camino al Bejucal	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	Silillón	Fruto	zoocoría
Biotopo Dos Lagunas	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria amygdalina (Standl.) Baehni*	Silillón	Fruto	zoocoría
Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz	Sapotaceae	*Pouteria*	*Pouteria campechiana (Kunth) Baehni*	Zapotillo hoja fina	Fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Simaroubaceae	*Simarouba*	*Simarouba amara Aubl.*	Aceituno	fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, San José, Biotopo el Zotz	Smilacaceae	*Smilax*	*Smilax mollis Humb. & Bonpl. ex Willd.*		Semilla	zoocoría
Guatemala, Petén, San Andrés, Parque Nacional Laguna del Tigre, El Perú	Solanaceae	*Desconocido*	*Nance de gallina*		fruto	zoocoría
Guatemala, Petén, Uaxactún	Verbenaceae	*Vitex*	*Vitex gaumeri Greenm.*	Yaxnic	fruto	zoocoría

Cuadro no. 3 espectro de dispersión de diásporas de la RBM

Síndrome de dispersión	No. muestras	Proporción de cada síndrome
Zoocoría	86	66.7%
Anemocoría	15	11.6%
Zoocoría, Barocoría	13	10%
Autocoría	12	9.3%
Zoocoría,Autocoría	2	1.6%
Barocoría	1	0.8%
Total:	129	100%

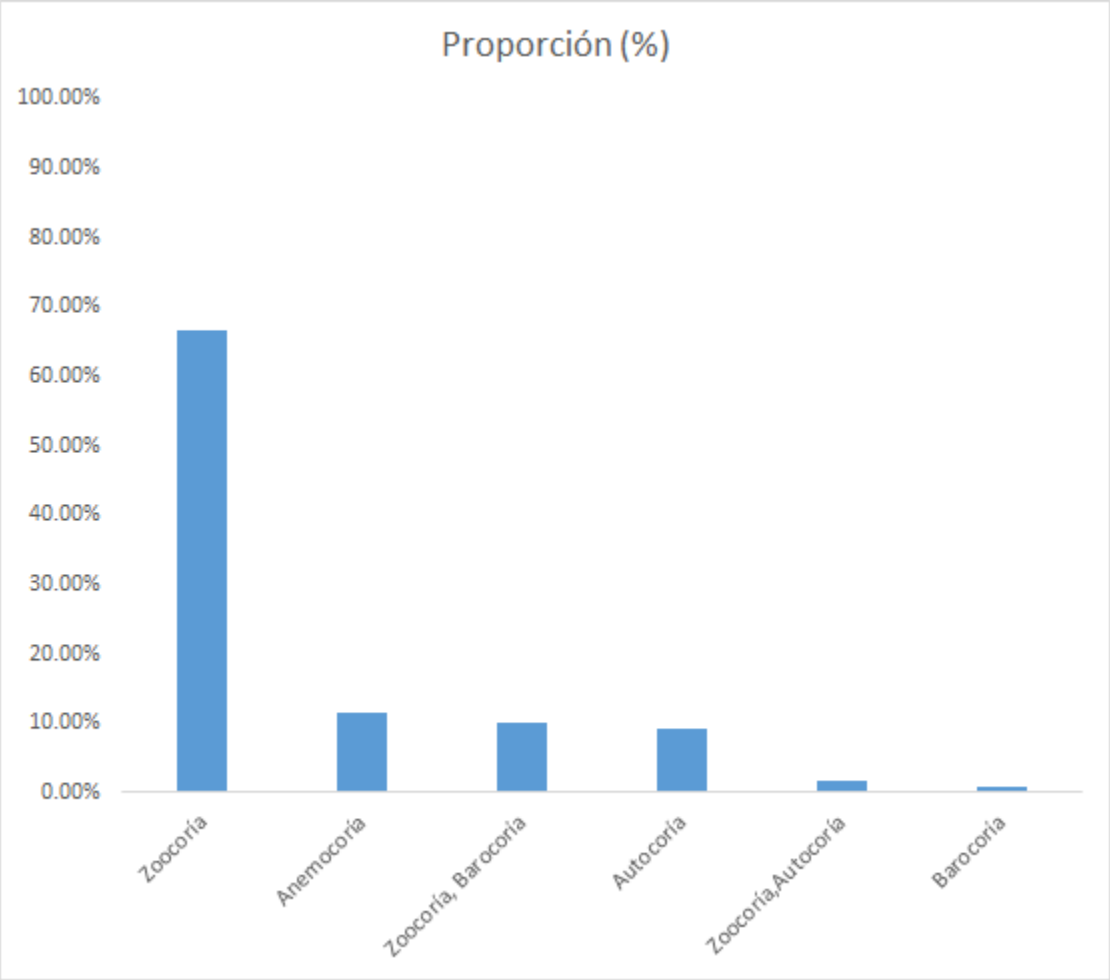


Figura No. 3: Proporciones de los distintos síndromes que componen el espectro de dispersión en la RBM.

13.3 Índice de importancia ecológica

El índice de importancia ecológica o índice de importancia de Cottam es un indicador de la importancia ecológica de cada especie de árbol en una comunidad. Las principales características estructurales de la vegetación que se utilizan para la estimación de este índice son: frecuencia, área basal y densidad de las especies, esto como una medida indirecta del indicador de importancia ecológica.

Para la estimación del índice de importancia de Cottam se pueden utilizar métodos donde se requieren parcelas de muestreo y métodos que no requieren parcelas de muestreo. Los parámetros o variables que se utilizan para construir los índices de importancia de Cottam son varios y están sujetos a la naturaleza del estudio, los principales son:

a) Densidad relativa por especie b) Cobertura relativa por especie (si son hierbas o arbustos); c) Área basal por especie (cuando son árboles); y d) Frecuencia (para todas las asociaciones vegetales). Cualquiera de estas variables puede ser interpretada como "valor de importancia", y esto depende de cuales variables considera el investigador que son de utilidad para ciertos grupos, especies o comunidad vegetal.

En estudios de descripción cuantitativa de comunidades vegetales los resultados comúnmente son presentados utilizando el valor de Curtis (1959), el cual se define como "…la sumatoria de la densidad relativa, frecuencia relativa, y dominancia relativa (densidad). Esta sumatoria de valores relativos de variables puede convertirse en un porcentaje de importancia al dividir el valor de importancia en tres (Risser & Rice, 1971).

I.I = Fr + Cor + Dr (si son arbustos hierbas), ó I.I = Fr + ABr + Dr (si son árboles)

I.I = Índice de Importancia de Cottam

Fr = Frecuencia relativa en porcentaje (para árboles, arbustos y hierbas)

Cor= Cobertura relativa en porcentaje (para arbustos y hierbas)

Dr= Densidad relativa en porcentaje (para árboles, arbustos y hierbas)

ABr= Área basal relativa en porcentaje (solamente árboles)

Valor max. I.I = 300%

Valor max. Fr = 100%

Valor max. Dr =100%

Valor max. Cor=100%

Valor max. ABr= 100%

Para la toma de datos de características estructurales de la vegetación se recomienda utilizar parcelas de 50 m de largo por 20 m de ancho. Como mínimo se deben utilizar tres parcelas para obtener una mejor aproximación en la estimación del índice. De forma sistemática se procede a mesurar cada uno de los individuos presentes en la parcela. Para el estrato arbóreo se deben tomar en cuenta sólo los individuos con diámetro a la altura del pecho mayor a 10cm, para los estratos arbustivo y herbáceo se utilizan parcelas anidadas. Todos los datos de campo se deben anotar en una boleta que contenga las características de la parcela y datos generales del lugar.

Construir una matriz de datos con la densidad, área basal, altura y cobertura de cada especie en todas las parcelas como se muestra en el siguiente ejemplo:

No.	Especies	Familia	Densidad						Area basal (m2)						Altura media (m)						Cobertura (m2)					
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	*Casearia corymbosa* Kunth	Salicaceae																								
2	*Metopium brownei* (Jacq.) Urb.	Anacardiaceae																								
3	*Bucida buceras* L.	Combretaceae																								
4	*Spondias mombin* L.	Anacardiaceae																								
5	*Spondias purpurea* L.	Anacardiaceae																								
6	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou	Annonaceae																								
7	*Thevetia ahouai* (L.) A.DC.	Apocynaceae																								
8	*Sapindus saponaria* L.	Sapindaceae																								
9	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen	Sapotaceae																								
10	*Vitex gaumeri* Greenm.	Verbenaceae																								

Una vez tabulados todos los datos en la matriz anterior se debe realizar la sumatoria de todas las parcelas para obtener la frecuencia relativa, densidad relativa y área basal relativa como se muestra a continuación.

Especie	INDICE DE IMPORTANCIA			
	Frecuencia Relativa FR	Densidad Relativa DR	Area Basal Relativa ABr	Indice de Importancia II
Casearia corymbosa Kunth	100	100	100	300
Metopium brownei (Jacq.) Urb.				
Bucida buceras L.				
Spondias mombin L.				
Spondias purpurea L.				
Mosannona depressa (Baill.) Chatrou				
Thevetia ahouai (L.) A.DC.				
Sapindus saponaria L.				
Manilkara zapota (L.) P.Royen				
Vitex gaumeri Greenm.				

13.4 Colección de referencia de frutos y semillas del *Index Seminum*

Se realizó una revisión de la colección de referencia de frutos y semillas de *Index Seminum* con lo cual fue posible identificar los vacíos de información debido principalmente a la falta de colectas en un período comprendidos entre los años 2000 a 2019.

Figura 4. Número de colectas realizadas por año registradas en la colección del *Index Seminum*.

14. Análisis y discusión de resultados

14.1 Espectro de dispersión de diásporas de la RBM

Se documentaron 158 muestras de diásporas provenientes de 13 localidades en la RBM depositadas en la carpoteca del Index Seminum del Jardín Botánico. Los especímenes corresponden a 101 especies pertenecientes a 45 familias botánicas. Los biotopos Naachtún-Dos Lagunas y San Miguel La Palotada El Zotz fueron los sitios con mayor cantidad de muestras registradas. Todas las especies documentadas fueron categorizadas según su síndrome de dispersión (cuadro no. 2). El síndrome de dispersión dominante en todos los sitios fue zoocoría (dispersión por animales, n=86), seguido por anemocoría (dispersión por viento, n=15) y por la combinación de zoocoría con barocoría (por animales y por caracteres que le otorgan a la diáspora propiedades balísticas n=13). El síndrome con menor proporción fue barocoría (n=1), en el cual la planta dispersa de forma pasiva sus diásporas las cuales caen por acción de la gravedad al alcanzar la maduración.

En algunas especies como *Bursera simaruba* (L.) Sarg. se documentaron dos síndromes de dispersión. Los frutos de esta especie son cápsulas dehiscentes, las cuales al abrirse dejan caer las semillas por sí solas (autocoría) y por otro lado, los frutos también son removidos directamente de las ramas por aves principalmente (zoocoría). Los frutos de algunas especies como *Thevetia ahouai* (L.) A.DC. y *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm. son removidos por aves directamente del árbol y también caen por acción de la gravedad al madurar. Esta combinación de síndromes como principal mecanismo de dispersión sólo se documentó en 15 muestras, las cuales corresponden a 8 especies.

Se documentó que en la RBM el patrón dominante de dispersión de diásporas está asociado a medios bióticos como mecanismo de dispersión (zoocoría). La frugivoría es uno de los principales hábitos alimenticios en animales de bosques tropicales (Howe, 2016). Los principales agentes dispersores en estos bosques son vertebrados voladores (aves y murciélagos). La defaunación (remoción de animales dispersores de semillas) contrae serias implicaciones ecológicas. Según Meli (2003) la llegada de propágulos –como frutos y semillas- en áreas perturbadas es el primer factor que limita la regeneración natural de bosques.

Especies cuyos frutos están formados por pulpa carnosa que ofrecen recompensa alimenticia al dispersor como *Spondias purpurea* L., *Spondias mombin* L., *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou, *Thevetia ahouai* (L.) A.DC., *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm., *Chamaedorea elegans* Martius, *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R.J.Evans, *Cordia dodecandra* DC., *Heliconia spissa* Griggs, *Vitex gaumeri* Greenm., *Ficus velutina* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Guettarda combsii* Urb., *Casearia corymbosa* Kunth, *Sapindus saponaria* L., *Blomia prisca* (Standl.) Lundell, *Talisia floresii* Standl., *Pouteria amygdalina*

(Standl.) Baehni y *Simarouba amara* Aubl. tienen mayor potencial de colonizar nuevos lugares en comparación con especies que dependen de sus propios mecanismos para la dispersión de sus diásporas. La incorporación de estas especies en planes de recuperación de selva en la RBM puede favorecer la dinámica de la regeneración natural asistiendo la llegada de dispersores en las distintas áreas tanto en la zona de usos múltiples como en la zona de amortiguamiento de la reserva.

Partiendo de los caracteres anatómicos de frutos y semillas, se establece que la dispersión de diásporas de las especies *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Lonchocarpus guatemalensis* Benth, *Adelphia hiraea* (Gaertn.) W.R. Anderson, *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand y *Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm. se da por las corrientes de viento (anemocoría). Los caracteres anatómicos de estas especies son de naturaleza adaptativa, como en el caso de las diásporas de *P. ellipticum* cuyas cápsulas y semillas cubiertas de abundantes fibras conocidas como 'kapok' (término utilizado para referirse al vilano en algunos países) le brindan la capacidad de dispersar sus semillas por viento (Wilson, 1992; Carvalho-Sobrinho & Queiroz, 2011). En el caso de la familia Fabaceae el fruto (técnicamente denominado vaina), generalmente es dehiscente proviene de un ovario unicarpelar el cual se abre longitudinalmente al secarse, expulsando y dispersando las semillas. Sin embargo, en dicha familia existe una inmensa variedad de tamaño y forma de frutos, inclusive, existen especies con frutos que presentan tendencia a la indehiscencia (Mirle & Burnham, 1999; Morales, 2013), hablamos de frutos que cuentan con adaptaciones para ser diseminados mediante las fluctuaciones viento, como el caso peculiar de *Lonchocarpus guatemalensis*, que debido a su fruto (una sámara aplanada) presenta un pericarpio que adopta una forma alada.

La dispersión de diásporas trae consigo beneficios más allá de la colonización de nuevos sitios y las implicaciones de los mecanismos de dispersión dan lugar a beneficios a nivel de especie y mantenimiento de la diversidad de una comunidad. Destacando la importancia del ciclo de vida de las plantas en donde las etapas de semilla y plántula son consideradas de mayor importancia en regeneración natural de comunidades. Siendo la dispersión de diásporas el tipo de interacción ecológica con mayor riesgo por el cambio global, debe ser el proceso con mayor atención en planes para conservar la biodiversidad (Howe, 2016).

El uso de características morfológicas de frutos y semillas es una herramienta que ayuda en la comprensión y predicción de las diferentes estrategias de colonización de las plantas y sus relaciones ecológicas con los animales (Howe, 2016; Kuhlman & Ribeiro, 2016). Con la descripción del espectro de dispersión de diásporas se contribuye con la generación de información de procesos ecológicos esenciales de los ecosistemas de la RBM. Además, con esta información se pueden aportar bases para el desarrollo de estrategias de conservación y restauración ecológica de bosques tropicales.

14.2 Vacíos de información en la colección Index Seminum

Una de las limitaciones que presentó la realización de este trabajo fue el poco material para analizar, tanto especies reportadas como maderables (Forescom, 2007) como para la flora regional en general. Al colectar un ejemplar botánico para un herbario suelen tomarse muestras que contengan flores y hojas, los frutos y semillas muchas veces pasan a ser ignorados al momento de la colecta. Las diásporas presentan una mayor complejidad para su colecta y almacenamiento, debido a su tamaño y anatomía, incluso suele suceder que en los paquetes de periódico se extravían frutos y semillas pequeñas (Jørgensen *et al*., 2015). Con respecto a *Index Seminum*, la intensidad de colecta de especímenes en su colección se refleja en el número de taxones colectados por año (Figura no. 4), aquí los picos que presentan más de 100 colectas corresponden a proyectos de investigación.

El mayor esfuerzo de colecta que se ve reflejada en la colección (Figura no. 4) se observa en el año 2017 gracias a los esfuerzos de colecta llevados a cabo por el equipo de investigadores del proyecto DIGI 9-02-2017 (Rosales *et al*., 2018). Los taxa específicos de plantas en la colección se han registrado en su base de datos, esta cuenta con registros a partir del año 1975; siendo la mayor documentación de diásporas a partir del año 2000. Sin embargo, ha habido un gran vacío de documentación para diásporas en la colección durante el periodo de 2010-2012 y en el 2015. Una mayor cobertura, a nivel nacional, se podría lograr por medio de proyectos de investigación dirigidos a sitios específicos, los cuales involucren a estudiantes, pasantes, voluntarios o técnicos en un tiempo definido para colectar ejemplares y realizar el trabajo curatorial en las colecciones. Así mismo el incrementar el personal de la sub-unidad de investigación *Index Seminum* y el trabajo en conjunto con profesionales podría permitir que la colección tuviese un mayor alcance. La participación de botánicos especializados es vital para actualizar la interpretación taxonómica y el estado de las colecciones. Estas son acciones que pueden necesitar de un grado de conocimiento avanzado de cualquier grupo de organismos durante la digitalización (Nelson *et al*., 2012). A nivel mundial muchos establecimientos cuentan con varios técnicos para llevar a cabo trabajos de curación previos a la digitalización, asumiendo mayor grado de responsabilidad en algunas de las tareas anteriormente descritas (Munstermann & Gall, 2010), pero que contribuye al sostenimiento de una colección en condiciones óptimas.

15. Conclusiones

1. El espectro de dispersión de diásporas en la RBM está conformado por cuatro síndromes de dispersión (zoocoría, anemocoría, barocoría y autocoría).

2. Existe un patrón común de síndromes de dispersión de semillas en distintas áreas de la RBM.

3. En la RBM el patrón dominante de dispersión de diásporas está asociado a medios bióticos como mecanismo de dispersión (zoocoría).

4. La predominancia de zoocoría como síndrome de dispersión evidencia el importante papel que tienen las especies forestales dentro de la biocenosis de la RBM.

5. La implementación de especies maderables de dispersión zoocora en programas de conservación puede favorecer la dispersión de diversas especies entre distintas áreas de la RBM.

16. Impacto esperado

El presente estudio constituye la primera aproximación que se tiene sobre las estrategias de dispersión y colonización de la vegetación en la RBM. Con la información que se ha generado se contribuye a llenar vacíos de información a nivel regional pues este fenómeno ha sido estudiado en otras áreas de Mesoamérica como México y Costa Rica.

Con el estudio titulado “Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la RBM como herramienta para restauración ecológica” se sentaron las bases para el entendimiento del funcionamiento de los bosques tropicales de Petén y la información generada en este proyecto puede aplicarse de forma directa en el estudio del fenómeno de la dispersión de la vegetación de la RBM. Además, se continuó generando información acerca los Biotopos del Sistema Universitario de Áreas Protegidas (Suap) con lo cual se pueden generar acciones de manejo basado en atributos de la diversidad biológica de las áreas protegidas de la Universidad.

La información que se generó es importante para fomentar y/o mejorar las acciones de restauración ecológica de áreas degradadas en Petén, basados en procesos ecológicos tomando como modelo las zonas núcleo de la RBM. Acciones que principalmente pueden ser impulsadas por el Inab con sus planes de manejo, mantenimiento y recuperación de bosques.

Finalmente, este proyecto contribuye con los objetivos de la ENRPF, principalmente con:

-El desarrollo económico desde la restauración del paisaje forestal.

-Medios de vida y diversidad biológica, ambos a través de promover la reforestación con especies nativas que provean de algún servicio con enfoque productivo que contribuyan al mantenimiento de servicios del ecosistema.

17. Referencias

Abemethy, K., Coad, L., Taylor, G., Lee, M. & Maisels, F. (2012). Extent and ecological consequences of hunting in Central African rainforests in the twenty-first century. *Phil Trans R Soc B 368*: 03

Barbosa, L, Velásquez, A. & R. Mayorga-Caucedo (2006). Solanaceae composition, pollination, and seed dispersal síndromes in Mexican mountain cloud forest. *Acta Botanica Brasilera 20*(3): 599-613.

Bonilla Chang, C. (2016). Caracterización de la lluvia de semillas en el Biotopo Protegido Cerro Cahuí, Petén, durante la época lluviosa. Tesis de Licenciatura en Biología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Brenner, M., Rosenmeier, M., Hodell, D., Curtis, J., Anselmetti, F & D. Ariztegui. (2002). Limnologia y paleolimnología de Peten, Guatemala. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. 12*:2-9

Carvalho-Sobrinho, J. G. & L. P. Queiroz. (2011). Cladistic analysis of Pseudobombax. *Brasil Bot*, 34(2): 97-209.

Castañeda, C. & R. Hansen. (2008). Relación entre cambio cultural y vegetación en la Cuenca de El Mirador, norte de Guatemala. *Revista de la Universidad del Valle 18*:90-100

Ceccon, E. (2013). *Restauración en Bosques Tropicales: Fundamentos Ecológicos, Prácticos y Sociales*. México: Ediciones Díaz de Santos.

Chapman, C y Chapman, L. (1995). Survival without dispersers: Seedling recruitment under parents. *Conservation Biology. 5*(3). 675-678 pp.

Chapman, H., Cordeiro, N., Dutton, P, Wenny, D., Kitamura, S., Kaplin, B., Melo, F. & M. Lawes. (2016). Seed-dispersal ecology of tropical montane forests. *Journal of Tropical Ecology 32*:437-454

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).

Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2014) Quinto informe nacional de cumplimiento a los acuerdos del convenio sobre la diversidad biológica. Guatemala: Documento técnico no. 3.

Couvreur, M., Cosyns, E., Hermy, M., & Hoffmann, M. (2005). Complementarity of epi- and endozoochory of plant seeds by free ranging donkeys, *ECOGRAPHY 28*: 37-48p.

Cramer, J., Mesquita, J. & B. Williamson (2007). Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. *Biological Conservation 137*:415-423.

FORESCOM- Empresa Comunitaria de Servicios del Bosque. (2007). Recopilación Bibliográfica: Especificaciones Técnicas De 19 Especies Maderables Tropicales, En Petén, Guatemala. Proyecto Promoción Comercial de Productos y Maderas Certificadas de Guatemala.

Finkel, R. & Heinrich, H. (2007). *Tropical Forest Genetics*. Germany: Springer.

Giehl, E., Athayde, E., Budke, J., Gesing, J., Einsiger, S. & Canto-Dorow, T. S. (2007). Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica 21* (1): 137-145.

Green, A., Frisch, D., Michot, T., Allain, L., & Barrow, W. (2013). Endozoochory of seeds and invertebrates by migratory waterbirds in Oklahoma, USA, *Limnetica, 32*(1): 39-46p.

Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Usos de la Tierra (2014). Mapa de bosques y uso de la tierra 2012, mapa de cambios de uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero. Documento informativo. Guatemala.

Howe H. & Smallwood J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Ann Rev Ecol Systemat. 13*: 201-28.

Howe, H. (2016). Making dispersal syndromes and networks useful in tropical conservation and restoration. *Global Ecology and Conservation 6*:152-178

Hughes, L., Dunlop, M., French, K., Leishman, M., Rice, B., Rodgerson, L. & Westoby, M. (1994). Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. *Journal of Ecology 82*, 933-950.

Jara-Guerrero, A., De la Cruz & M. Méndez (2011). Seed dispersal Spectrum of Woody species in South Ecuadorian Dry Forests: environmental correlated and the effect of considering species abundance. *Biotropica 43*(6):722-730

Jørgensen, P., Fuentes, A., Miranda Gonzales, T. & Cayola, L. (2015). Manual de Trabajo, Proyecto Madidi - Inventario botánico de la Región Madidi. Pp. 329

Kuhlmann, M. & Ribeiro, J. (2016). Evolution of seed dispersal in the Serrado Biome: Ecological and Phylogenetic consideration. *Acta Botánica Brasilica 30*(2): 271-282.

Kuhlmann, M. & Ribeiro, J. (2016). Evolution of seed dispersal in the Serrado Biome: Ecological and Phylogenetic consideration. *Acta Botánica Brasilica 30*(2): 271-282.

Martínez, Y., Castillo S. y Guadarrama P. (2009). La dispersión de frutos y semillas y la dinámica de comunidades. Ciencias 96, octubre-diciembre, 38-41. [En línea].

Martins M, Zanzini C., Santiago W. (2007). Síndromes de dispersão em formações florestais do bioma cerrado no Estado do Tocantins. *Rev Bras Biocien. 5* (1): 807-811

McConkey, K., Prasad, S., Corlett, R., Campos-Arceiz, A., Brodie, J., Rogers, H. & L. Santamaria. (2011). Seed dispersal in changing landscapes. Biological Conservation

Medellín, R. & Gaona, O. (1999) Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitat of Chiapas, Mexico. *Biotropica 31*(3):478-485

Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bisques tropicales. Veinte años de investigación académica. INCI [en línea] vol. 28, no. 10 pp. 581-589.

Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala. (2015) Estrategia Nacional de Reforestación del Paisaje Forestal: Mecanismo para el desarrollo rural sostenible de Guatemala 2015-2045. 58pp.

Mirle, C. & Burnham, R. (1999). Identification of Asymmetrically Winged Samaras from the Western Hemisphere. *Brittonia* (51): 1-14

Morales, A. (2013). El Estoraque (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms). Trabajo Monográfico. Universidad Nacional De Cajamarca Sede Jaén. Facultad De Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional De Ingeniería Forestal. 60pp.

Muller-Landau, H. & B. Hardesty. (2005) Seed dispersal of woody plants in tropical forests: concepts, examples and future conditions. En Burslem, Pinard & Hartley (Eds.) Biotic interactions in the tropics: their role in the maintenance of species diversity. Cambridge Univesity Press. Chapter 11 pp. 267-309

Munstermann, L. & Gall, L. (2010). Digitizing the Yale Collections—it takes a Village. Presentation to the Entomological Collections Network--Annual Meeting. San Diego, CA.

Nelson, G., Paul, D., Riccardi, G. & Mast, A. (2012). Five task clusters that enable efficient and effective digitization of biological collections. In: Blagoderov, V. & Smith V. (Eds.) *No specimen left behind: mass digitization of natural history collections*.

Neuschulz, E. Mueller, T., Schleuning, M. & Böhning-Gaese, K. (2016). Pollination and seed dispersal are the most threatened processes of plant regeneration. Scientific Reports 6, 29839; doi: 10.1038/srep29839

Leyden, B.W. (1984). Guatemalan forest synthesis after Pleistocene aridity. *PNAS 81*:4856-4859

Lou, S. (1999). Análisis de la lluvia de semillas en dos etapas sucesionales del bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ortiz, R., Laborde, J. y Guevara, S. (2000). Frugivoría por aves en un paisaje fragmentado: Consecuencias en la dispersión de semillas. *Biotropica, 32*(3): 473-488.

Rosales de Zea, C., Hernández, M., Morales, C. & Lee-Castillo, P. (2018). Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica. Informe Final. Dirección General de Investigación –DIGI-. Universidad San Carlos de Guatemala.

Rivas, J.A.; Morales, J.E. y Flores, M.E. (2003). El papel de los crácidos (Aves: Galliformes) como dispersores y depredadores de semillas. Informe final. Proyecto. FODECYT No.28-01. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Rodríguez Vélasquez, J., Sinaca Colín, P. & Jamangapé García, G. (2009). Frutos y semillas de árboles tropicales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) ISBN: 978-968-817

Stefanello D, Ivanauskas N., Martins S. & Kuz S. (2010). Síndromes de dispersão de diásporos das especies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência (MT). *Acta Amazon. 40* (1): 141-50.

Trindade, N., Zanzini, A. & Santiago, W. (2007) Síndromes de dispersão em um gradiente de Cerrado lato sensu no Estado do Tocantins. *Revista Brasileira de Biociências, 5* (1): 897-898.

Van Reede, K. & Van Rooyen, M. (1999). *Adaptation of Desert Organisms: Dispersal Biology of Desert Plants*. Germany: Springer.

Wahl, D., Byrne, R., Schreiner, T., & R. Hansen. (2006). Holocene vegetation change in the northern Petén and its implications for Maya prehistory. *Quaternary Research 65*:380-389.

Willson, M.F. (1992). The ecology of seed dispersal. In Fenner, M. (Ed.) *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (pp.61-86). University of Southampton, Southampton, UK: CABI Publishing.

Willson, M., Rice, B. & Westoby, M. (1990). Seed dispersal spectra: comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science 1*, 547-562.

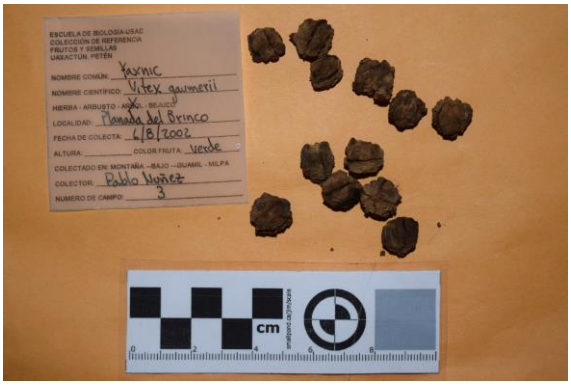
18. Apéndices

Apéndice 1. Fotografías de diásporas documentadas en la carpoteca del *Index Seminum*

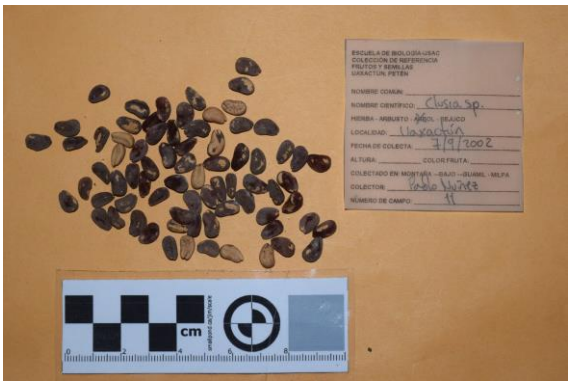
<table>
<tr>
<td>

Fruto de Pseudobombax ellipticum</td>
<td>

Semillas de Pseudobombax ellipticum</td>
</tr>
<tr>
<td>

Diásporas de Bucida buceras</td>
<td> 

Diásporas de Vitex gaumerii</td>
</tr>
</table>

	
Diásporas de *Chamaedorea elegans*	Diásporas de *Clusia sp.*

Apéndice 2. Curación de ejemplares presentes de la colección de referencia del *Index Seminum*

Apéndice 3. Medición de diásporas

Contratados por contraparte y colaboradores

Contratados por unidad avaladora	Otros colaboradores
Ana Carolina Rosales de Zea, MSc.	Lcda. María José Hernández
	Br. Eduardo Antonio Girón Nájera

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	

Guatemala _____1____ de diciembre __2020_____

Nombre y firma Coordinador(a)
Proyecto de Investigación

Nombre y firma Coordinador(a)
Programa Universitario de Investigación

Nombre y firma
Coordinador General de Programas